

Mayo
de 2012



LA DIRECTIVA 2007/60/CE Y LA GESTIÓN
DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN
ESPAÑA. ESTUDIO DE LA PELIGROSIDAD Y
EL RIESGO DE INUNDABILIDAD EN EL
MEDIO EBRO, EN EL TRAMO LUCENI-
CABAÑAS DE EBRO.

Máster en Gestión Fluvial Sostenible y
Gestión Integrada de Aguas (III Edición)
Universidad de Zaragoza

Autores:

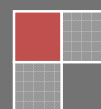
Mario Ballesteros Olza
Ana Fernández Santamarina

Director:

Jorge Olcina Cantos

Co-director:

Fernando Magdaleno Mas



"El presente trabajo es un ejercicio práctico de Master presentado para optar al certificado de aptitud por los autores, realizado en parte como supuesto real y en parte con contenidos académicos. Su contenido, calidad y adecuación a la realidad son de la exclusiva responsabilidad de sus autores, así como los cálculos, aseveraciones, conclusiones y recomendaciones. Éstas no tienen porqué coincidir con las de los tutores-directores del trabajo, ni del Master, ni de sus organismos patrocinadores. La existencia de este trabajo no supone su aprobación ni la aceptación de su contenido."

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. ANTECEDENTES	6
1.1.1. Aspectos normativos	6
1.1.2. Experiencias similares	8
1.2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	11
1.3. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	13
1.3.1. Las inundaciones en España.....	13
1.3.2. Diagnóstico del problema	14
1.3.3. El cambio de enfoque en la gestión del riesgo de inundaciones	17
1.3.4. El Ebro de meandros libres	18
2. NORMATIVA.....	20
3. ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DEL RIESGO Y LAS INUNDACIONES	25
4. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	28
4.1. Localización del tramo	28
4.2. Medio físico	32
4.2.1. Geología, hidrogeología y evaluación y dinámica geomorfológica	32
4.2.2. Hidrología superficial	37
4.2.3. Generalidades	42
4.2.4. Avenidas.....	43
4.3. Estado ecológico	47
4.4. Medio socioeconómico	48
4.4.1. Demografía y economía	48

4.4.2.	Usos del suelo.....	50
4.5.	Planeamiento y normativa territorial y urbanística	51
5.	CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES. PELIGROSIDAD, VULNERABILIDAD Y RIESGOS	54
5.1.	DEFINICIONES	55
5.2.	GUÍA METODOLÓGICA	61
5.3.	METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL ESTUDIO.....	62
5.3.1.	RECOPILACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS	62
5.3.2.	METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN.....	63
	VULNERABILIDAD DE LA ZONA.....	64
	PELIGROSIDAD DE LOS EVENTOS.....	67
	RIESGO FINAL.....	69
5.3.1.	RESULTADOS DE LOS PLANOS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO.....	69
5.3.2.	DPH	70
6.	ASPECTOS Y CONSIDERACIONES RELEVANTES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES	72
6.1.	Directrices generales.....	73
6.2.	Propuestas concretas y valoración del anteproyecto de la CHE	78
7.	CONCLUSIONES	89
8.	BIBLIOGRAFÍA	93
	ANEJOS	

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, atravesamos un momento clave para la gestión del riesgo de inundaciones a nivel europeo y nacional, con motivo de la realización de los trabajos exigidos por la Directiva 2007/60/CE, de evaluación y gestión de los riesgos de inundación. Estos trabajos, consistentes en una evaluación preliminar, una cartografía de peligrosidad y riesgo y planes de gestión, suponen una oportunidad que no debemos dejar escapar para plasmar y poner en práctica todo el conocimiento que hemos adquirido a través de la experiencia, el trabajo y la investigación sobre el tema en los últimos tiempos, con el fin de reducir las consecuencias negativas asociadas a estos fenómenos naturales de carácter extraordinario, sin dejar a un lado la protección de los ecosistemas fluviales.

De especial importancia resulta su correcta realización para el caso de nuestro país, en el que el riesgo de inundaciones ha aumentado en los últimos decenios debido, principalmente, al incremento de la vulnerabilidad y la exposición ante las inundaciones, fruto de la plasmación territorial de actuaciones humanas poco acordes con los rasgos del medio (Olcina, 2008) y en el que, según las previsiones de los análisis climáticos, la peligrosidad también podría verse incrementada en un futuro próximo (agravando aún más la situación del riesgo, especialmente en aquellas pequeñas y medianas cuencas, en cuyos ríos, arroyos, barrancos, etc. tienden a producirse inundaciones relámpago), como consecuencia de un aumento de la frecuencia y magnitud de los fenómenos hidrológicos extremos por la incidencia del cambio climático.

Estos trabajos, según vayan siendo concluidos para las distintas Demarcaciones Hidrográficas, se irán incorporando al Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, como, de hecho, ya ha ocurrido con la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación, finalizada el pasado 2010. De manera que, la experiencia que se plantea desde este estudio está dirigida, principalmente, a la realización de la cartografía de peligrosidad y riesgo de detalle en una zona concreta, así como al planteamiento de los aspectos y consideraciones más relevantes de cara al futuro plan de gestión del riesgo de inundaciones, lo cual se verá complementado, en general, por un enfoque didáctico en cuanto al riesgo y las inundaciones que contribuya a mejorar la sensibilización social al respecto.

Para el desarrollo de dicha experiencia, se escogió un pequeño tramo del sector central del Medio Ebro, correspondiente al “Ebro de meandros libres” y, más concretamente, a la Comarca de la Ribera Alta del Ebro, que abarca los términos municipales de: Luceni, Remolinos, Alcalá de Ebro, Torres de Berrellén y Cabañas de Ebro. Una selección motivada principalmente por su problemática histórica asociada a los riesgos de inundación, así como por el potencial de mejora de la situación actual de gestión de estos riesgos, a través de medidas no-estructurales que permitan devolver espacio al río, para así restaurar tanto su estado ambiental como su capacidad natural para la laminación de avenidas.

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Aspectos normativos

A raíz de los desastres ocurridos en las décadas de los 80 y los 90, se empiezan a producir una serie de reacciones en forma de creación de organismos, normativas, planes, etc. encaminados a la reducción del riesgo en base a fórmulas más territoriales y sociales. Así, en el año 1999 se crea la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, a la que se adhieren los Estados Miembros de las Naciones Unidas, y el riesgo cobra un nuevo protagonismo en las conferencias internacionales sobre asentamientos humanos. En el ámbito europeo, destaca la Ley de Medioambiente¹ de 1995 de Francia (Ley Barnier) por su precoz respuesta a los peligros naturales a través del desarrollo de normas que abordan la reducción el riesgo desde la ordenación del territorio y de la consagración del principio de prevención ante dichos peligros (“planes preventivos para los peligros previsibles”), incluso contempla procedimientos de expropiación, sujetos a indemnizaciones, por riesgos naturales (Ayala-Carcedo y Olcina, 2002). A esta la siguieron la Estrategia Territorial Europea (ETE) (1999), que considera la ordenación sostenible de los territorios como medida eficaz de la gestión del riesgo, y normativas europeas como la Directiva Marco del Agua (2000), que habla de contribuir a paliar los efectos negativos derivados de las inundaciones y sequías

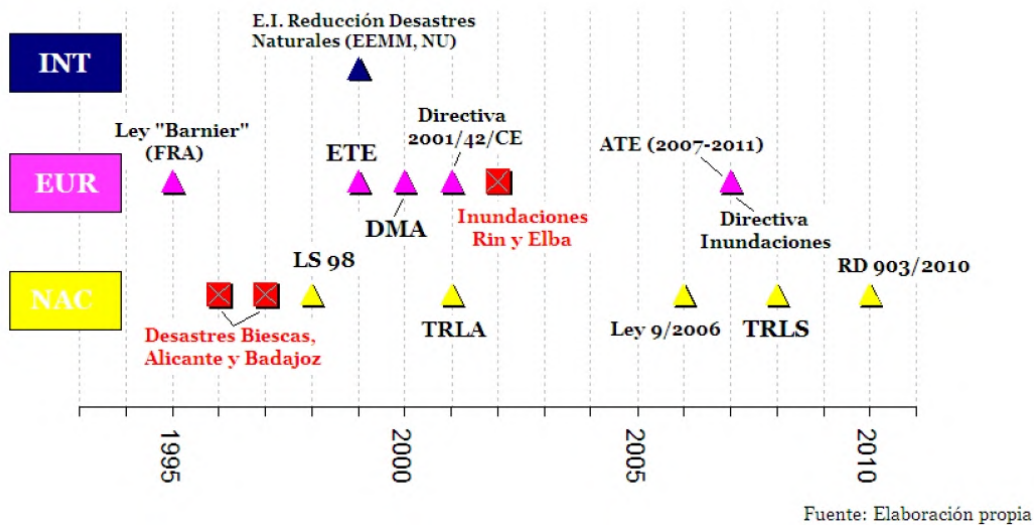
¹ Ley n.º 95-101 de 2 de febrero de 1995 relativa al refuerzo de la protección del medio ambiente.

mediante la planificación hidrológica, y la Directiva 2001/42/CE², que obliga a incluir informes de sostenibilidad ambiental en la evaluación de planes y programas. La catástrofe que produjeron los desbordamientos de los ríos Rin y Elba en Centroeuropa, en 2002, supusieron el detonante para que, además de ampliarse la ETE como la Agenda Territorial Europea (2007-2011) (que incluye ya las consideraciones de los riesgos asociados al cambio climático), se aprobara la Directiva de Inundaciones (2007/60/CE) (Olcina, 2008b; Olcina, 2010).

A nivel nacional, los desastres de Biescas, Alicante y Badajoz en el período 1996-97 supusieron un punto de inflexión para las políticas de reducción del riesgo, que pasaron a considerar la ordenación del territorio como una medida eficaz a tal fin (Olcina, 2008b). A partir de entonces, se aprobó una nueva ley del suelo (1998) que, al menos, supuso un primer paso hacia la incorporación de los análisis de riesgos a la ordenación territorial, ya que no se logró de manera efectiva por las grandes carencias de riesgo natural “acreditado” (tal y como se exigía para clasificar el suelo como “no urbanizable”) que había por aquel entonces en nuestro territorio. Esta deficiencia se vio corregida con la aprobación de la vigente Ley del Suelo (R.D.L. 2/ 2008), que obliga a incluir un mapa de “riesgos existentes” para los procesos urbanísticos. Además, esta norma se ha visto excelentemente complementada con la puesta en marcha del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (MARM, 2008), para dar cumplimiento a la Directiva 2007/60/CE y al R.D. 903/2010 que la transpone a nuestro ordenamiento jurídico. También se han venido aprobando en algunas de las Comunidades Autónomas más afectadas por los riesgos de inundaciones como País Vasco, Navarra, Comunidad Valenciana, Cataluña, etc., desde finales de los 80, leyes y planes relativos a la ordenación del territorio que obligan a considerar dichos riesgos en los procesos territoriales (ibídem).

La siguiente figura recoge, a modo de resumen, los antecedentes normativos más destacables en los tres niveles (internacional, europeo y nacional), así como su relación con la ocurrencia de desastres:

² DIRECTIVA 2001/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.



1.1.2. Experiencias similares

En el panorama internacional, algunos de los proyectos y experiencias de gestión de inundaciones más innovadores y más en línea con los criterios y objetivos de este mismo trabajo son:

- Experiencias en el río Misisipi: “Plan Integral del Alto Misisipi”³, puesto en marcha a raíz de la catástrofe ocasionada por la “Gran Inundación de 1993”, consiste en un plan estratégico de carácter sistémico e integral que persigue la reducción del daño y los costes asociados a las inundaciones, a través de medidas estructurales y, sobretodo, no-estructurales, muy ligadas a la sostenibilidad y restauración ambiental de las llanuras de inundación. Bajo este mismo pretexto, se reubicaron más de 10.000 hogares y empresas en la cuenca del río Misisipi, fuera de la llanura inundable. Se trata de un proceso costoso, pero rentable si se establece una relación con las compensaciones que reciben estos hogares de parte las aseguradoras, según “American Rivers”⁴.
- Experiencias en el río Rin: “Plan de Acción sobre Inundaciones en el Rin”, adoptado por la Comisión Internacional de Protección del Rin en 1998, como

³ <http://www2.mvr.usace.army.mil/UMRCP/index.cfm>

⁴ <http://www.americanrivers.org/>. “American Rivers” cifró en 66 millones de dólares lo que costó trasladar 5.100 hogares y empresas en Illinois y Missouri, que en el pasado habían recibido 191 millones de dólares en concepto de compensaciones por inundaciones.

consecuencia de las grandes inundaciones ocurridas en los años 1993 y 1995. En 2001 pasó a formar parte del Programa “Rin 2020” (para el desarrollo sostenible del Rin). Su implementación persigue objetivos como la reducción del riesgo, rebajar la cota de las inundaciones, mejorar la percepción social del riesgo, etc. para todos los países ribereños, fijados para dos horizontes temporales (uno de ellos ya rebasado): 2005 y 2020⁵. Para ello se recurre a medidas del tipo: aumentar la retención de agua en las zonas inundables, mediante eliminación de obstáculos y restaurando los ecosistemas y llanuras aluviales de los ríos (“espacio para el río”); mejoras relacionadas con el mapeo de las inundaciones, la educación y los procesos de alerta y evacuación. En la misma línea (recuperar zonas de inundación, principalmente), el Gobierno de los Países Bajos aprobó en 2007 el Programa “Espacio para el río”⁶, con el fin de aumentar la seguridad frente a inundaciones, a la par que se mejora la calidad en los sistemas fluviales en términos ambientales, recreativos, socioeconómicos y culturales. Además, considera las predicciones relativas al cambio climático de cara al futuro.

Otras experiencias europeas: en Francia, el “Plan Loire Grandeur Nature”⁷ (1994), basado en el enfoque alternativo de gestión de inundaciones que propuso la plataforma “SOS Loira Vivo” para frenar las nuevas presas y kilómetros de diques proyectados por el gobierno francés en 1986, aunó la colaboración de los gobiernos central y locales con ambientalistas y propietarios de tierras para mitigar los riesgos de inundación, restaurando y protegiendo todo el ecosistema fluvial de forma integrada y con una visión a largo plazo, para preservar también su importancia como parte del motor económico del país. Además, cabe destacar, en líneas generales, la inclusión de modelizaciones climáticas en la valoración del riesgo y la adopción de medidas de planificación territorial para la mitigación de los efectos del cambio climático en países como Holanda o el consorcio de países del Báltico (Hilpert et al., 2007); o el proyecto de cooperación llevado a cabo por los países ribereños del Mediterráneo Occidental (RINAMED⁸) entre los años 2004 y 2005, con el fin de potenciar medidas no-

⁵ <http://www.iksr.org/index.php?id=164&L=3>. Balance positivo para el primer horizonte (1995-2005).

⁶ <http://www.ruimtevoorderivier.nl/meta-navigatie/english/>

⁷ <http://www.rivernet.org/loire/plgn.htm>

⁸ http://www.rinamed.net/es/es_index.htm

estructurales sobre comunicación y educación para el riesgo (establecimiento de un marco de prevención e información común en el arco mediterráneo occidental sobre aspectos de peligrosidad natural) (Olcina, 2008b).

En España, cabe destacar algunos de los pocos planes de ordenación del territorio que abordan el riesgo de inundaciones de forma específica como son: el Plan Territorial Sectorial de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos de la Comunidad Autónoma del País Vasco, la Planificación de Espacios Fluviales (por cuencas) de Cataluña (PEFCAT) y el Plan de Acción Territorial para la Prevención del Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA). En los tres casos hablamos de enfoques integrados de gestión, a escala regional, para la reducción del riesgo de inundaciones. En general, consisten en compatibilizar el uso urbano y económico del suelo con los episodios de inundaciones y con la preservación del medioambiente, a partir de un diagnóstico previo y de medidas estructurales y no-estructurales (cartografía de riesgos, preservación y restauración de la funcionalidad de las llanuras de inundación, programas para la reducción de la vulnerabilidad del territorio, sensibilización y concienciación ciudadana, etc.), que van desde la escala de cuenca hasta la municipal.

Por último, en el ámbito de nuestra zona de estudio (el Medio Ebro), se han desarrollado también algunas experiencias de gestión del riesgo de inundaciones en ámbitos más localizados, basadas en reforzar la capacidad natural del territorio fluvial para laminar las crecidas como criterio principal de prevención. Son las siguientes:

- “Plan Medioambiental del Ebro y Tramo Bajo del Cinca” (2005), promovido por el gobierno aragonés tras el impacto social ocasionado por la crecida del Ebro en 2003, se quedó en fase de anteproyecto. Planteaba soluciones para recuperar el entorno del río y mitigar los riesgos de inundaciones, mediante actuaciones en el sistema de defensas que permitieran devolver espacio al río para que este recuperase su dinámica natural.
- “Mejora de la conectividad lateral y recuperación de la vegetación de ribera en el tramo bajo del río Cinca, TT.MM. de Fraga y Velilla de Cinca (Huesca)” (2009), incluido en el Plan Nacional de Restauración de Ríos (MARM). Con el mismo fin que el anterior, propone la eliminación de motas que solo protegen choperas para

devolver espacio al río y sustituir, progresivamente, dichas plantaciones por vegetación riparia autóctona.

- Actualmente, la Confederación Hidrográfica del Ebro está trabajando, en la propia zona que nos ocupa este estudio (Luceni – Cabañas de Ebro), en algunas medidas para mitigar las inundaciones, consistentes en zonas de inundación controlada desde compuertas en las motas y en la creación de cauces de alivio. Con esto se conseguirá disminuir los niveles de inundación aguas abajo (Zaragoza), pero no mejorar ambientalmente las condiciones del río (Ollero, 2009).

1.2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La realización de los trabajos exigidos por la Directiva europea de Inundaciones se presenta como una oportunidad muy buena para España, para abordar, debidamente (y de forma definitiva), la problemática relacionada con las inundaciones que ha asolado al país durante toda su historia, dados su clima, topografía y dinámicas de ocupación del territorio, principalmente, y que en las últimas décadas se ha visto incrementada por las inadecuadas e irresponsables prácticas del ser humano en materia de planificación territorial y de gestión del riesgo. Una problemática que, además, según las predicciones climáticas, se verá acentuada en el futuro por la incidencia del cambio climático, aunque no para el caso concreto del río Ebro, por tratarse de un gran río y una gran cuenca, en los que el problema del riesgo de inundaciones para las personas y los bienes podría incluso verse reducido, pero viéndose acrecentado otro problema, ya existente, relacionado con la falta de crecidas, desde un punto de vista ambiental, ecosistémico.

Una vez finalizados, este conjunto de trabajos se integrará en el SNCZI, el cual deberá constituir, junto con la aplicación de los artículos 12 y 15 de la Ley del Suelo de 2008, un instrumento determinante para la reducción del riesgo de inundaciones mediante la planificación sostenible de los territorios en nuestro país (Olcina, 2010). Lo cual pone de manifiesto la importancia de su correcta realización, a través de criterios de gestión más adecuados que los que se han venido empleando tradicionalmente, esto es, más sostenibles, sistémicos e integradores.

Por eso se ha planteado esta experiencia piloto para la continuación de los trabajos de la Directiva 2007/60/CE en un pequeño tramo del Medio Ebro, con el propósito de

presentar y aportar el que entendemos debería ser el enfoque adecuado para su realización, tratando así de contribuir al doble objetivo principal de mitigación del riesgo de inundaciones en el territorio, así como de protección y restauración de los sistemas fluviales.

La selección de la zona de estudio, el tramo del río Ebro que va desde el término municipal de Luceni hasta el de Cabañas de Ebro, ha sido en base a los siguientes criterios:

- En primer lugar, forma parte de uno de los tramos clasificados como “tramo de RIESGO ALTO SIGNIFICATIVO” en el proceso de identificación de Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) de la cuenca del Ebro, de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundaciones. En concreto, representa la mitad aguas abajo, aproximadamente, del tramo “MEB-05” de la ARPSI “04 Medio Ebro”.
- Por otra parte, algunos de los municipios de la zona de estudio han estado, especial e históricamente, afectados por las inundaciones, con problemas de diversa índole ocasionados por las crecidas (inundación, erosión, etc.), como hemos podido constatar a través de noticias de prensa y de artículos y estudios sobre la zona.
- Y en tercer lugar, nos ubicamos en el “Ebro de meandros libres”, un medio con unas posibilidades excepcionales para la puesta en práctica de medidas no-estructurales para la mitigación del riesgo de inundaciones (sobretudo, aguas abajo), encaminadas a la restauración de la funcionalidad natural de las llanuras de inundación, actualmente ocupadas por usos económicos del suelo (cultivos) defendidos por un sistema de motas que constriñen el espacio fluvial.

El objetivo principal es, por tanto, el de contribuir a reducir el riesgo asociado a las inundaciones y, a su vez, mejorar el estado ecológico de los ecosistemas fluviales, especialmente en lo relacionado con su calidad hidrogeomorfológica, dando adecuado cumplimiento a las exigencias de la Directiva de Inundaciones y del Real Decreto 903/2010 que la transpone al ordenamiento jurídico español, así como al resto de normativas aplicables en lo que a la gestión del riesgo de inundaciones y la protección del medioambiente se refiere.

Para lograrlo, algunos de los objetivos específicos que se persiguen con este estudio son:

- Promover un contexto de coordinación y colaboración entre los diferentes niveles administrativos y el resto de organismos y servicios implicados tanto en la planificación territorial y urbanística como en la propia gestión del riesgo de inundaciones, que permita, especialmente, dotar a los procesos de planificación de las consideraciones relativas al riesgo necesarias para llevarla a cabo con garantías plenas para la seguridad de las personas y los bienes.
- La puesta en valor de un enfoque integrador, sistémico y sostenible para la gestión del riesgo de inundaciones, basado, principalmente, en medidas de carácter no-estructural, en detrimento de las tradicionalmente empleadas medidas ingenieriles de defensa, que han ocasionado y fomentado el deterioro de los ecosistemas fluviales. Y con ello, evidenciar la necesidad y los grandes beneficios de contar con un medio natural en estado óptimo.

Informar y sensibilizar acerca del papel que juegan tanto el riesgo (solo entendible a través de la actuación antrópica sobre el territorio) como las inundaciones (tendencia a responsabilizarlas de las catástrofes y a olvidar que son parte de una dinámica natural “predecible”, de cuyos servicios ambientales nos hemos beneficiado siempre) en nuestra sociedad y sobre la necesidad de aprender, nuevamente, a convivir con estas últimas. Y fomentar la participación pública en los procesos de planificación y gestión del riesgo de inundaciones.

1.3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

1.3.1. Las inundaciones en España

España se ubica en la cuenca del Mediterráneo, que es, a nivel mundial, una de las regiones con mayores riesgos asociados a los peligros naturales. Y, a su vez, destaca en el ámbito europeo como uno de los espacios geográficos más afectados por peligros naturales, merced a sus propios rasgos climáticos, topográficos, de ocupación humana del territorio, etc. (Olcina, 2008).

Las inundaciones representan el mayor de estos peligros naturales en España, atendiendo a criterios tales como la importancia socioeconómica y territorial y la frecuencia de aparición (ibídem), de hecho, son las que han ocasionado las mayores pérdidas tanto de vidas humanas como económicas, a lo largo de su historia.

Dentro de los numerosos y graves desastres ocasionados por estas en la época reciente de nuestro país cabe destacar las inundaciones en Levante en 1982 (“pantanada” de Tous), con más de 1.800 millones de euros en pérdidas, y las que afectaron a Málaga y el Sureste durante 1989 y las del País Vasco y Cantabria de 1983, ambas con pérdidas económicas próximas a los 1.000 millones de euros, que a pesar de ser las más recientes, son las que mayores pérdidas económicas han ocasionado en la historia del país, lo cual tiene que ver con el aumento de la vulnerabilidad y exposición del territorio y también del nivel de vida. En lo que respecta a las víctimas mortales, estas no han parado de descender desde los 70, fruto de la disminución de infraviviendas y de la fuerte inversión en obras de defensa (ibídem), sin embargo, destacan, por lo próximo en el tiempo (y el mayor conocimiento sobre el tema que ello implica), catástrofes como el desbordamiento del torrente de Arás (camping en Biescas, Huesca) en 1996, con 87 muertos, o la riada de los arroyos Calamón y Rivillas en Cerro de Reyes (Badajoz) al año siguiente, con 22⁹.

Resulta evidente el carácter natural y, por tanto, inevitable de estos episodios de inundación, que hacen que estos peligros acontezcan con mayor o menor importancia y frecuencia en los distintos lugares del mundo, según las características ambientales propias de cada región geográfica, pero no debemos olvidar el determinante papel que juegan las actuaciones del ser humano sobre el territorio, a la hora de explicar los daños ocasionados por dichos fenómenos.

1.3.2. Diagnóstico del problema

Según Olcina (2008b), debemos entender el riesgo de inundaciones de un territorio como el producto de la peligrosidad, vulnerabilidad y exposición asociados al mismo. Estos tres conceptos pueden explicarse, respectivamente, como la probabilidad de que

⁹ Datos acerca de pérdidas económicas y víctimas mortales obtenidos de “Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. Guía metodológica para su elaboración” (IGME, 2008).

un fenómeno natural (las inundaciones, en este caso) ocasione daños a una comunidad, sus actividades o al medioambiente; la pérdida esperable derivada del daño que estas podrían ocasionar sobre un determinado bien expuesto, entre los que se incluye la vida humana (bien vulnerable más apreciado); y la disposición sobre el territorio de un determinado bien a preservar al alcance de este tipo de peligro natural.

Como ya se ha anticipado en los párrafos anteriores, el problema de las inundaciones en España se ha visto agravado en las últimas décadas, habiéndose incrementado el riesgo, producto del aumento de la vulnerabilidad y exposición del territorio frente a los peligros de estas. Mateu y Camarasa (2000) explican esto debido a la intensiva e indiscriminada ocupación de espacios inundables y a la intervención antrópica en la dinámica fluvial, modificando sus pautas naturales, que han venido ocurriendo desde finales del siglo XIX de la mano del desarrollo económico (en nuestro país, sobretudo: búsqueda de beneficios de la proximidad y accesibilidad a los ríos y manantiales, o lo que es lo mismo, a tierras fértiles y agua (recurso); y necesidad de suelo, de espacio, para el desarrollo urbano, especialmente en zonas litorales).

Las anteriores serían, digamos, las causas físicas del incremento del riesgo de inundaciones. En cuanto a los motivos relativos a la gestión de estos riesgos, que han propiciado también este empeoramiento de la situación, tenemos los siguientes:

- En primer lugar, el más importante, la falta de un adecuado tratamiento, o de mera consideración, de los riesgos de inundación a la hora de llevar a cabo los procesos de planificación territorial y urbanística. En otras palabras, vía libre a la ocupación antrópica masiva de abanicos, terrazas y llanuras aluviales. Hasta 2008, con la aprobación de la nueva Ley del Suelo¹⁰ (vigente, hoy en día), no se incorporó, de forma efectiva, el análisis de riesgos a los procesos urbanísticos.
- En segundo, una mala praxis en lo que a medidas de actuación para la reducción de estos riesgos se refiere, consistentes, en su gran mayoría, en medidas de carácter estructural (diques, embalses, encauzamientos, desvíos y dragados del cauce, etc.) destinadas a corregir y tratar de controlar el medio natural. Con ellas, no solo se han impactado gravemente los ecosistemas de los ríos y

¹⁰ Real Decreto 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Suelo.

asociados, sino que, en muchos casos, lejos de contribuir a mitigar las pérdidas, han terminado agravando la situación del propio territorio o trasladando el problema a otros sectores de la cuenca. Según explican Mateu y Camarasa (2000), esto se debe a la falta de previsión acerca de su interferencia en la dinámica fluvial, además de que también han contribuido a la ocupación de territorios expuestos, por el sentimiento de “falsa seguridad” al abrigo de las obras de defensa.

El tercer y último agravante destacable tiene que ver con la carencia de conocimiento e información, por un lado, y de educación y sensibilización social, por otro, acerca del funcionamiento de los sistemas fluviales, torrenciales, etc., del papel que el propio territorio fluvial juega en la mitigación de estos riesgos y de la importancia de los episodios hidrológicos extraordinarios en la dinámica natural de estos sistemas.

En definitiva, la acción humana intensiva sobre nuestro territorio sumada a una gestión inadecuada de los riesgos de inundación (carencias de ordenación territorial e información, por un lado, y exceso de hormigón, por otro), han supuesto que el riesgo de inundaciones en España sea mayor ahora que hace 30 años (Olcina, 2008) y, además, un serio impacto sobre el medio natural, en concreto sobre los sistemas fluviales, que es a la vez una consecuencia negativa de la acción antrópica y, además, una causa del incremento del riesgo en nuestro territorio, ya que con la presión de ocupación y correctora que hemos ejercido sobre estos sistemas, también se ha perdido su capacidad natural de laminación de avenidas.

Los desastres que se citaron anteriormente son buena prueba de ello. Con ellos estamos ante algunos ejemplos de las trágicas consecuencias de lo expuesto en este breve diagnóstico de la problemática asociada a las inundaciones en nuestro país, actualmente. Han sido estos desastres, en especial los que causaron víctimas mortales en la década de los 90, Biescas (1996) y Alicante y Badajoz (1997), los que, tristemente, han tenido que motivar el cambio en la filosofía y políticas territoriales y de mitigación del riesgo de inundaciones.

Además, en la actualidad y, especialmente, en el sur de Europa, hay que sumar a todo esto el más moderno de estos agravantes, que es el más que probable incremento de la frecuencia y magnitud de desarrollo de episodios atmosféricos de rango extraordinario,

entre los que se encuentran las inundaciones, lo cual se traducirá en un aumento de la peligrosidad y, por tanto, como apuntamos, del riesgo de inundaciones (IPCC, 2007). Como ya hemos visto anteriormente, este no será el caso de grandes ríos como el Ebro, ya que este aumento de la peligrosidad tenderá a producirse en pequeños ríos, barrancos, etc. con tendencia a inundarse repentinamente, pero esto no exime al cambio climático y su posible incidencia sobre los fenómenos de inundación de la adecuada consideración, evaluación y seguimiento a los que han de ser sometidos en este proceso de elaboración de los trabajos exigidos por la Directiva de Inundaciones.

1.3.3. El cambio de enfoque en la gestión del riesgo de inundaciones

Como decimos, la forma en la que se ha venido interviniendo en el territorio (fuerte presión de ocupación de zonas inundables y prácticas estructurales para la mitigación de riesgos) en las últimas décadas, en especial durante el desarrollismo caótico y escasamente planificado de los años 60 y 70 (Mateu y Camarasa, 2000), comenzó a traducirse en serias catástrofes provocadas por las inundaciones durante los 80 y los 90, que pusieron de relieve las importantes carencias del planteamiento con el que se estaba abordando la cuestión de las inundaciones por aquel entonces.

A partir de entonces, de mediados de los 80, empieza a surgir, progresivamente, un nuevo enfoque para la gestión de los riesgos de inundación basado en iniciativas de carácter no-estructural, con un protagonismo claro de la ordenación del territorio, las medidas preventivas y la integración con el medioambiente.

La añorada ligadura entre análisis de riesgos naturales (inundaciones, sobretodo) y ordenación del territorio empieza a hacerse cada vez más palpable a través de su inclusión en normativas comunitarias, estatales y autonómicas, aunque tarda en hacerlo de forma efectiva en nuestro país, como se indicó con anterioridad. En algunas de las Comunidades Autónomas más afectadas por estos riesgos, incluso se aprueban planes específicos que contemplan la reducción del riesgo mediante la ordenación del territorio.

Por otra parte, los estudios de riesgos naturales pasaron de analizar la peligrosidad (trabajos sobre causas físicas, localización y efectos de eventos de rango extraordinario) en la década de los 80, a desarrollar enfoques sistémicos en los que se priman los aspectos social (vulnerabilidad) y territorial (exposición), durante la última década

(Olcina, 2010). Y, a su vez, la inversión pública empieza a trasladar recursos desde la fase post-evento hacia la de pre-evento (Mateu y Camarasa, 2000), de manera que se empieza a fomentar la prevención, a través de medidas no-estructurales destinadas a reducir la vulnerabilidad y la exposición (y que, cuando sea posible, consideren la conservación o restauración del buen estado ambiental del medio fluvial para contribuir a ello), obrando a priori, frente a la tradicional protección de carácter ingenieril, a posteriori, esto es, una vez ocurrido el desastre.

Además, durante este período también se modernizan los sistemas de previsión y alerta (destaca, a escala nacional, el SAIH¹¹), se elaboran planes de emergencia a cargo de los servicios de Protección Civil, cobran fuerza los aspectos relacionados con la hidrogeomorfología, la gestión integral de cuenca, etc., se aboga por una mayor interdisciplinariedad a la hora de abordar estos problemas y comienza a exigirse una evaluación a largo plazo del riesgo de inundaciones, que incluya la incidencia del cambio climático en los fenómenos pluviométricos extremos.

En realidad, se trata de un proceso aún en marcha, de forma que la adecuada realización de los trabajos que exige la Directiva europea de Inundaciones y su efectiva integración en los procesos de planificación territorial, hidrológica, etc. podría suponer el broche a este cambio de modelo hacia una mitigación más racional y económica de estos riesgos y una mayor sostenibilidad ambiental.

1.3.4. El Ebro de meandros libres

El Ebro de meandros libres, en el que se enmarca nuestra zona de estudio, se ubica en el sector central del Medio Ebro y se caracteriza por su ancha llanura aluvial (4,4 Km., de media, en la Ribera Alta) y su curso fluvial divagante, propiciados ambos por la intensa dinámica fluvial que se ha producido históricamente en este sector, dadas la baja pendiente (0,39 por mil, de media, en la Ribera Alta) y la presencia de materiales blandos (margas, arcillas y yesos) (Ollero, 2005). Se trata de uno de los ejemplos más singulares y valiosos de cauce dinámico en el contexto de la Península Ibérica, incluso, del continente europeo, pero de ella ya solo quedan algunos testigos como los cauces

¹¹ Sistema Automático de Información Hidrológica. Entró en funcionamiento por primera vez en 1984, en la Confederación Hidrográfica del Júcar.

abandonados o galachos, ya que esta se ha visto prácticamente eliminada por la acción antrópica sobre el territorio fluvial que se ha venido produciendo desde los años 60 (ibídem).

Esto pone de manifiesto el importante papel que juegan las crecidas en esta zona, en la que, por un lado, han dado lugar a las fértiles huertas y al patrimonio natural que han sido y son parte fundamental de la actividad socioeconómica y cultural de la región, y por otro, han llevado al ser humano a actuar sobre el medio natural mediante obras de defensa, que han alterado gravemente esta dinámica y el valor ecológico de los sistemas fluviales.

Esta progresiva ralentización de la dinámica del río hasta su práctica desaparición tiene su origen en la gran crecida de 1961 (la más importante del siglo XX en el Ebro), a partir de la cual comenzó un proceso de estabilización artificial del cauce, mediante la construcción de diques o motas, embalses de regulación (entre los que destaca Yesa), etc. (para proteger de las inundaciones y de la erosión en las orillas cóncavas de los meandros a las poblaciones y, mayoritariamente, a los cultivos), que además propició la ocupación intensiva de los cursos fluviales (alrededor de 100.000 personas habitan, hoy en día, en la llanura de inundación del Ebro aragonés), aumentando así la exposición de las personas y, sobretodo, de los bienes económicos a los peligros de las inundaciones (Ollero, 2009). El proceso de corrección medioambiental duró hasta los 80, resultando en un deterioro muy importante del funcionamiento del sistema fluvial (pérdida del carácter fluctuante típico de los ríos mediterráneos, de la dinámica hidrogeomorfológica por la sujeción de orillas y la retención de caudales líquidos y sólidos en los embalses, y de buena parte de la vegetación de ribera, invadida por chopos y cultivos), una reducción del espacio fluvial a la mitad, respecto de los años 50, y una efectividad en cuanto a la mitigación del riesgo de inundaciones bastante cuestionable, como veremos a continuación (ibídem; Ollero, 2005).

Las crecidas de 1992 y 1993 y, especialmente, la de 2003 (la más importante de los últimos 50 años en el Ebro, correspondiente a un período de retorno teórico de 12 años, según su punta de caudal en Zaragoza, de $2.988 \text{ m}^3/\text{s}$) supusieron mayores daños de los previstos para una inundación de dicha magnitud, por causas como roturas de motas, la inyección del flujo a través del acuífero aluvial en zonas donde no pudo desbordarse, etc. Es decir, la falta de planificación de las actuaciones fue determinante, pero no solo

por estos conflictos o el traslado del problema a sectores no defendidos, sino porque en muchos casos el valor de la inversión económica en defensa era netamente superior al valor de los daños a evitar (Ollero, 2005). Con esto, se evidenció la necesidad de reordenar el sistema de defensas, así como el propio espacio de inundación del río, para conseguir una eficaz mitigación del riesgo de las inundaciones y devolver al río a un estado ecológico que le permita funcionar adecuadamente, según su propia naturaleza.

Nuestro tramo de estudio es un buen reflejo de lo expuesto anteriormente, resumido en: fuerte ocupación agraria y urbana del territorio fluvial y constreñimiento del cauce por las actuaciones de defensa frente a las inundaciones y la erosión (motas, diques, escollera, etc.) de las crecidas, para proteger a los núcleos urbanos expuestos, pero también a gran parte de los cultivos y plantaciones (choperas) de ambas márgenes; restan muy pocos espacios de vegetación riparia típica que, además, están desconectados entre sí y, en su lugar, tenemos cada vez mayor número de bienes económicos expuestos; Alcalá y Cabañas de Ebro, ambos municipios pertenecientes a nuestro tramo de estudio, ejemplifican la ausencia total de consideración de la dinámica fluvial activa del río en esta zona, en el momento de planificar su emplazamiento (en sendas orillas cóncavas del río; en el caso de Alcalá, el cauce se pegó a la población, posteriormente, tras migrar el meandro aguas abajo unos 600 m.), siendo dos de los puntos con mayores riesgos hidrogeomorfológicos del Medio Ebro (Ollero, 1996). De no ser por las importantes obras de defensa que se efectuaron (incluyendo espigones para mitigar la fuerza erosiva de la corriente), los cimientos de ambas localidades ya habrían sido erosionados; pero estas, a su vez, se han convertido en fuertes obstáculos para la dinámica fluvial, que modifican las líneas de flujo, sobreinundan los terrenos de las márgenes opuestas y trasladan su fuerza contra márgenes no defendidas (ibídem).

2. NORMATIVA

Como ya se ha comentado en los apartados anteriores, la normativa en materia de gestión de los riesgos derivados de las inundaciones ha experimentado un gran desarrollo en las últimas décadas debido a la necesidad de prevenir y proteger a los bienes y personas de sus consecuencias negativas, por un lado, y a la necesidad de proteger y restaurar el medioambiente, que ha venido siendo impactado negativamente por la fuerte presión de ocupación (humana) de su espacio natural y la inadecuada gestión de dichos riesgos, por otro.

A continuación, se irán detallando los aspectos normativos más destacados de las distintas legislaciones aplicables en nuestro ámbito de estudio, en relación con la gestión del riesgo de inundaciones.

En el ámbito comunitario europeo tenemos que la Directiva 2000/60/CE¹² (Directiva Marco del Agua) ya recogía como parte de su objetivo principal de establecer un marco para la protección de todas las aguas, el de contribuir a paliar los efectos negativos de las inundaciones, a través de los instrumentos de planificación hidrológica.

A pesar de ello, la gestión del riesgo de inundaciones no es, obviamente, el objetivo principal de dicha directiva y, por tanto, no aborda el asunto como tal. Sin embargo, es fundamental destacar el hecho de que la consecución de los objetivos medioambientales que exige la Directiva 2000/60/CE está estrechamente vinculada a la adecuada gestión de estos episodios de inundación, en cuanto a que juegan un papel muy importante en la dinámica fluvial. De manera que, se prestará especial atención no solo a aquellas normas que regulen directamente el riesgo de inundaciones, sino también a aquellas otras con las que existan importantes interrelaciones, sinergias, etc. con motivo de esta gestión.

La norma principal en materia de inundaciones a nivel europeo es la Directiva 2007/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación (Directiva de Inundaciones), la cual tiene como principal objetivo establecer un marco para la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, destinado a reducir las consecuencias negativas de las inundaciones para la salud humana, el medioambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica. Y para lograrlo obliga a los Estados Miembros a elaborar, para cada Demarcación Hidrográfica (como regla general), una evaluación preliminar del riesgo de inundación, mapas de peligrosidad y riesgo de inundación y planes de gestión del riesgo de inundación. Además de establecer los contenidos mínimos de estos trabajos, la norma también recoge otras consideraciones a tener en cuenta, entre las que cabe destacar: la coordinación con otras normas, como la Directiva

¹² DIRECTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

2000/60/CE; el fomento de la información y participación públicas; y la evolución a largo plazo, incluyendo la incidencia del cambio climático, de las inundaciones.

Esta Directiva de Inundaciones es transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, el cual se encarga de regular, en todo el territorio español, los procedimientos para la realización de los trabajos a los que obliga la directiva europea, con objeto de obtener un adecuado conocimiento y evaluación de los riesgos asociados a las inundaciones, así como lograr una actuación coordinada de todas las Administraciones Públicas y la sociedad, para así reducir las consecuencias negativas de las inundaciones.

Dado que esta es la norma que rige de manera principal el desarrollo del presente estudio, se irá abordando de manera más específica el contenido de su articulado, en especial el de los capítulos III (Mapas de peligrosidad y riesgo de inundación), IV (Planes de gestión del riesgo de inundación) y V (Coordinación, información y consulta pública), a lo largo del mismo.

Si bien estas, la Directiva 2007/60/CE y el Real Decreto 903/2010, son las normas que más recientemente y de manera más específica han abordado la cuestión de la problemática asociada a las inundaciones en nuestro territorio, resulta también interesante repasar cómo esta cuestión ha ido cobrando cada vez más protagonismo en la legislación estatal de nuestro país, en los últimos años.

Así, tenemos que el primer hito destacable en este sentido fue la relación que se estableció, por vez primera, entre la planificación del territorio y de los usos del suelo con los análisis de riesgos y la zonificación territorial sobre inundaciones, de la mano de la Directriz Básica de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, aprobada por acuerdo del Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994. Esta se elaboró para establecer el marco de desarrollo de los Planes Especiales de Protección Civil ante Inundaciones (con el fin de coordinar la actuación de los distintos servicios y Administraciones implicados), de acuerdo con la Norma Básica de Protección Civil¹³, prevista en el artículo 8 de la Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil.

¹³ Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil.

No es de extrañar que este nexo entre las inundaciones y la planificación del territorio, a nivel jurídico, naciera en el marco de la Protección Civil, ya que este era el único ámbito desde el que se abordaba la cuestión de las inundaciones.

Con la entrada en el nuevo milenio, el carácter predecible de las inundaciones en cuanto al tiempo y, sobretodo, en cuanto al lugar, continuó cobrando importancia de forma progresiva, haciendo variar la forma de abordar la cuestión desde criterios de protección y defensa frente a la catástrofe hacia criterios de ordenación y planificación del territorio y los recursos, basados en un conocimiento adecuado del fenómeno natural de las inundaciones.

De este modo, en la legislación en materia de aguas de nuestro país queda recogida la obligación de delimitar las zonas inundables en todo el territorio español, así como de llevar a cabo la planificación del suelo y la autorización de usos en dichas zonas, teniendo en consideración los datos y estudios sobre inundaciones que los organismos de cuenca deberán aportar a las Administraciones competentes en ordenación del territorio y urbanismo, a través del Texto Refundido de la Ley de Aguas¹⁴, mediante el cual se transpone la Directiva 2000/60/CE, y también a través de la Ley del Plan Hidrológico Nacional¹⁵.

Además, estas hacen hincapié también en aspectos importantes como las limitaciones en el uso de las zonas inundables que podrán establecerse para garantizar la seguridad de las personas y los bienes, así como en la protección del dominio público hidráulico y de las propias zonas inundables mediante la aplicación de medidas correctoras, como la eliminación de construcciones u otras instalaciones que puedan agravar el riesgo o la protección de dichos espacios.

Por otro lado, tenemos también el Texto Refundido de la Ley del Suelo, que contribuye a reforzar la consideración de los riesgos naturales en el proceso de planificación urbanística, exigiendo que se incluyan mapas de riesgos naturales en el informe de sostenibilidad ambiental que debe acompañar a todos y cada uno de estos procesos. Y

¹⁴ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.

¹⁵ Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, modificada por la Ley 11/2005, de 22 de junio.

además, se encarga de reseñar la necesidad de atender, entre otros, al “principio de prevención de riesgos naturales y de accidentes graves”, según el citado texto, como criterio básico de utilización del suelo a tener en cuenta por las Administraciones Públicas competentes en materia de ordenación territorial y urbanística.

Y para terminar ya con este breve repaso al marco jurídico relacionado con la gestión del riesgo de inundaciones en España, el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, plantea la creación del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), en colaboración con las Comunidades Autónomas y de acuerdo con los criterios y metodología establecidos por la Directiva de Inundaciones, para tratar de paliar las deficiencias que hasta entonces habían mostrado las herramientas para la gestión del riesgo de inundaciones disponibles en la legislación de aguas de nuestro país.

De manera que, según se vayan concluyendo los trabajos que exige la Directiva de Inundaciones para cada Demarcación Hidrográfica, se deberán ir incorporando al SNCZI con el fin de que la Administración General del Estado pueda disponer de dicha herramienta para desarrollar mecanismos adecuados de gestión del riesgo de inundaciones, impulsando la colaboración entre Administraciones.

Algunas de las normativas de carácter regional que también se han considerado, especialmente con vistas a la integración del riesgo de inundaciones en los procesos de ordenación territorial y de planificación hidrológica, son: las leyes de urbanismo¹⁶ y de ordenación del territorio¹⁷ de Aragón, así como el Plan Especial de Protección Civil ante Inundaciones de Aragón¹⁸ y el Plan Hidrológico del Ebro (2010 – 2015), aún en fase de aprobación. Del mismo modo ocurre, a nivel local, con los Planes Generales de Ordenación Urbana y Normas Subsidiarias de los distintos términos municipales de la zona de estudio.

¹⁶ Ley 3/2009, de 17 de junio, de Urbanismo de Aragón.

¹⁷ Ley 4/2009, de 22 de junio, de Ordenación del Territorio de Aragón.

¹⁸ Aprobado por DECRETO 237/2006, de 4 de diciembre, del Gobierno de Aragón

3. ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DEL RIESGO Y LAS INUNDACIONES

Como ya se ha dicho, en las últimas décadas se ha echado mucho en falta una mejor percepción (más real) del riesgo asociado a los fenómenos de inundación, así como un conocimiento mayor del verdadero papel que estos episodios juegan en los sistemas fluviales y en nuestra propia sociedad. Sin educación al respecto, no es posible lograr el cambio de mentalidad que necesariamente debe producirse para avanzar en la solución de la problemática actual relacionada con las inundaciones.

Detrás de este problema de información o, mejor dicho, de desinformación, se encuentran, por un lado, los fuertes intereses económicos asociados a las actividades que ocupan el espacio fluvial (urbanismo, agricultura, ...) y, por otro, la falta de rigor informativo al cubrir los sucesos de inundaciones de los medios de comunicación, tendentes a responsabilizar de las catástrofes producidas por estas a la “imprevisibilidad”, cuando no a la “maldad”, de la naturaleza.

Aunque es cierto que se ha avanzado en la comprensión de ambas realidades (riesgos e inundaciones) en los últimos años, fruto de la experiencia social y del conocimiento aportado por la comunidad científica, aún nos falta, como sociedad, una parte importante del camino por recorrer, así como mucha teoría que llevar a la práctica.

En lo referente a los riesgos asociados a las inundaciones, el ser humano y su actividad han pasado de tratarse exclusivamente como focos receptores de los efectos negativos ocasionados por estas, a ser considerados también como un factor clave que permite explicar tanto la situación de riesgo de un territorio como los desastres derivados de estos episodios (no hay riesgo ni catástrofes sin bienes vulnerables expuestos a los peligros de la naturaleza, o lo que es lo mismo, sin la intervención – inapropiada – del ser humano sobre el territorio).

De manera que, según Olcina (2010), el riesgo debe entenderse como la plasmación territorial de actuaciones del ser humano en el medio natural de forma indebida, esto es, no teniendo en cuenta el comportamiento, a veces extremo, de la naturaleza. Lo cual pone de manifiesto dos cosas: la primera, que el riesgo no se explica sin el ser humano y la segunda, que el medio físico debe analizarse en su doble vertiente de funcionamiento

(comportamientos medio y extremo). Precisamente, la falta de consideración de estas dos últimas es la que nos ha llevado, en parte, a convertirnos en sociedades del riesgo.

Esta evolución conceptual ha posibilitado, sin duda, el cambio (el progreso) de los enfoques de gestión del riesgo y de planificación territorial hacia soluciones más acordes (más racionales, eficaces y sostenibles) con la problemática de inundaciones que nos asola. Sin embargo, la puesta en práctica de forma efectiva de ambos enfoques precisa de una mayor sensibilización social al respecto, ya que al final es la propia sociedad la que acepta, desarrolla o pone freno a las iniciativas de los decisores y gestores. Por ejemplo, a día de hoy, sería difícil creer que se pudiera aprobar/ autorizar un proyecto como ocurrió en su momento con el camping de Biescas, principalmente por el mayor conocimiento que hoy se tiene sobre el tema, pero también por el papel que la sociedad juega como demandante de estas actividades/ asentamientos, la cual, mediante una fuerte concienciación, evitaría la tentación de algunas promotoras de anteponer los intereses económicos a la seguridad de las personas y los bienes como, de hecho, ha ocurrido en el pasado.

Muy relacionado con lo anterior, también existe un importante desconocimiento del significado real de las inundaciones en sí, más allá del catastrofismo al que se nos ha venido acostumbrando a modo de justificación de muchas de las actuaciones del ser humano (medidas correctoras del medioambiente, ocupación del espacio fluvial, etc.). En especial, este desconocimiento tiene que ver con el papel que desempeñan los episodios de inundación dentro de los sistemas fluviales, así como con los beneficios (servicios ambientales) que implica contar con este tipo de sistemas en su estado ecológico óptimo.

En cuanto al funcionamiento de los sistemas fluviales, las crecidas e inundaciones constituyen el motor principal de la dinámica natural a la que están sometidos (actualmente, muy alterada – prácticamente eliminada, en muchos casos – debido a la acción antrópica), en cuanto a que aceleran los procesos de erosión, transporte y sedimentación en el cauce (conectividad longitudinal y vertical), así como también redistribuyen materiales y modifican la geomorfología y el ambiente en los llanos de inundación (conectividad transversal). Estos comportamientos extremos de los medios fluviales son inherentes a su propia naturaleza, en cuanto a que son sistemas dinámicos, fluctuantes, cambiantes. De forma que, el resto de ecosistemas asociados a ellos están

adaptados a estas condiciones, de modo que necesitan o dependen de este dinamismo para cumplir naturalmente con sus ciclos de vida. En realidad, esto no es otra cosa sino un equilibrio dinámico al que tienden estos sistemas, razón por la cual los ríos cuentan con su propia capacidad para autorregularse, amortiguar picos, etc. siempre que su estado ecológico sea adecuado.

La acción del ser humano, en su afán por su desarrollo urgente, ha supuesto una fuerte regresión y deterioro de los procesos asociados a la dinámica fluvial y los ecosistemas vinculados a esta, a través de medidas de control del medio natural, con escaso éxito demostrado en lo que a la mitigación del riesgo de inundaciones se refiere. De modo que, acciones como la fuerte regulación de los ríos mediante embalses, la construcción de sistemas de defensa (diques, motas, escollera, espigones, etc.) que constriñen el cauce, la modificación artificial (cortas, desvíos, encauzamientos) de los cursos fluviales, etc. han impactado severamente el medioambiente de forma directa y también indirecta, debido a la invitación a invadir el espacio fluvial, dada la “falsa seguridad” generada por estas actuaciones entre la población.

Pero este impacto ambiental relacionado con las crecidas e inundaciones y el espacio fluvial asociado a estas, también tiene repercusiones negativas para la sociedad, para su bienestar, su economía, incluso su seguridad; y es que se ha tendido (o inducido) a olvidar los beneficios que históricamente nos han aportado estos episodios de inundación y el correcto funcionamiento de los sistemas fluviales, en forma de servicios ambientales. Entre ellos, cabe destacar los siguientes: la fertilización natural del suelo, la recarga del acuífero aluvial, la renovación del ambiente fluvial y los hábitats (regeneración de ecosistemas, aumento de biodiversidad), la renovación de aguas estancadas y limpieza de cauces, el aporte de sedimentos y nutrientes a los deltas y el retroceso de la cuña salina en las desembocaduras (Ollero, 1997; FNCA, 2003).

Los anteriores favorecen y hacen posible el desarrollo de ciertas actividades económicas, recreativas, etc. del ser humano, sin embargo, si nos centramos en los riesgos de inundaciones, el servicio más importante lo constituye la laminación natural de las avenidas que se produce cuando el río puede desbordarse libremente, utilizando su espacio de libertad o movilidad fluvial. Con ello disminuyen las puntas de caudal y se disipa la energía de la corriente aguas abajo, resultando más eficiente que muchas de las actuaciones correctoras planteadas por el ser humano. Este efecto “tampón” o

amortiguador de las avenidas del río se debe al propio espacio físico de que dispone la corriente para laminarse, así como a la estructura vegetal típica de las riberas que favorece el flujo lento, disipando la energía y aumentando la infiltración. Por este motivo, las estrategias más innovadoras en materia gestión integral y sostenible de los riesgos de inundación están apostando por devolver este espacio a los sistemas fluviales (“al río lo que es del río”), así como restaurar o proteger la vegetación de ribera típica de estos ambientes, para mitigar dichos riesgos recuperando la funcionalidad de la llanura de inundación.

La sociedad debe ser conocedora y participe de estas realidades para posibilitar una gestión adecuada de nuestro territorio, del riesgo de inundaciones y de los propios sistemas naturales. No podemos eludir la necesidad de convivir con nuestro entorno ambiental, ajustando y compatibilizando nuestras pautas de comportamiento con las del medio natural; de otra manera, seguiremos anteponiendo los intereses económicos a nuestra propia salud y la del medioambiente. Y para lograrlo, es fundamental la información, educación y sensibilización social en materia ambiental y de riesgos, de ahí su fuerte protagonismo en estos nuevos enfoques de planificación y gestión del territorio y los riesgos de inundación.

4. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1. Localización del tramo

La zona de estudio se encuentra en la Demarcación Hidrográfica del Ebro, situada en el cuadrante NE de la Península Ibérica. La Demarcación del Ebro limita al Norte por los Montes Cantábricos y los Pirineos, por el SE con el Sistema Ibérico y por el Este con la cadena Costero-Catalana. Según datos de la misma, la Cuenca del Ebro ocupa una superficie total de 85.362 Km², de los cuales el 98.89% está dentro de España, el 0.59% en Francia, y 0.52% en Andorra. Es la cuenca hidrográfica más extensa de España, representando el 17,3 % del territorio peninsular español. El ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Ebro abarca 9 Comunidades Autónomas, 18 Provincias, 1.715 Municipios con término dentro de la Cuenca, 1.623 Municipios con su capital dentro de la Cuenca, 5.423 Localidades en la Cuenca y 2.767.103 Habitantes empadronados en los T.M. con capital dentro de la Cuenca (CHE, 2012).

El río Ebro, con unos 910 Kilómetros, es el segundo río más largo de la Península Ibérica, y también el segundo río con mayor aportación de agua al mar (Magdaleno Mas 2011). Discurre en sentido NO-SE, desde su nacimiento, en el Pico Tres Mares, en las montañas Cantábricas, hasta su desembocadura, en Deltebre (Tarragona), en el mar Mediterráneo, formando un magnífico delta. En su camino recoge aguas procedentes de los Pirineos y montes Cantábricos por su margen izquierda a través de importantes afluentes, como el Aragón, Gállego, Cinca-Segre, etc. y por su margen derecha recibe los afluentes procedentes del Sistema Ibérico, normalmente menos caudalosos, como el Oja, Iregua, Jalón o Guadalope. En total se contabilizan unos 12.000 Km. de red fluvial principal (CHE, 2012).

Comunidad Autónoma	Extensión total, en Km ²	Extensión en la cuenca, Km ²	% de la Comunidad en la cuenca	% de extensión en el total de la cuenca
Cantabria	5.829	766	13,14	0,90
País Vasco	7.250	2.728	37,63	3,21
Castilla y León	94.010	8.186	8,71	9,64
La Rioja	5.034	5.013	99,58	5,90
Navarra	10.421	9.332	89,65	10,98
Castilla-La Mancha	79.225	1.103	1,39	1,29
Aragón	47.682	42.072	88,23	49,53
Comunidad Valenciana	23.260	821	3,53	0,97
Cataluña	31.932	14.937	46,78	17,58

TABLA: EXTENSIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO Y CC.AA. QUE OCUPA .FUENTE: WWW.CHEBRO.ES

La cuenca del río Ebro presenta una disposición en cubeta, cerrada por las cordilleras periféricas (Montes Cantábricos y Pirineos por un lado, Sistema Ibérico y la cadena Costero-Catalana), dejando entre sí una zona deprimida de topografía más llana, la depresión del Ebro y , conformando una de las grandes depresiones españolas fuera de la Meseta.

Este ámbito es drenado por el río Ebro, que discurre en sentido noroeste-sureste entre los Pirineos y el sistema Ibérico, aunque más próximo a éste, de forma que unos 50.000 Km² de su cuenca quedan en su margen izquierda y unos 30.000 Km² en la derecha. La cuenca forma un triángulo isósceles con su base al este, en la zona de la desembocadura del río, y el vértice en el nacimiento del Ebro, mostrando una planimetría contraria a la que presentan la mayoría de las cuencas fluviales. En este amplio espacio existen cuencas endorreicas (CHE, 2011).

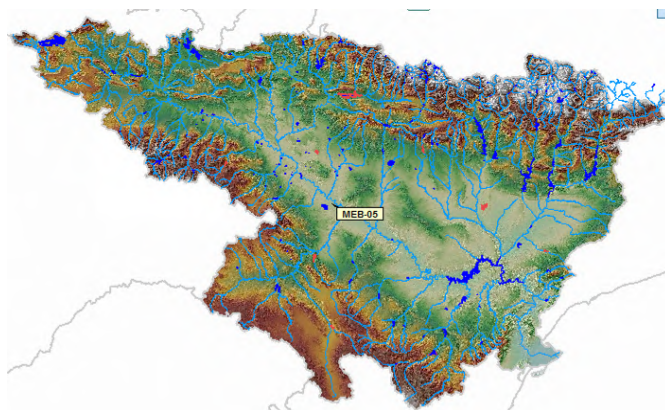
La llanura de inundación del Ebro medio tiene un ancho promedio de 3,2 km, con un máximo de 6,0 km. El área de inundación en el sector central del río Ebro es 739 km² (Magdaleno, 2011).

La zona de estudio pertenece al tramo medio del río Ebro, en la provincia de Zaragoza, dentro de la comarca de la Ribera Alta, y un pequeño trozo de la comarca de Cinco Villas, ya que también toca a Tauste (aunque la descripción se centrará básicamente en la comarca de la Ribera Alta). En esta zona, el río Ebro discurre por el centro de su Depresión con una pendiente muy baja, describiendo pronunciadas curvas o meandros y regando extensas huertas, sotos y plantaciones de chopos.

El tramo de estudio se ha incluido dentro del Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (a partir de ahora ARPRI) 04.-Medio Ebro, en el Tramo de Riesgo Alto Significativo MEB-05 y de longitud 29,932 Km (EPRI, 2010).

El estudio se centra en la mitad del tramo MEB-05, que va desde el municipio de Luceni a Cabañas por la margen derecha del río Ebro (unos 17 Km aprox. sobre el eje del cauce del río). Por lo tanto, el tramo de estudio abarca los municipios de Luceni, Tauste, Remolinos, Pedrola, Alcalá de Ebro, Cabañas de Ebro y Torres de Berrellén, pero como se puede observar en las siguientes imágenes, los municipios que más extensión abarcan a las orillas del Ebro son Luceni, Alcalá de Ebro y Cabañas de Ebro., tal y como muestra la tabla que se expone a continuación de las imágenes. A mediados de siglo, éstas dos últimas localidades han asistido al acercamiento del cauce hasta hacer peligrar su emplazamiento (Ollero, 1996).

Se ha realizado una visita a campo para recorrer el tramo de estudio y tomar anotaciones el 17 de Febrero. En el Anejo 3 se adjuntan algunas fotografías realizadas durante la visita a campo.



IMÁGENES DE LA UBICACIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO

Municipios	Extensión total (Km ²)	Km río (Eje Río)
Luceni	27,1	3
Tauste	405,2	0,2
Remolinos	18,5	1,4
Pedrola	113,7	-
Alcalá de Ebro	9,9	7,2
Torres de Berrellén	53,8	3,6
Cabañas de Ebro	8,5	4,6

TABLA-RESUMEN DE LA EXTENSIÓN DE LOS MUNICIPIOS Y
LONGITUD APROXIMADA DE RÍO EBRO QUE PASA POR LOS MISMOS

4.2. Medio físico

A continuación se explica el medio físico en el que se encuentra la zona. En el ANEJO 1 se describe de una forma más precisa el clima, la geología, la hidrogeología y la edafología. También se presentan algunas tablas que describen la hidrología.

4.2.1. Geología, hidrogeología y evaluación y dinámica geomorfológica

A nivel regional, esta zona comprende dos unidades principales de diferente génesis y edad geológica: Terciario y Cuaternario. La zona de estudio se asienta en sedimentos del origen del Cuaternario, con litologías como limos, arenas, gravas y conglomerados. A nivel local, nos encontramos en lo que se llama el corredor del Ebro, definida por varias unidades geomorfológicas, entre las que se encuentran terrazas fluviales, llanura de inundación, y fondo de valle.

En cuanto a la hidrogeología, la zona se asienta dentro del “Dominio de la Depresión del Ebro”, en la unidad hidrogeológica correspondiente al aluvial del Ebro: U.H. Tudela Gelsa (código 09.04.06) CHE (2012).

La entrada de agua en la unidad se realiza mediante: infiltración de las precipitaciones, retornos de riego, almacenamiento en riberas durante las avenidas, aportes de barrancos laterales y transferencias de los aluviales emplazados aguas arriba de la unidad, y las descargas se realizan hacia la red superficial y mediante extracciones.

En cuanto a la evaluación geomorfológica del tramo de estudio, a partir de los trabajos de Ollero (Ollero Ojeda 1990, 1992, 1996, 2005, 2009) y Magdaleno (2010), se ha podido comprobar que la dinámica geomorfológica de la zona se ha visto reducida debido a la humanización de la llanura de inundación, las defensas de la margen y la regulación de la cuenca. Así, la superficie de los usos del suelo se han visto modificados, disminuyendo la superficie natural en detrimento de la no natural.

El Ebro discurre sobre un valle amplio y de pendiente muy baja (una media del 0,67 por mil), dibujando a su paso meandros libres. Los meandros tienden a desplazarse aguas abajo y disminuir su radio de curvatura para alcanzar una mayor estabilidad. La orilla cóncava es erosionada mientras que en la orilla convexa las playas de gravas crecen hacia el cauce aguas abajo, desarrollándose sotos y formas como brazos ciego o madres.

El meandro libre o divagante es un tipo de meandro que se desarrolla sobre una llanura aluvial o sobre sedimentos sin consolidar, lo que permite la libre evolución de la curva, al contrario de lo que ocurre en el meandro encajado, tal y como ocurre con el Ebro aguas arriba y abajo del tramo medio, es decir, aguas arriba de El Cortijo (Logroño) y aguas abajo de la Presa de Alforque (La Zaida), donde el cauce discurre dibujando meandros encajados en los materiales terciarios (Ollero, 1990).

Este tramo de meandros libres discurre a lo largo de unos 347 Km siendo el curso fluvial de estas características más largo de la península, estableciéndose como uno de los ejemplos de cauce dinámico más valiosos de Europa (Ollero y Pellicer, 1991; Ollero, 1996)

La dinámica del cauce ha sido de gran intensidad a lo largo de la historia, reduciéndose hasta su mínima expresión a raíz del periodo 1945-1965 en el que se incrementa la regulación de la cuenca y se desarrollan numerosas defensas de margen que impiden la movilidad del cauce, y ha quedado prácticamente eliminada desde los años ochenta (Ollero, 1996). Es de destacar que la regulación de la cuenca no sólo afecta a los caudales líquidos, sino también a los caudales sólidos que disminuyen progresivamente los procesos geomorfológicos y bióticos a lo largo del río, deteriorando así el río.

Como ya se ha comentado anteriormente, a lo largo de la historia se han registrado continuos cambios de trazado en el cauce, entre los que se encuentran cortas de meandros debido a crecidas (cambios bruscos) y migración de meandros por erosión de las márgenes cóncavas (cambio progresivo), mínimos en la actualidad por la retención de sedimentos en los embalses y por la proliferación de defensas que constriñen las orillas. Aunque los procesos de erosión mantienen en algunos puntos cierta actividad. El río sigue movilizand o materiales, de manera que algunas barras de gravas del cauce experimentan desplazamientos hacia aguas abajo observables de un año para otro (G.A., 2005).

La huella que esta dinámica fluvial tan activa ha dejado en la llanura de inundación, en forma de meandros abandonados, es fácilmente apreciable mediante ortofotos. Puede recurrirse a la comparación de las ortofotos antiguas, del 1927, ó del vuelo americano del 1957, con actuales para la localización de los mismos, aunque no es preciso la

comparación de las mismas, ya que en ortofotos actuales es posible vislumbrar esas huellas.

A continuación se muestran dos imágenes de la zona de estudio, en la primera se muestra la evolución del cauce del río en el tramo de estudio, reflejando el cauce en las ortofotos del 1927, 1957 y con otra más actual, en torno al 1996, observándose que la mayor dinámica del río (desde 1927 a la actualidad) ha sido entre 1927 y 1957, y entre 1957 y la actualidad ha disminuido mucho. En la otra imagen se muestra una ortofoto actual, en la zona del río Ebro cercana a Remolinos, y se señala un meandro abandonado.

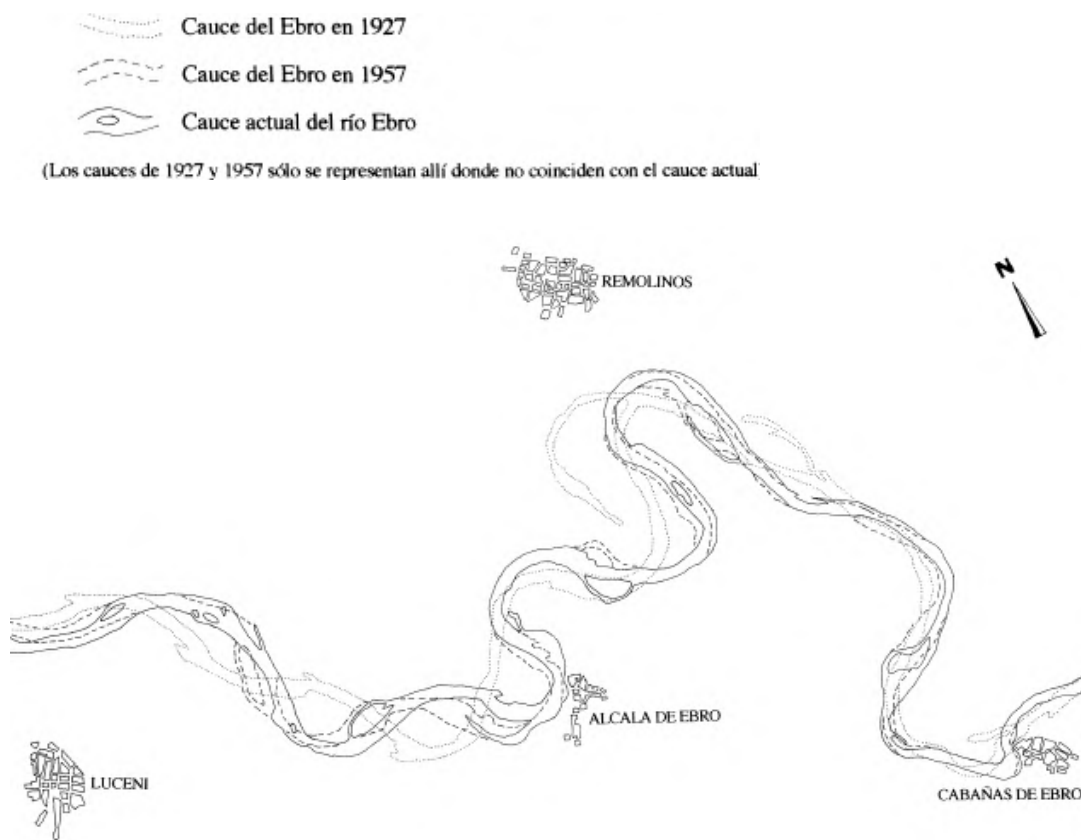


IMAGEN: EVOLUCIÓN DEL CAUCE DEL RÍO EBRO EN EL TRAMO DE ESTUDIO .FUENTE: OLLERO, 1996



IMAGEN: MEANDRO ABANDONADO EN EL MUNICIPIO DE REMOLINOS. FUENTE: VISOR IBERPIX, IGN, IMAGEN PLAN NACIONAL DE TELEDETECCIÓN DE ESPAÑA, 2009.

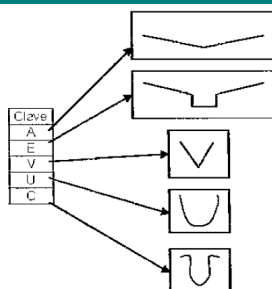
El índice de sinuosidad medio del cauce menor es de 1,505 en la zona de estudio, a la altura de Alcalá del Ebro, es de 1,954 (y una pendiente de 0,35 por mil), localidad que se inserta en el tramo de máxima sinuosidad del Ebro medio (Ollero, 1996).

Se ha clasificado el tramo mediante la metodología expuesta por Díaz y Ollero (2005) a partir de las variables geomorfológicas de pendiente del cauce, geomorfología del cauce –estilo fluvial- y geomorfología del valle) que ha sido aplicada a los sistemas fluviales.

Esta clasificación tiene como fin el estudio de los tramos funcionalmente homogéneos, que sirvan como base para la aplicación de la DMA.

VARIABLE	TIPOLOGÍAS	VALORACION EN EL TRAMO																
PENDIENTE	<p>Figura 1. Intervalos de pendiente.</p>	MUY BAJA (media del 0,067% en el Tramo Medio, Ollero, 1996; 0,039 % en La Ribera Alta Ollero, 20)																
GEOMORFOLOGÍA DEL VALLE	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">tipo</th> <th>Clave</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ABIERTO</td> <td>Extenso</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>De fondo encajado o semiencajado</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ENCAJADO</td> <td>De fondo cóncavo</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>De fondo plano</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CERRADO en cañón</td> <td>C</td> </tr> </tbody> </table>	tipo		Clave	ABIERTO	Extenso	A	De fondo encajado o semiencajado	E	ENCAJADO	De fondo cóncavo	V	De fondo plano	U	CERRADO en cañón		C	A
tipo		Clave																
ABIERTO	Extenso	A																
	De fondo encajado o semiencajado	E																
ENCAJADO	De fondo cóncavo	V																
	De fondo plano	U																
CERRADO en cañón		C																

VARIABLE	TIPOLOGÍAS	VALORACION EN EL TRAMO
----------	------------	------------------------



GEOMORFOLOGÍA DEL CAUCE	tipo		clave
	MUY PENDIENTE	> 10%	P
	RECTO		R
	SINUOSO (Is entre 1,05 y 1,3)	De pendiente alta (10-2%)	S+
		De media y baja pendiente (<2%)	S
	MEANDRIFORME (Is >1,3)	De pendiente media (>0,5%)	M+
		De pendiente baja (<0,5%)	M
	TREZADO	De pendiente alta (> 1%)	T+
		De pendiente baja (< 1%)	T
	ANASTOMOSADO		A
	ALTERADO O NO CLASIFICABLE		X

M=Meandriforme de pendiente baja ($I_s=1,505$; en Alcalá de Ebro: 1,953; Ollero, 1996)

RESULTADO:
COMBINACIÓN
CAUCE-VALLE

	A	U	E	V	C	
R						sinuosidad +
S ⁽⁺⁾						
M ⁽⁺⁾						
T ⁽⁺⁾						
A						
anchura corredor ribereño y llanura de inundación +						-

MA

TABLA: TIPO DE TRAMO SEGÚN EL CAUCE Y EL VALLE

Según los autores de la publicación, los tipos básicos de cauces meandriformes, como es el caso, se encuentran en un 9,2% de los tramos clasificados en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. También han considerado la alteración de los tramos,

considerando como tipos de cauce con alto grado de alteración a aquéllos en los que la modificación antrópica está muy presente en la mayor parte del tramo, pero aún conservan varios sectores de dinámica natural, como es el caso del tramo de estudio. De los tramos alterados en su mayor parte, los más abundantes están ubicados en valles amplios de tipo A y U (los más accesibles y ocupados antropicamente).

Los autores valoran cuantitativa (de 1 a 5) y cualitativamente la geomorfología, así como una serie de descripción de impactos y propuestas para algunos tipos de morfologías. En el caso de este tramo, el valor geomorfológico es de 5, “Muy Alto”, las principales presiones en este tipo de cauces son los dragados, escolleras, motas y ocupación de la llanura de inundación, estos 3 últimos impactos han podido ser identificados en la visita a campo realizada. Para finalizar este apartado se junta la descripción de la clasificación del tramo por Díaz y Ollero, 2005, que describe la importancia del tramo de estudio, y defiende su puesta en valor:

El tipo M es escaso en la cuenca del Ebro (9,2%). Los cursos meandriiformes de valles amplios presentan un valor geomorfológico muy alto, siendo los MA muy dinámicos, con un cauce muy móvil y posibilidad de cortas de meandros. Éstos son los que más impactos reciben, debido a que su alta movilidad lateral choca con los intereses antrópicos de aprovechamiento de sus recursos y de ocupación de su amplia llanura de inundación: escolleras en orillas cóncavas para la fijación de los meandros, motas en las orillas para evitar la inundación del corredor (ocupado con uso antrópico), dragados del cauce para evitar cambios de trazado inesperados, minicentrales hidroeléctricas que "cortocircuitan" largos tramos del cauce por donde el caudal circulante es menor al natural ... Por ello, se propone para este tipo de cauce la delimitación de su Espacio de Movilidad Fluvial, es decir, un espacio libre de impedimentos donde el cauce pueda migrar libremente y tener una dinámica natural. Sólo así se conseguirá mantener y recuperar este tipo de cauce interesantísimo y con un alto valor ecológico y didáctico.

4.2.2. Hidrología superficial

En este apartado, se caracterizará la hidrología superficial, y posteriormente se tratará más concretamente sobre las avenidas. Además, **con los datos del Anuario de Aforos de la EA 9011 se obtendrán:**

- Por un lado, una serie de parámetros con los que caracterizar el régimen hidrológico, con toda la serie de caudales circulantes diarios existentes.
- Por otro lado una serie de índices que valoran el grado de alteración del mismo, centrándose más en los parámetros que describen las AVENIDAS, ya que es objeto del presente estudio. Para ello se compararán dos series, una en régimen natural y otra en régimen alterado.

Para este apartado se han utilizado dos aplicaciones:

- **IAHRIS 2.2** (Índice de Alteración Hidrológica en los Ríos, Abril 2010), que es un programa informático desarrollado por el CEDEX y por la Universidad Politécnica de Madrid, que permite comparar las condiciones de las componentes más importante del régimen desde el punto de vista de los ecosistemas fluviales, antes y después de la regulación del río. De entrada se necesitan introducir datos de series de caudales y la salida del programa IAHRIS es un fichero en Excel con diferentes solapas que corresponden a diferentes informes, el número de los mismos dependerá de las series introducidas (introducción de una única serie alterada/natural/histórica; ó dos series, una natural y otra alterada; datos de ambas series mensuales ó diarios, series coetáneas o no coetáneas...). Así, se obtienen informes con 19 parámetros que caracterizan el régimen de caudales, con tablas y gráfico, y/o índices de evaluación del régimen en valores habituales y extremos (un total de 21 índices para series coetáneas y de 24 para no coetáneas, de las cuales los primeros índices evalúan la alteración hidrológica de valores habituales del régimen, y desde el índice 7 al 14 evalúan la alteración de avenidas, y del 15 al 21 la alteración producida en las sequías) Es muy importante conocer las alteraciones del régimen que se está estudiando, así como los años en los que han ocurrido, para poder evaluar bien los resultados obtenidos.
- **SEDAH** (Servidor de Datos para Estudio de la Alteración Hidrológica), que se ha utilizado para la obtención de las series se ha utilizado para la obtención de datos del Anuario de Aforos, ya que ayuda a preparar las series de datos y los formatos de los archivos para la entrada de los datos en el programa, además de otras como la *agilización del trámite de selección de estaciones de aforo, fechas de la alteración y exportación de datos, en algunos proporciona información completada tanto para*

datos mensuales y diarios, disponiendo de esta manera de un mayor volumen de datos en los formatos nativos de LAHRIS (Martínez Romero et al. 2011).

Para los estudios realizados en este apartado se han utilizado la serie de caudales aforados de la Estación de Aforo de Zaragoza (EA 9011). Existe otra Estación de Aforo más cercana, que puede verse en la anterior imagen, en la localidad de Alagón (EA 9286), pero tan solo tiene registro desde el 2006-07. Por lo tanto, a la hora de seleccionar los datos de la EA de Zaragoza se supra valoran las aportaciones de la zona de estudio, debido a que la EA de Zaragoza recoge las aportaciones del Río Jalón. Se estudió la opción de eliminar las aportaciones del Jalón de la serie aforada diaria de la EA de Zaragoza, pero no ha sido posible, debido a que los datos de la serie de caudales diarios empieza en el año no existen datos suficientes en la EA 9087 Grisen en el Río Jalón (existen datos diarios desde el 1970). Por lo tanto, al no existir otras opciones, se selecciona esta EA Zaragoza, sin perder de vista éste gran detalle.



IMAGEN DE LAS E.A. CERCANAS AL TRAMO DE ESTUDIO. FUENTE: SEDA H

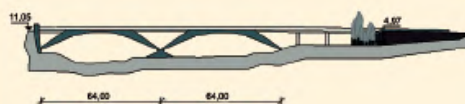
Ebro

Identificación			
Estado:	Alta	Inicio:	1912
Cód. CH:	9011	Cód. SAIH:	A011
Cód. SAICA:			
UTM X:	676.533	Y:	4.614.247
Huso:	30	Cota (m):	201
Río:	Ebro		
Cuenca receptora (km ²):	40.434		
Sistema de explotación:	Ebro Alto-Medio y Aragón		
T. municipal:	Zaragoza		
Provincia:	Zaragoza		
Hoja 1:50.000:	Zaragoza (383)		

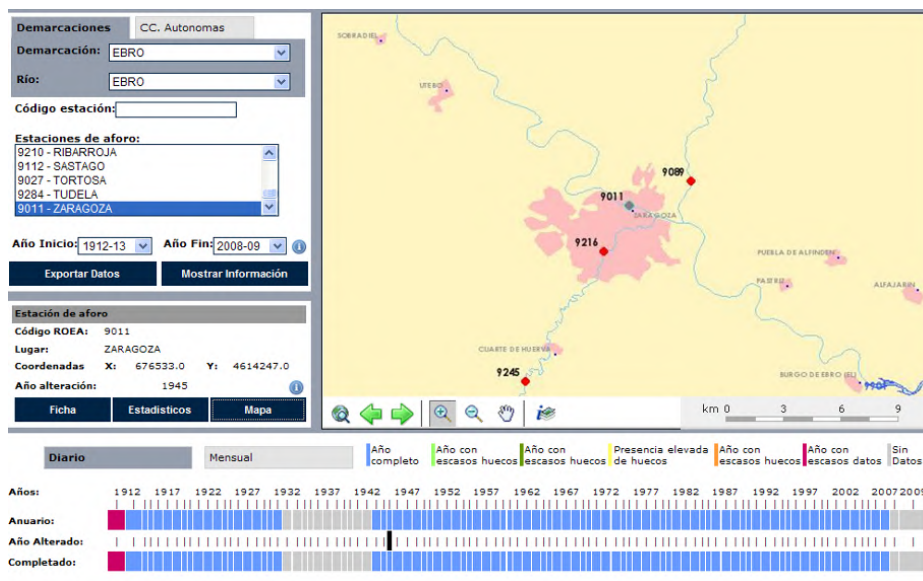
Tipología	
Tipo de estación:	Cauce natural
Propietario:	Estado
Régimen caudales:	Alterado
Longitud (m):	Ancho (m): 128
Escala:	Sí (exterior)
N.º banquetas:	0
Pasarela:	No
Vertedero:	No
Caseta:	
SAIH:	Sí
SAICA:	No



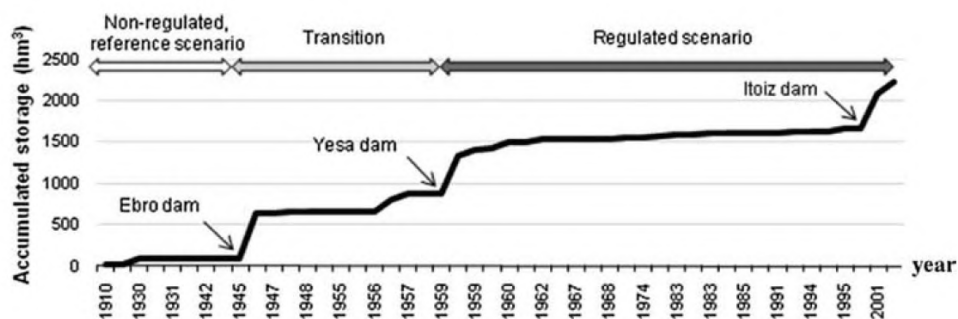
Sección Tipo



DATOS DE LA E.A. SELECCIONADA PARA EL ESTUDIO. FUENTE: ANUARIO DE AFOROS



SERIE DE AÑOS DIARIOS QUE SE UTILIZARÁ PARA LA CARACTERIZACIÓN. FUENTE: SEDAH



REGULACIÓN EN EL TRAMO MEDIO DEL EBRO, INDICANDO TAMBIÉN LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LAS PRESAS EN LA CUENCA DE LA ESTACIÓN DE LA CORRIENTE DE MEDICIÓN EN ZARAGOZA (FUENTE: FERNANDO MAGDALENO, 2011)

Se considera, tal y como muestra el SEDAH y la imagen adjunta sobre la regulación en el tramo, que la alteración se ha producido en el año 1945, con la presa del Ebro, por lo que, para el cálculo de los índices de alteración, la serie a régimen natural deberá de ser anterior a ese año, por lo que se han seleccionado los datos desde el 1912-13 al 1943-44, y para la serie alterada se ha seleccionando la serie desde el 1959-60 al 2007-08, sin considerar el período que va desde 1944/1945-1958/1959 por asociarse con un *grado intermedio de alteración* (Magdaleno, 2011).

Existen otras fuentes de datos naturales, que podrían aportar una serie mayor de años, tales como el SIMPA (Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación), del que ya existe la versión 3, pero son datos simulados que tan sólo aportan datos mensuales, y la desagregación a diario siempre será una mera aproximación a la realidad, por lo que se prefiere trabajar con datos diarios aforados. Y la opción de analizar las series mensuales no se ha planteado porque se perdería una gran información sobre las componentes del régimen hidrológico que solo la aporta la serie diaria.

Como se explica al principio del apartado, se han hecho dos análisis diferentes con el programa IAHRIS, ya que, dependiendo de la serie que se introduzca se obtendrán diferentes salidas en el programa.

Por un lado, se decidió introducir toda la serie de datos de aforos existentes, en el programa, desde el 1912-13 al 2008-09, con el fin de obtener la variabilidad interanual y intraanual del régimen circulante de caudales, y los diferentes parámetros que caractericen toda la serie, los resultados se muestran en el ANEJO I.

Por otro lado, se han introducido las series alteradas y naturales descritas anteriormente, con el fin de obtener los índices de alteración del régimen, en este caso, series no coetáneas. Los resultados de la alteración de las avenidas se exponen en el siguiente apartado de “Avenidas”, y el resultado de todos los informes obtenidos del IAHRIS (exceptuando el informe número 9 correspondiente al cálculo del Régimen Ambiental de Caudales, RAC) en el ANEJO I.

4.2.3. Generalidades

El régimen del río Ebro es pluvio-nival, y se caracteriza por el predominio de aguas altas de Noviembre a Mayo y pronunciados estiajes en los meses de Julio y Agosto¹⁹ en toda la cuenca, llegando incluso a llevar una décima parte de su caudal medio. Durante el invierno presenta un estiaje secundario, producto de las nevadas en gran parte de su cuenca debido a su régimen pluvio-nival.

En las crecidas tienen un papel más importante los afluentes de la margen izquierda, por lo que las puntas de crecida más elevadas se dan en Castejón, en la ribera Navarra, aunque también afectan con intensidad a las riberas de Zaragoza. El problema de las inundaciones y desbordamientos se centra más en el tramo medio del Ebro.

La estación de aforo más cercana que controla las aguas es la de Zaragoza, EA 9011, con una aportación media de 6936 Hm³/año²⁰. Antes de la Estación de Aforo de Zaragoza, y aguas abajo del tramo, el río Ebro recibe las aportaciones del Jalón, cuya aportación media medida en la EA en Grisen, 9087 es de 160 Hm³/año²¹.

DATOS DE LA E.A. DE ZARAGOZA (Fuente: Anuario de Aforos):

Caudales medios de la serie (m3/s):	
Caudal mínimo anual	72,38
Caudal medio anual	232,77
Caudal máximo anual	482,87
Caudal mínimo mensual	6,30
Caudal máximo mensual	1691,00

¹⁹ Fuente: Mapa Geológico Nacional, 1:50000; Hoja núm 353, Pedrola, Hidrología. IGME, 1995.

²⁰ Datos obtenidos de las series del Anuario de Aforos 2008-2009 <http://hercules.cedex.es/anuarioaforos/afo/estaf-codigo.asp>

²¹ Datos obtenidos de las series del Anuario de Aforos 2008-2009

Por otro lado, los valores de los índices de alteración obtenidos mediante el IAHRIS, se muestran en el ANEJO 1. En cuanto a los índices obtenidos para valores extremos de avenidas, se exponen a continuación.

4.2.4. Avenidas

En España, básicamente, se dan los siguientes tipos de avenidas:

- Avenidas masivas: por lluvias frontales continuadas
- Avenidas relámpago: por tormentas fuertes de lluvia intensa (más de 100 litros en una hora)
- Avenidas debido a lluvia torrencial: por situaciones de "gota fría" con lluvias abundantes e intensas (más de 200-300 litros en 24 h)
- Avenidas por deshielo: a veces las lluvias ocasionan deshielos rápidos y ocasionan crecidas fluviales
- Avenidas por rotura de presas: Éstas son excepcionales (como por ejemplo Tous en el río Júcar, 1982)

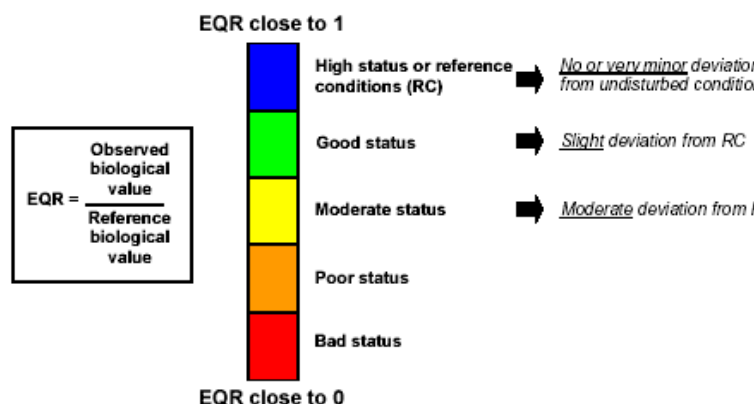
Las inundaciones presentes en este tramo son inundaciones de tipo "masivo" fundamentalmente; ocasionadas por lluvias atlánticas continuas que caen durante varios días y terminan por ocasionar las crecidas fluviales.

No son inundaciones-relámpago, como ocurre con otros ríos tributarios del Ebro cuando acontecen tormentas fuertes de primavera, verano u otoño.

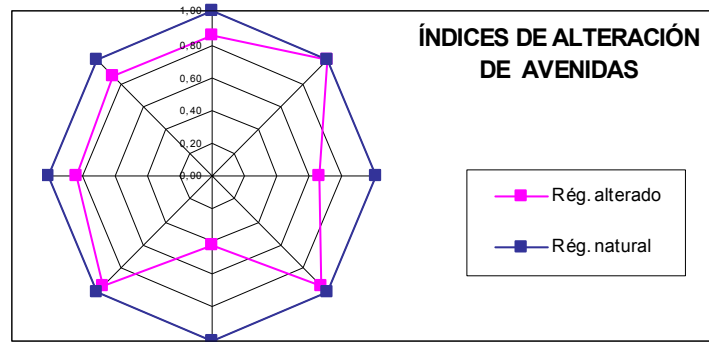
En cuannto a las crecidas acontecidas en el tramo de estudio, hacen que el río se desborde debido a que éste no va encajado, lo que hace lo que hace que se laminen las crecidas, aplanando el hidrograma aguas abajo. Ése es una de las grandes funciones de las llanuras de inundación.

Como se ha comentado anteriormente, se han calculado los índices de alteración mediante el programa IAHRIS. El Informe completo de salida del IAHRIS se incluye en el ANEJO 1, a continuación se muestran los datos más representativos, en cuanto a lo que es de interés en este documento, los valores extraordinarios.

Éstos resultados vienen dados de una manera cuantitativa y cualitativa. Para esta última se proponen cinco niveles o estados de alteración hidrológica, denominados estatus hidrológicos, *definidos siguiendo las recomendaciones respecto a niveles y asignación de colores recogida en CIS-WFD, 2003 (EU Common Implementation Strategy (CIS) for the Water Framework Directive) en su epígrafe 2.6 para la clasificación del denominado status ecológico a partir de los Ecological Quality Ratios (EQR)*(Martínez Santa-María and Fernández Yuste 2010, Sánchez Martínez et al. 2011) A continuación se muestra las clasificaciones en función del color:



ASPECTO		INDICES DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (IAH)			NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V
		VALOR	CÓDIGO	DENOMINACIÓN	0,8 < I ≤ 1	0,6 < I ≤ 0,8	0,4 < I ≤ 0,6	0,2 < I ≤ 0,4	0 < I ≤ 0,2
AVENIDAS	Magnitud	1,00	IAH7	Magnitud de las avenidas máximas					
		0,95	IAH8	Magnitud del caudal generador del lecho					
		0,91	IAH9	Frecuencia del caudal de conectividad					
		0,90	IAH10	Magnitud de las avenidas habituales					
	Variabilidad	0,67	IAH11	Variabilidad de las avenidas máximas					
		0,86	IAH12	Variabilidad de las avenidas habituales					
	Duración	0,79	IAH13	Duración de avenidas					
	Estacionalidad	0,88	IAH14	Estacionalidad de avenidas					



A continuación se describe qué es lo que evalúa cada uno de los índices, y su resultado:

- IAH 7-Magnitud de las avenidas máximas: evalúa la alteración en el valor medio de las avenidas circulantes, tiene un valor =1, lo que significa que los caudales máximos circulantes (Máximos Caudales Medios Diarios Anuales) no difieren mucho de los de la serie natural.
- IAH 8-Magnitud del caudal generador del lecho: evalúa la alteración en el valor de aquellos caudales con especial significación geomorfológico. su resultado ha sido bueno, lo que implica que el caudal que a largo plazo realiza un buen trabajo de movilización y transporte de materiales (responsable de la geomorfología del cauce tanto en sección como en planta) sigue siendo suficiente como para realizar ese trabajo.
- IAH 9-Frecuencia del caudal de conectividad: evaluar la alteración en la frecuencia de aquellos caudales que garantizan una conexión periódica con la llanura de inundación. En este caso es bueno, aunque no tanto como los anteriores índices, el caudal que más íntimamente está ligado con la banda riparia, ya que es el que conecta el cauce y la llanura, tiene una buena frecuencia, lo que tendría que verse reflejado en la vegetación, si no hubiesen otras presiones sobre los usos del suelo.
- IAH 10-Magnitud de las avenidas habituales: (Q5%)Este índice caracteriza la alteración en la magnitud de las avenidas, evitando trabajar sólo con valores extremos dado que enmascaran muchas avenidas menores de gran significación ambiental. Tiene un valor excelente.
- IAH 11-Variabilidad de las avenidas máximas: cuantifica la distorsión en la variabilidad interanual de los caudales máximos. Está valorado como bueno. La

variabilidad interanual juega un papel en los niveles geomorfológico y biológico. Las posibles afecciones al fallar este indicador, pueden ser: A nivel geomorfológico: alteración de los procesos de erosión y sedimentación, reducción del meandreo, pérdida de variabilidad hidráulica en el cauce y en la llanura de inundación. A nivel biológico: influencia en múltiples procesos del ecosistema como transporte de organismos, nutrientes, carbono orgánico y otros materiales, promoviendo la diversidad física y química, tanto espacial como temporalmente.

El resto de los índices, **IAH 12, IAH 13 y el IAH 14** tienen valores altos también, clasificados dentro del nivel I, por lo que las variables que definen de variabilidad de las avenidas habituales, duración de avenidas y estacionalidad de avenidas se encuentran cercanas al valor del régimen natural.

A la vista de estos resultados, que el régimen circulante no se encuentra muy alterado frente al natural en cuanto a los valores de crecidas excepcionales del régimen (en el ANEJO I se muestra que los índices en los valores habituales tampoco se encuentran muy alterados), es de considerar, y habiendo puesto de manifiesto en apartados anteriores la gran alteración en la morfología del tramo debido, por una parte, a la regulación por las presas, es necesario resaltar dos cosas:

- Esta evaluación se ha realizado con los datos de la EA de Zaragoza, después de recibir las aguas del Jalón, por lo que los caudales pueden estar sobrevalorados. Pero autores como Magdaleno (2011) que han estudiado la zona del Ebro medio con detenimiento, pone de manifiesto que la intensa regulación de los ríos, especialmente en la segunda mitad de siglo, no ha alterado significativamente el régimen de crecidas, lo que apoya los resultados obtenidos. Según él, *las inundaciones geomorfológicas mostraron cambios menores, cambios que no pueden explicar, por sí solos, las grandes modificaciones morfológicas registradas en el tramo medio del río Ebro durante el siglo pasado. Sin embargo, si demostró un gran aumento en los flujos de verano, especialmente durante agosto y septiembre.*
- Las regulación de las presas modifican tanto el caudal líquido como el sólido. Ambos son importantes a la hora de considerar la alteración hidrogeomorfológica en el tramo. Brandt (2000), que ha estudiado los efectos de las presas sobre la geomorfología del río aguas abajo del mismo, explica que *los cambios en la entrada*

de agua y sedimentos puede inducir un cambio en la configuración de forma en planta, ya que el patrón recto, asociado con baja energía de flujo, es raro en la naturaleza. Un nuevo aumento de la energía se traducirá en mayores radios de las curvas, un cauce por lo tanto cada vez menos sinuoso.

4.3. Estado ecológico

El tramo de estudio pertenece a la masa de agua 451, denominada “Río Ebro desde el río Arba de Luesia hasta el río Jalón”, y es del ecotipo 17 de “Grandes ejes en ambiente mediterráneo”.

Según el informe del resumen del plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, puesto a consulta pública, el **estado ecológico** de la masa de agua es **moderado**, siendo el estado hidromorgológico caracterizado como “Muy Bueno” (aquí se puede resaltar la importancia de la selección de la Estación de Seguimiento, ya que dependiendo del punto seleccionado para el cálculo del QBR y del IHF los resultados serían totalmente diferentes). No se considera que cumplirá los objetivos ambientales (de estado ecológico bueno) hasta el periodo de planificación 2021-2027. Para ello se plantea una serie de medidas, entre las que destacan:

Actuaciones relacionadas con el regadío:

- Reutilización de los retornos de riego.
- Mejora de las prácticas agrarias.
- Modernización regadíos.

Actuaciones relacionadas con las avenidas:

- Inundación controlada y adecuación de las motas.
- Cauces de alivio para resolver los problemas ante las avenidas de los cascos urbanos de Novillas, Pradilla, Boquiñeni, Alcalá de Ebro, Cabañas y Pina de Ebro.
- Proyecto de recuperación de la capacidad de evacuación del Ebro a su paso por el término municipal de Sartagorda (...) y en el paraje del Cargadero (Remolinos).

4.4. Medio socioeconómico

4.4.1. Demografía y economía²²

Se muestra a continuación una tabla resumen con los datos de la densidad de población para los municipios de la zona de estudio (Según datos oficiales del :INE , Enero 2010)

Municipios	Población (nº habitantes)	Superficie (km2)	Densidad (hab/km2)
Alcalá de Ebro	253	9,9	25,6
Cabañas de Ebro	550	8,5	64,7
Pedrola	3769	113,7	33,1
Luceni	1088	27,1	40,1
Remolinos	1183	18,5	63,9
Tauste	7.484	405,2	18,5
Torres de Berrellén	1511	53,8	28,1

TABLA: DENSIDAD DE POBLACIÓN POR MUNICIPIO

En general, dentro de la Comarca de la Ribera Alta, la agricultura representa un sector minoritario dentro del sistema productivo de la zona, habiendo pasado a un segundo plano, como consecuencia, principalmente, del auge del sector secundario, que incluye industria, energía y construcción, y que cuenta con el 25.9% del número total de actividades.

La actividad agraria de la zona es subsidiaria; la mayor parte de la gente dedicada a la agricultura lo hace de forma complementaria a otros ingresos obtenidos, sobre todo, en el sector industrial. Si bien, es de destacar estos datos resumidos en la tabla a continuación, donde se muestran cifras del censo agrícola del 1999 para tres de los municipios más relevantes de la zona de estudio:

Municipios	Total (Ha)	Tierras labradas	Tierras para pastos permanentes	Especies arbóreas forestales	Otras tierras no forestales
Alcalá de Ebro	325	304	0	15	6
Cabañas de Ebro	1.011	482	405	107	17
Luceni	2.164	1.915	48	72	129

²² Fuente: <http://www.rialebro.net/> y www.ine.es

Sea o no el sustento principal, estas cifras muestran que en Alcalá la mayoría de las Ha están cultivadas, menos del 50% en Cabañas y el 88% en Luceni, lo que demuestra que la producción arícola es importante en la zona

La mayor parte de las tierras se dedican al cultivo, con un claro predominio del cultivo de regadío, que corresponde, centrándonos en el tramo de estudio, en su mayoría al municipio de Luceni. La utilización de tierras como pastizales se encuentra centralizada en Tones de Berrellén.

Cabe destacar el elevado porcentaje de hectáreas destinado al cultivo de cereales (59.2%), siendo el trigo el de mayor implantación, con un 40.6% del total de hectáreas destinado al cultivo de herbáceos en la comarca. Otro cultivo de gran desarrollo en la zona son los forrajes, especialmente la alfalfa, con un 31.9% del total de hectáreas. El porcentaje de hectáreas destinado a hortalizas es solamente de un 3.8%. También existen cultivos de frutales, de diferentes variedades.

El sector ganadero tiene una escasa incidencia en la economía de la zona, ocupando una porción no muy elevada de la población, pese a la revitalización que se aprecia en los últimos años a consecuencia del repunte ganadero, especialmente en lo que a granjas de porcino se refiere. La producción ganadera de la zona en el total provincial tiene escasa relevancia, destacando en número de unidades ganaderas, el bovino (9.4%) y el porcino(6.2%), siendo necesario reseñar que el 39.3% del censo ganadero porcino se encuentra localizado en el municipio de Boquiñeni, aguas arriba del tramo de estudio.

Dentro de la industria cabe reseñar la cercanía de la zona a la fábrica de la Opel. La mayor parte de las empresas instaladas en la zona son medianas y pequeñas empresas (PYME's), siendo, un gran número de las mismas, de nueva creación. No destacan en este sector los términos municipales dentro del tramo de estudio.

Dentro del sector industrial, se encuentra en alza el subsector de la, construcción, debido a la proximidad a la capital de la provincia y a la influencia económica de la factoría Opel.

En Luceni se encuentra el Puerto Seco Santander Ebro, centro logístico de distribución para el sector del automóvil, que cuenta con un espacio disponible en la primera fase de

100.000 m² y 5.000 m². Cabañas de Ebro cuenta entre sus proyectos con la instalación de un polígono industrial en su término.

4.4.2. Usos del suelo

Para el estudio de los usos del suelo se consideró la información del Instituto Geográfico Nacional, donde se descargó la información correspondiente al SIOSE. Según la información recogida en la Web, “la Base de datos de Ocupación del Suelo a nivel nacional se ha realizado con escala de referencia 1:25000, según un modelo de datos orientado a objetos y con tamaño mínimo de polígonos entre 0,5 y 2 ha dependiendo del tipo de coberturas existentes”.

Se particularizará posteriormente en el apartado de la cartografía, pero generalizando, los usos del suelo se caracterizan por el dominio de los cultivos agrícolas, básicamente cultivos herbáceos, tanto de secano como de regadío en gran parte del ámbito caracterizado. Cercanos al río existen combinaciones de arbolado y matorral de vegetación de ribera, que corresponden a las zonas más naturales, y se desarrolla en los sotos fluviales del Ebro, donde abundan los álamos, fresnos, diferentes especies de sauces, taray, alisos y olmos, y un amplio número de especies que conforman un sotobosque asociado con rosáceas, donde se explica con mayor detenimiento en el Anejo I. Estos hábitats constituyen zonas de gran valor ecológico, con muchos beneficios asociados, tales como funcionar como barreras naturales para suavizar los efectos de las avenidas.

Estas zonas más naturales están en detrimento de los cultivos forestales (choperas), y combinaciones de cultivos herbáceo-leñoso, ó de cultivos y vegetación (denominados en el SIOSE como cultivos mixtos ó polígonos regulares ó irregulares. La zona de estudio se encuentra en los límites, tanto por su lado superior, como inferior, de la la del LIC “Sotos y Mejanas del Ebro”, cuya descripción se encuentra en el Anejo I.

Existen zonas urbanas, así como algunas industriales, más cercanas a las vías de comunicación. También están las zonas denominadas de uso agrícola-ganadero, donde existen naves y explanadas para el ganado.

En el Anejo I se desarrolla la vegetación de la zona de estudio, así como la vegetación potencial.

4.5. Planeamiento y normativa territorial y urbanística

Se expone a continuación, resumida, la legislación actualizada que rige a nivel de la Comunidad de Aragón.

- Ley 7/1998, de 16 de julio, por la que se aprueban las Directrices Generales de Ordenación Territorial para Aragón
- Decreto 52/2002, de 19 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 5/1999, de 25 de marzo, Urbanística, en materia de organización, planeamiento urbanístico y régimen especial de pequeños municipio.
- Ley 3/2009, de 17 de junio, de Urbanismo de Aragón.
- Ley 4/2009, de 22 de junio, de Ordenación del Territorio de Aragón.

A continuación se resumirá brevemente los aspectos que se consideren más relevantes que tengan relación con el tema del trabajo (aunque de por sí la ordenación del territorio se considera como esencial en su relación con la disminución del riesgo, en los aspectos de “vulnerabilidad” y “exposición”), ya que Planeamiento urbanístico vigente

La **Ley de Urbanismo de Aragón**, sienta las bases para regular la actividad urbanística y el régimen urbanístico del suelo, el vuelo y el subsuelo en la Comunidad Autónoma de Aragón, y en la misma se prevé un nuevo instrumento de planificación urbanística, la Directriz Especial de Urbanismo, regulada en los art. 82 a 85, que debería abarcar el conjunto del territorio aragonés. En gran medida, el nuevo instrumento se configura como un elemento para paliar las consecuencias del minifundismo municipal, aunque también deberá incorporar opciones autonómicas sobre la ordenación urbanística del territorio (García, 2011).

La clasificación y categorías del suelo, al que “corresponde al plan general la clasificación de todo el suelo del término municipal, incluido el destinado a sistemas generales, en las siguientes clases y categorías:

a) Suelo urbano, consolidado o no consolidado.

b) Suelo urbanizable, delimitado o no delimitado.

c) Suelo no urbanizable, especial o genérico.

La clasificación de suelo responderá al modelo de evolución urbana y ocupación del territorio que establezca el plan general de ordenación urbana. El suelo que no sea clasificado como suelo urbano o urbanizable tendrá la clasificación de suelo no urbanizable.

En los municipios que carezcan de plan general, el suelo que no tenga la condición de urbano tendrá la consideración de suelo no urbanizable.

Considerando como **suelo no urbanizable** el suelo que esté dentro de alguno de estos supuestos: “el suelo preservado de su transformación mediante la urbanización, que deberá incluir, como mínimo, los terrenos excluidos de dicha transformación por la legislación **de protección o policía del dominio público**, de protección medioambiental o de patrimonio cultural, los que deban quedar sujetos a tal protección conforme a la ordenación territorial y urbanística por los valores en ellos concurrentes, incluso los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos, así como aquellos **con riesgos naturales** o tecnológicos, incluidos los geológicos, morfológicos, **de inundación** o de otros accidentes graves”.

En lo que respecta a la **Ley de Ordenación del Territorio de Aragón**, que tiene por objeto regular la ordenación del territorio por la Comunidad Autónoma, estableciendo medidas de organización e instrumentos de planeamiento, gestión, información y de tipo complementario. Una de las estrategias de la misma es la de Tutela ambiental, por medio de la protección activa del medio natural y del patrimonio cultural, con particular atención a la gestión de los recursos hídricos y del paisaje, y la evaluación de los riesgos naturales e inducidos.

Es de señalar dentro de “Documentos Informativos Territoriales y otros instrumentos de información territorial”, en el Artículo 46, se tratan los Mapas de Riesgos que permitan evaluar los riesgos naturales e inducidos presentes en el territorio. Los Mapas de **Riesgos serán tenidos en cuenta al elaborar el planeamiento y programación territorial, urbanística, ambiental, de patrimonio cultural, hidrológica, forestal y de protección civil, y de cualesquiera otras políticas públicas con incidencia territorial.**

En cuanto al Planeamiento urbanístico vigente y modificaciones previstas dentro de cada municipio, puede resumirse según la bibliografía consultada (G.A.2005, M.F. 2011, web de los diversos Ayuntamientos) ya que no ha sido posible obtener información directa por parte de los ayuntamientos.

Alcalá de Ebro: Se está tramitando un Plan General de Ordenación Urbana que actualmente está pendiente de aprobación definitiva por la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio del Gobierno de Aragón, pero no ha sido posible acceder al mismo.

Cabañas de Ebro: el reciente PGOU ha sido aprobado el 30 de marzo de 2010, se extrae que la expansión urbana de la localidad, lleva asociada la localización de nuevos enclaves calificados como urbanos y urbanizables (con claro carácter industrial). No ha sido posible acceder al mismo para saber la clasificación que se les da a las zonas inundables.

Luceni: la figura de planeamiento vigente correspondería al PGOU aprobado el 10 agosto 2007 y dos modificaciones posteriores (la última en trámite) correspondientes a la delimitación de los suelos urbanizables asociados a la Azucarera (PERI), así como a un nuevo desarrollo. No ha sido posible acceder al mismo.

Pedrola: Están las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbanística del 2007, por lo que son anteriores a la ley Autonómica del 2009. La clasificación del suelo, se distinguen en las clases determinadas por la ley, considerando como suelo no urbanizable especial tres tipos: Suelo No Urbanizable Especial de protección del ecosistema natural protección de Suelo Estepario, Protección de vaguadas y barrancos, Protección del patrimonio cultural en el medio rural (SNUE PC) y Protecciones Sectoriales Complementarios (tales como Protección del sistema de infraestructuras hidráulicas, vías pecuarias, caminos rurales, carreteras...). NO se comenta nada de las zonas inundables.

Remolinos: Tampoco tienen plan, todavía, siguen con las Normas Subsidiarias del 1998. En ellas, diferencian entre zonas urbanas y zonas no urbanizables, dentro de estas se encuentran como categorías de protección las zonas de arbolado en la ribera del río, donde solo se permite uso de ocio, y también protegen las zonas de regadío, por un lado, y de escaso valor agrícola por otro.

Torres de Berrellén: este municipio cuenta con un plan de Ordenación Urbana aprobado definitivamente en el 2006, y ha introducido, dentro de la categoría de suelo no urbanizable especial, zonas con valores ambientales, culturales, agrícolas, y también por riesgos.

Según G.A. (2005) *en el apartado de suelo urbanizable especial habrá de contemplar el espacio fluvial del Ebro con características de espacio “natural”, los suelos con riesgo de inundación , y los suelos con gran valor agrícola que se identifican con las huertas bajas Dichos espacios vienen a ocupar franjas sensiblemente paralelas al río Ebro, cuyos límites respectivos serían acequias, motas de defensa, o caminos.*

De todos los PGOU consultados, el DE Torres de Berrellén es el único que deja una puerta abierta a la introducción de zonas de inundación como clasificación de zona no urbanizable especial, puesto que el de Pedrola acota a las zonas de vaguadas y barrancos.

5. CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES. PELIGROSIDAD, VULNERABILIDAD Y RIESGOS

La elaboración de una cartografía de peligrosidad y riesgo actualizada, donde se localicen territorios con riesgo ante un peligro climático y grados de riesgo es básica para la gestión eficaz de un espacio geográfico, instrumento esencial en los estudios de riesgo natural para la gestión del riesgo a la hora de reducir las posibles consecuencias de las inundaciones.

En la actualidad estos mapas han adquirido rango legal, requisito imprescindible en los estudios de riesgo de inundación en la Directiva (Olcina, 2008), traspuesto al RD 903/2010, como se ha comentado en apartados anteriores. ***Los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación constituirán la información fundamental en que se basarán los Planes de gestión del riesgo de inundación.***

En Diciembre del 2013 deberán de estar realizada esta cartografía, para integrarse en el SNCZI; y junto con la que se deberá de realizar según el Texto Refundido de la Ley de Suelos del 2008, ambos serán un instrumento determinante para la reducción del riesgo de inundaciones.

El RD 903/2010, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, especifica claramente los contenidos mínimos de dicha cartografía, cuyo desarrollo corresponderá a cada Demarcación Hidrográfica. En el apartado de metodología se abarcará con mayor detalle algunos de los aspectos que se tienen que recoger en esta cartografía, entre los que se encuentran:

- Mapas de peligrosidad por inundación.
- Adicionalmente, en los mapas de peligrosidad se representará la delimitación de los cauces públicos y de las zonas de servidumbre y policía, la zona de flujo preferente en su caso.
- Mapas de riesgo de inundación.

En este apartado se pretende realizar una aproximación a la cartografía de zonas inundables de la zona de estudio, cubriendo algunos puntos de los expuestos anteriormente. Previamente se realizará una revisión de los términos de Dominio Público Hidráulico y áreas de inundación, según la modificación introducida en la ley de Aguas, en el 2008 para la incorporación de criterios establecidos por la Directiva de Inundaciones en cuanto a las zonas inundables, que influyen también en el cumplimiento de la Directiva Marco del Agua, ya que la creciente presión sobre los cauces, fundamentalmente urbanística, afectan no solo a la reducción del espacio fluvial (incrementando los riesgos frente a las inundaciones) si no también a la protección medioambiental del DPH. Posteriormente se desarrollará, de una manera esquemática, lo expuesto en la Guía Metodológica para el desarrollo de la cartografía de zonas inundables, con todos los métodos que se deben de utilizar, para, finalmente definir la metodología utilizada para la realización de los mapas de riesgo en el presente trabajo, una mera y pequeña aproximación a los estudios que se deben de realizar, mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación, que constituirán la información fundamental en que se basarán los Planes de gestión del riesgo de inundación.

5.1. DEFINICIONES

La última modificación, por RD 9/2008 de 11 enero de la Ley de Aguas, del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (en adelante DPH), además de especificar la importancia de que la Administración hidráulica disponga con urgencia de una herramienta de gestión, con funciones preventivas tanto para la lucha contra las

actuaciones que producen daños medioambientales al sistema fluvial como para riesgos futuros a los ciudadanos, de la delimitación cartográfica del DPH, la zona de flujo preferente y las zonas inundables, también modifica aspectos claves tales como la definición de cauce, la regulación de las zonas que lo protegen, la zona de servidumbre y la zona de policía, y la regulación de las zonas inundables.

Para dar cumplimiento a la ley, y como se ha comentado en apartados anteriores, se está desarrollando el SNCZI, y dentro de este ámbito se ha publicado la Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (en adelante Guía Metodológica), documento de referencia que recoge las recomendaciones técnicas para la correcta definición y desarrollo cartográfico del DPH, las zonas inundables y los mapas de peligrosidad de inundación según la legislación actual.

La ley incide en la importancia de que los cauces naturales se definan no sólo a partir de criterios hidrológicos, sino atendiendo también a otras características, como las geomorfológicas, las ecológicas y teniendo en cuenta las referencias históricas disponibles, ya que la definición de cauce natural establecida en el anterior Reglamento, basada en el concepto de la máxima crecida ordinaria, se ha mostrado claramente insuficiente en numerosas situaciones.

En consecuencia, la zonificación del espacio fluvial adquiere nuevas funciones, definiéndose a continuación, y resumiéndose en una tabla donde se recogen los usos permitidos en cada zona²³:

Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua: se denomina como tal las zonas del cauce y terrenos cubiertos por las máximas crecidas ordinarias (MCO). *La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponible* La MCO se define como *la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos*, pero en la presente ley ya considera *que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente, y que tengan*

²³ FUENTE: RD 9/2008, de 11 de Enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril y <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/>

en cuenta lo comentado sobre la determinación. Su uso está muy limitado y “bajo tutela” de los Organismos de cuenca. El DHP puede estar “deslindado”, cuando cuenta con procedimiento de deslinde físico (en el cual se colocan los mojones que lo delimitan sobre el terreno) o puede ser “cartográfico o probable” cuando se trata únicamente de una línea teórica calculada sin tramitación sobre el terreno posterior (2011, Sánchez et al.).

La delimitación y deslinde de los cauces del DPH se realiza a través de los trabajos de delimitación y deslinde incluidos en el Proyecto Linde²⁴ y el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Los nuevos trabajos del Proyecto Linde se integran en el desarrollo de los trabajos del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, determinando el dominio público hidráulico sobre cartografía en nuevos tramos definidos por las Confederaciones Hidrográficas, y en especial en las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) y a partir de esta primera definición, determinar aquellos tramos con una mayor presión existente o prevista sobre los cuales y de forma puntual se procederá a realizar el deslinde físico

Riberas: son las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces. Las márgenes de los terrenos que lindan con los cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal a una “Zona de Servidumbre” (limitación de usos para la protección del ecosistema fluvial y paso público. suponen 5 m a partir del cauce) y a una “Zona de Policía” donde cualquier actividad que altere sustancialmente el terreno debe ser autorizada por el Organismo de cuenca (100 m a partir del cauce). Estas zonas se delimitarán de acuerdo con los estudios y a la legalidad vigente.

La regulación de dichas zonas tiene como finalidad la consecución de los objetivos de preservar el estado del dominio público hidráulico, prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a su mejora, y proteger el régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los

²⁴ Proyecto LINDE: iniciativa de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (MOPTMA) a través de la Subdirección General de Gestión del Dominio Público Hidráulico DEL 1993, plan de actuación estructurado en 4 niveles. Objetivos: delimitar y deslindar físicamente, zonas del DPH presionadas por intereses de cualquier tipo, que corren riesgo cierto de ser usurpadas, explotadas abusivamente o degradadas por falta de una respuesta contundente y reglamentada de la Administración(FUENTE: <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/delimitacion-dph-proyecto-linde/antecedentes-objetivos/>).

cauces en la laminación de caudales y carga sólida transportada, según el RD 9/2008, cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes, podrá modificarse la anchura de dichas zonas en la forma que se determina en este Reglamento. Por lo tanto, el tamaño de la Zona de Policía se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente.

Zona de flujo preferente: Esta zona se delimitará con el objeto de preservar la estructura y funcionamiento del sistema fluvial, dotando al cauce del espacio adicional suficiente para permitir su movilidad natural así como la laminación de caudales y carga sólida transportada, favoreciendo la amortiguación de las avenidas. De acuerdo a su definición, se trata de una zona en la que, con periodos de recurrencia frecuentes, la avenida genera formas erosivas y sedimentarias debido a su gran energía. La zona de flujo preferente incluirá la vía de intenso desagüe, así como las zonas de elevada peligrosidad para la avenida de 100 años de periodo de retorno. Esta zona se delimitará mediante el desarrollo de un modelo hidráulico que será coherente con la información histórica y geomorfológica del tramo de río analizado y de los situados aguas arriba y abajo, la cual es la zona constituida por la unión de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas (Vía de Intenso Desagüe, VID) y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

Según el RD 9/2008, se considerará que pueden *producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios: a) que el calado sea superior a 1 m, b) que la velocidad sea superior a 1 m/s. c) que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s. Se entiende por VID la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.*

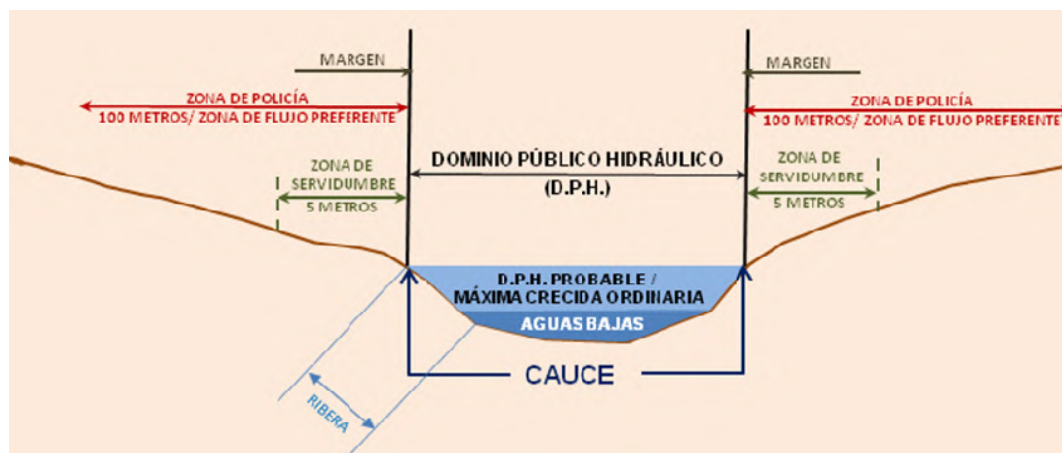
Zonificación del área inundable: Según el RD 9/2008 *se consideran zonas inundables las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de quinientos años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas, a menos que el Ministerio de Medio Ambiente, a propuesta del organismo de cuenca fije, en expediente concreto, la delimitación que en cada caso resulte más adecuada al comportamiento de la corriente.* El área inundable englobará las zonas cubiertas por las aguas de avenidas excepcionales (con una recurrencia de 500 años aproximadamente). En estas zonas, como zonas con riesgos naturales, el suelo se clasifica como rural según el Real Decreto 2/2008 que aprueba el Texto Refundido de la Ley del Suelo (Sánchez, 2011).

La Directiva de Inundaciones zonifica el área inundable (para los mapas de peligrosidad y riesgo por inundaciones) como de alta probabilidad de inundación (cuando proceda), probabilidad media de ocurrencia ($> \text{ó} = 100$ años), ó baja probabilidad de inundación, o escenario de eventos extremos.

Según la Guía Metodológica, esta área se zonificará según el periodo de recurrencia de las inundaciones sea: frecuente (la que corresponde a la avenida de 10 años), media u ocasional (la que corresponde a la avenida de 100 años) y excepcional (la que corresponda a la avenida de 500 años).

La zonificación será realizada en base a la información de las inundaciones ocurridas en el pasado y a las evidencias geomorfológicas. Complementariamente se desarrollarán modelos hidráulicos, que serán coherentes con la información histórica y geomorfológica disponible en el tramo de río analizado, así como con los tramos ubicados aguas abajo y arriba. Estos modelos permitirán estimar la velocidad y calado en estas zonas. La zonificación de la peligrosidad deberá incorporar, de forma consistente, la información aportada por ambos métodos. Se identificarán aquellas estructuras antrópicas del tramo de estudio (encauzamientos, carreteras, rellenos, escombreras, etc) que puedan generar modificaciones de la zona inundable. Se identificarán las zonas inundables que actualmente se encuentren desligadas de la dinámica fluvial como consecuencia de dichas estructuras y aquellas otras no inundables en régimen natural, pero que sí lo son como consecuencia de la estructura.

En la medida de lo posible, se deberá tener en cuenta la carga sólida, utilizando mapas geomorfológicos y modelos de pérdidas de suelo para eventos singulares²⁵.



ZONIFICACIÓN DEL ESPACIO FLUVIAL SEGÚN EL REGLAMENTO DEL DPH (FUENTE: SÁNCHEZ MARTÍNEZ ET AL. 2011)

COMPONENTES ZONIFICACIÓN	DEFINICIÓN	DETERMINACIÓN	FUNCIONES	USOS / ACTIVIDADES
Cauce natural	Zonas del cauce y terrenos cubiertos por las MCO	Atendiendo a sus características geomorfológicas y ecológicas, y considerando informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas, cartográficas y referencias históricas disponibles.		Su uso está muy limitado y "bajo tutela" de los Organismos de cuenca
Riberas	Fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces			
Zona de Servidumbre	Franjas longitudinales	5 metros longitudinalmente partir del cauce	<ul style="list-style-type: none"> - Protección del ecosistema fluvial y DPH - Paso público y servicios de vigilancia, conservación y salvamento, - Varado y amarre de embarcaciones. 	Limitación de usos <ul style="list-style-type: none"> - plantación sp no arbóreas, que no deterioren el ecosistema fluvial o impidan el paso - podrán autorizarse edificaciones en casos muy justificados
Zona de Policía	Franjas longitudinales	100 metros desde el cauce/ puede ampliarse hasta recoger la zona de flujo preferente (desde el Organismo de Cuenca, y promovida por la Administración General del Estado, autonómica o local)	<ul style="list-style-type: none"> - proteger el régimen de corrientes en avenidas - reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes 	En la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen. Cualquier obra o trabajo en la zona de policía de cauces precisará autorización

²⁵ <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/Nuevos-tramos-en-estudio/default.aspx>

COMPONENTES ZONIFICACIÓN	DEFINICIÓN	DETERMINACIÓN	FUNCIONES	USOS /ACTIVIDADES
				del organismo de cuenca.
Zona de flujo preferente	Zona en la que, con periodos de recurrencia frecuentes, la avenida genera formas erosivas y sedimentarias debido a su gran energía	Envolvente de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas (VID), y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre personas y bienes. Se empleará toda la información histórica y geomorfológica existente	<ul style="list-style-type: none"> - proteger el régimen de corrientes en avenidas reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes 	Sólo se autorizarán actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan reducción de su capacidad de desagüe

TABLA RESUMEN DE LAS COMPONENTES DEL DPH SEGÚN RD 9/2008

5.2. GUÍA METODOLÓGICA

Del apartado anterior se resumen la gran importancia para la zonificación de áreas inundables de estudios históricos y geomorfológicos. A continuación se resume la recopilación necesaria para realizar una buena cartografía de zonas inundables, así como para la buena definición del DPH estimado, que se describe en la Guía Metodológica:

La definición de las zonas inundables se ha considerado como una labor especialista de técnicos en modelación hidrológica-hidráulica. Las últimas experiencias muestran las necesidades de aunar los estudios hidrológicos a los geomorfológicos- históricos. , y se ha plasmado en la legislación, tal y como se ha mostrado en el anterior apartado. Por lo tanto, los pasos previos para una buena definición de unos estudios de zonas inundables serían los siguientes:

- ESTUDIOS HIDROLÓGICOS, requeridos para la modelización hidráulica.
- ANÁLISIS HISTÓRICO, mediante el estudio evolutivo del medio fluvial, con ortofotos históricas y mediante la reconstrucción de la serie de inundaciones históricas. En cuanto a las ortofotos antiguas, la Guía Metodológica trata de las del vuelo americano del 1956-57, pero en la Demarcación Hidrográfica del Ebro no se puede perder de vista que existen unas anteriores, que son las del 1927.
- ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO, donde se presentan las bases para los estudios geomorfológicos, mediante análisis de gabinete (ortofotos actuales, vuelos LIDAR...) y en campo del cauce y las márgenes.

- ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO-HISTÓRICO, que aúna los dos apartados anteriores para la correcta identificación del DPH probable, Zona De Flujo Preferente Y Zonificación Del Área Inundable.
- ESTUDIO HIDRÁULICO, que trata aspectos importantes para la modelización hidráulica, tales como la selección del modelo hidráulico unidimensional ó bidimensional, construcción de la geometría del río, calibración y presentación de resultados.
- Y, finalmente la DELIMITACIÓN DEL DPH PROBABLE, DE LA ZONA DE FLUJO PREFERENTE Y ZONIFICACIÓN DE LA INUNDABILIDAD, uniendo el análisis geomorfológico-histórico y el estudio hidráulico.

5.3. METODOLOGÍA UTILIZADA EN EL ESTUDIO

Debido a la cantidad de recursos necesarios para realizar un trabajo que defina bien el DPH y las Zonas inundables, y teniendo en cuenta el tiempo limitado y recursos escasos con los que se cuentan para el presente estudio, el objetivo del presente apartado, tal y como se comentó al principio del mismo, **es el de realizar una pequeña aproximación a la cartografía de peligrosidad y riesgos que exige la Directiva de Inundaciones**, partiendo de trabajos previos realizados para el tramo de estudio, y de los que se ha podido disponer.

5.3.1. RECOPIACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS

Para el presente estudio se ha consultado varios trabajos, tratados en apartados anteriores:

- PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN.
- EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO DE INUNDACIÓN (EPRI) para la Demarcación Hidrográfica del Ebro, Mayo del 2011.
- ESTUDIO HIDRÁULICO DEL EJE DEL EBRO ENTRE LA DESEMBOCADURA DEL EGA Y EL EMBALSE DE MEQUINENZA, 2007. De

aquí se ha sacado la información para clasificar la peligrosidad del tramo, se comentará en el apartado correspondiente.

- REDACCION Y DESARROLLO DEL PLAN MEDIOAMBIENTAL DEL EBRO Y TRAMO BAJO DEL CINCA (Septiembre, 2005)
- CARTOGRAFÍA DIVERSA: Ha sido mucha cartografía trabajada a lo largo de todo el proyecto, desde el apartado de descripción del medio al de cartografía, y mucha la descargada y trabajada, con la que finalmente no se ha obtenido resultados satisfactorios, pero con la que finalmente se ha trabajado y obtenido la cartografía de zonas inundables en este apartado se resume a continuación:

NOMBRE	TIPO ARCHIVO	FUENTE
Avenida febrero 2003	SHAPE	Geoportal de descargas del SITEBRO ²⁶
Zona inundable PR500 Zona inundable PR100 Zona inundable PR50 Zona inundable PR25 Zona inundable PR10 Zona inundable DPH	SHAPE	Geoportal de descargas del SITEBRO
Calados de las láminas de aguas para las avenidas de Periodo de retorno de 500,100,50,25 y 10 años	RÁSTER	Confederación Hidrográfica del Ebro
MDT terreno, Escala 1:5000	ASC	Centro de descargas del CNIG ²⁷
BCN 200	SHAPE	Centro de descargas del CNIG
BCN 25	SHAPE	Centro de descargas del CNIG
Ortofoto PNOA máxima actualidad	ECW	Centro de descargas del CNIG
SIOSE	SHAPE	Centro de descargas del CNIG
CORINE	SHAPE	Centro de descargas del CNIG

5.3.2. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

Según Dauphine, en el 2001, (Ayala-Carecedo, 2002), el RIESGO es el “Producto de la peligrosidad y la vulnerabilidad que se da en un territorio”. Por lo tanto, para este

²⁶ <http://iber.chebro.es/geoportal/index.htm>

²⁷ Centro Nacional de Información Geográfica Nacional,
<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

apartado se ha considera el riesgo como tal, intentando simplificar la definición del mismo.

A continuación se describe por separado cada uno de los apartados utilizados para la definición del riesgo de inundación en el tramo de estudio.

VULNERABILIDAD DE LA ZONA

Para la definición de la vulnerabilidad se ha trabajado con la información de los usos del suelo, evaluando los impactos o potenciales impactos negativos a las personas, bienes relacionados con infraestructuras y actividades económicas de la zona.

Los usos se han catalogado como:

- Vulnerabilidad Alta (Valor numérico de 3),
- Vulnerabilidad Media (valor numérico de 2)
- Vulnerabilidad Baja (valor numérico de 1)

Se ha trabajado con la siguiente cartografía:

- SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España): Base de datos de ocupación del suelo en España a escala 1:25.000 y fecha de referencia del año 2005. Sistema geodésico ETRS89 y proyección UTM en el huso 30. Actualmente, el IGN coordina y gestiona el proyecto SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España), enmarcado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio en España (PNOT). El objetivo principal de este proyecto es establecimiento de una gran infraestructura de información geográfica multidisciplinar y actualizada periódicamente, que satisfaga las necesidades de la Administración General del Estado y comunidades autónomas en materia de ocupación del suelo. Los polígonos se han reclasificado en aquellos casos que se consideraba oportuno, utilizando la foto del PNOA.
- Foto PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) máxima actualidad: del 2009: sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en su huso 30. La unidad de distribución y descarga es la hoja del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000), para las hojas: 321, 322, 353 y 354. Es posible descargar la

información relativa a la fecha de actualización, en este caso ha sido el mes de Junio del 2009.

Previamente a la clasificación de los polígonos del SIOSE como con la vulnerabilidad, se han hecho clasificaciones intermedias.

Primero se hizo una clasificación de polígonos denominados en la capa del SIOSE como “polígonos mixtos”, “polígonos regulares” ó “polígonos irregulares”, contrastando con las ortofotos, en “Vegetación de ribera” “Chopos” “Cultivos herbáceos” “Industria”, “Frutales”, “Matorral”, “Residencias”, “Agrícola – ganadero” y “Vegetación de ribera”. Para ello, se ha seguido la siguiente metodología:

- Polígonos de vegetación, sin edificación: Se asignaba la vegetación más representativa, aquella que ocupaba más del 50% de un tipo de vegetación (aunque se denominasen polígonos mixtos ó irregulares, normalmente solían estar cercanos al 70% de un tipo de vegetación, y los regulares estaban cercanos al 90% de un tipo solo de vegetación).
- Polígonos mixtos de vegetación y edificaciones: Si éstas eran claramente nave para animales, se consideraban agrícola-ganadero; en el momento en el que apareciese una única casa habitada, aunque representase lo mínimo del polígono, y el resto fuese cultivos, se denominaba como construcciones-viviendas.

Se ha procedido de modo que se estuviese del lado de la seguridad, es decir, si algún polígono resultaba dudoso, y podía existir alguna casa, se ha clasificado con la máxima vulnerabilidad.

No se ha diferenciado la vulnerabilidad entre “cascos urbanos” y casas “aisladas”, debido a que se ha decidido considerarlos con la misma vulnerabilidad debido a que sólo hay 3 categorías de vulnerabilidad.

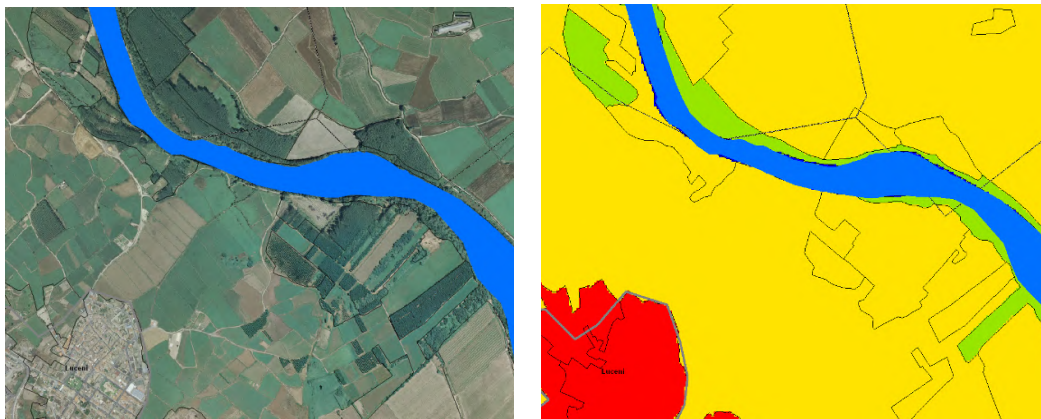
En cuanto a otras clasificaciones dudosas, tales como “Suelo no edificado”, al ser una clasificación como tal que venía en los polígonos del SIOSE, se decidió considerar como que el suelo podría ser urbanizable en cualquier momento, incluso

estarlo ya, puesto que el SIOSE es del 2005, y la ortofoto del 2009, por lo que se calificó con la máxima vulnerabilidad.

RECLASIFICACIÓN 1	RECLASIFICACION 2	VALOR VULNERABILIDAD
Administrativo institucional	Construcciones-viviendas	3
Casco urbano	Construcciones-viviendas	3
Residencias	Construcciones-viviendas	3
Suelo no edificado	Construcciones-viviendas	3
Carretera	Infraestructuras	3
Red ferroviaria	Infraestructuras	3
Agrícola, ganadero	Agricola-ganadero	2
Chopos	Cultivos	2
Cultivos herbáceos	Cultivos	2
Frutales	Cultivos	2
Frutales	Cultivos	2
Huerta familiar	Cultivos	2
Industria	Industria	2
Minero extractivo	Industria	2
Salinas continentales	Industria	2
Deportivo	Deportivo	1
Matorral	Veg natural	1
Vegetación de ribera	Veg natural	1

NOTA: En un intento por considerar el valor económico de la pérdida de cultivos, dentro de la vulnerabilidad, se han clasificado los polígonos de cultivos herbáceos, chopos y frutales dentro del mismo grupo. Se ha reconsiderado el separarlos, e introducir los chopos dentro del grupo con menor vulnerabilidad, ya que son más resistentes a las inundaciones. Finalmente se ha dejado así, ya que en muchos casos, si estos se encuentran en una fase de desarrollo inicial, con pocas sabias, la pérdida económica puede ser mucho mayor que la de plantaciones de cultivos herbáceos, ya que la inversión inicial en plantaciones de este tipo suelen ser muy elevadas.

A continuación se muestra un ejemplo de reclasificación de polígonos, con el valor de la vulnerabilidad, a la altura de Luceni, donde se observa claramente como cultivos, tanto choperas como cultivos herbáceos se han valorado como vulnerabilidad media (amarillo), como los polígonos de vegetación de ribera son valorados como vulnerabilidad baja, y como el casco urbano, así como construcciones cercanas al casco urbano se han reclasificado con la máxima vulnerabilidad.



IMÁGENES: EJEMPLO DE RECLASIFICACIÓN DE LOS POLÍGONOS DEL SIOSE Y PONDERACIÓN FINAL DE LA VULNERABILIDAD EN LUCENI

Finalmente, el tramo de estudio presenta la siguiente vulnerabilidad, siguiendo con el código de colores anteriores: verde vulnerabilidad bajam amarillo vulnerabilidad media, y rojo vulnerabilidad alta:

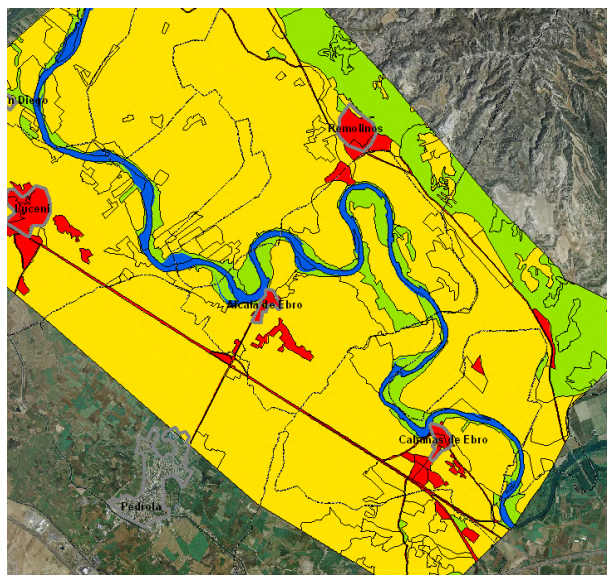


IMAGEN: CLASIFICACIÓN FINAL DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD EN EL TRAMO DE ESTUDIO

PELIGROSIDAD DE LOS EVENTOS

Para este apartado se han obtenido los ráster con los calados de las láminas de agua, para diferentes periodos de retorno, procedentes del *Estudio hidráulico del eje del Ebro entre la desembocadura del Ega y el embalse de Mequinenza*, realizado en el 2007 por la empresa INCLAM para la Confederación Hidrográfica del Ebro.

En este tramo, la escala del estudio ha sido a 1:5000, y la topografía ha sido obtenida mediante vuelo LIDAR de ancho de celda de 2x2 metros y refleja la situación alterada del tramo de estudio, es decir, “con motas”. Sería interesante disponer del estudio “sin

motas” para comparar, y para poder definir mejor futuras actuaciones en el cauce, ya que permite extraer conclusiones sobre la eficiencia de las motas de protección en cuanto a su defensa, e identificar aquellos terrenos protegidos por las motas (por ejemplo plantaciones de chopos), en los que igual no es tan necesario tener dichas protecciones, y lo que hace es modificar el flujo y aumentar la peligrosidad de otras zonas con una vulnerabilidad mayor (zonas urbanas).

El modelo hidráulico realizado ha sido unidimensional, mediante el modelo MIKE 11.

El estudio hidrológico, según la memoria, *pertenece a la extrapolación de caudales de Zaragoza a Mequinenza a partir del estudio Ebro Miranda-Huecha*. Los caudales simulados ha sido los siguientes:

Periodo de Retorno	Caudal (m ³ /s)
5	2220
10	2782
25	3608
50	4301
100	4937
500	6254
MCO	2249(m ³ /s)

La información obtenida por medio de la CHE han sido archivos de los calados de las láminas de agua. El problema reside en que, para el cálculo de la peligrosidad, y tal como se comenta en la Directiva de Inundaciones o en el RD, es necesario tener las profundidades de las láminas de agua y/o las velocidades. Por lo tanto, se ha trabajado con profundidades de los periodos de retorno de T=10, T=100 y T=500 años, así como con las extensiones de las láminas de agua, integrando así los aspectos relevantes comentados anteriormente y expuestos en la Guía Metodológica.

Para el cálculo de las profundidades, al no disponer del Modelo Digital del Terreno (MDT) propio del estudio, se ha utilizado el MDT descargado del CNIG, a escala 1:5000, del año 2006. Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m, con la misma distribución de hojas que el MTN50. Formato de archivo ASCII matriz ESRI (asc). Sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en el huso 30. Según información del CNIG, *El MDT25 se ha obtenido por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea*

(PNOA) con resolución de 25 a 50cm/píxel, revisada e interpolada con líneas de ruptura donde fuera viable. stereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 25 a 50cm/píxel, revisada e interpolada con líneas de ruptura donde fueran viables. Precisiones 2m (RMSZ) y 4m (95%) TEORICAS.

Suponemos, de entrada, que se tendrá un cierto error al considerar dos MDT diferentes, pero se desconoce cual es el mismo.

Los valores de peligrosidad asignados, en función del periodo de retorno y de la extensión de las láminas de agua estará entre 1 y 3, asignando como:

- Peligrosidad Alta: 3
- Peligrosidad Media: 2
- Peligrosidad Baja: 1

Prof/T (años)	T Entre 100 y 500	T Entre 10 y 100	T=10
Baja (<1m)	1	2	3
Alta (>1 m)	2	3	3

RIESGO FINAL

Finalmente, la matriz utilizada para el riesgo será la siguiente:

Riesgo/Vulnerabilidad	1	2	3
1 (Zona entre T=500 y T=100 prof<1)	BAJO	BAJO	MEDIO
2 (T=100 y prof < 1 m, y T=500, prof >1m)	BAJO	MEDIO	ALTO
3 (T=10 y T100 p>1m)	MEDIO	ALTO	ALTO

5.3.1. RESULTADOS DE LOS PLANOS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO

En el Anejo II se exponen los planos de peligrosidad y de riesgo de inundación.

Se han hecho 2 planos de peligrosidad y 2 de riesgo de inundación a Escala 1:25000.

Se presentan planos a 1:5000 de peligrosidad y riesgos en Cabañas de Ebro, Remolinos, Alcalá de Ebro y Luceni.

A tenor de los resultados, y como se puede observar en los planos, siempre y cuando los resultados obtenidos estén bien (ya que chocan algunos de ellos), puede concluirse:

- Peligrosidad: A nivel general llama la atención el que casi todo el tramo, a excepción de los tramos urbanos se encuentren en PELIGRO ALTO (rojo). Los tramos urbanos están mucho más protegidos con numerosas defensas de carácter estructural, y las avenidas no llegan a algunos puntos de los mismos, por ello en algunos casos no tienen clasificación de peligrosidad.
- En el momento en el que se considera la vulnerabilidad y se calculan los riesgos de inundabilidad, tramos de algunos núcleos urbanos son clasificados con el nivel de mayor riesgo. Existe la posibilidad de que estas defensas no pueda aguantar, por ejemplo, algunos eventos excepcionales que no se han registrado todavía.
- A nivel concreto de poblaciones, Alcalá y Cabañas de Ebro tienen nivel alto de riesgo de inundación, puestos que quedarían prácticamente cubiertas en avenidas y su vulnerabilidad es el valor más alto.
- Zonas, como las de vegetación de ribera disminuyen el riesgo a medio debido a su baja vulnerabilidad, aunque la mayoría del tramo sigue estando en riesgo alto, ya que los usos agrarios o las plantaciones de chopos se les ha dado una calificación de vulnerabilidad alta para considerar ahí el término económico, puesto que la zona es mayormente agrícola.

5.3.2. DPH

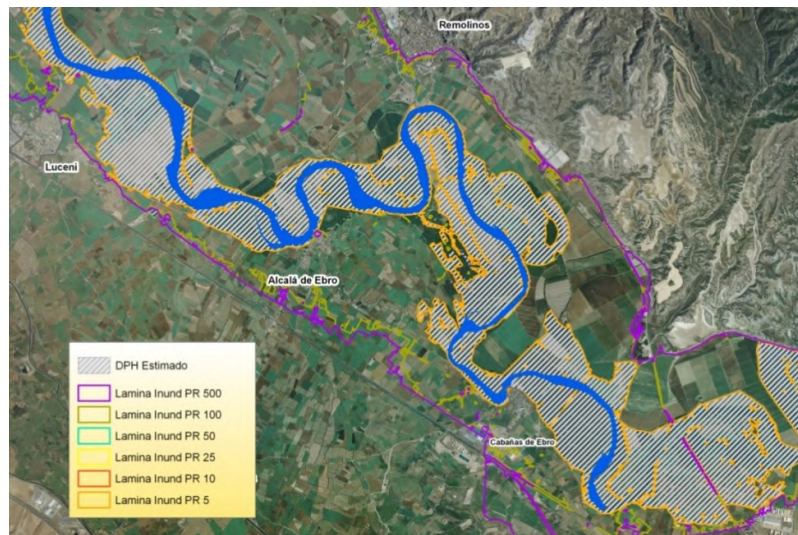
Como se ha explicado al inicio de este apartado, y como expone el RD 903/2010, de evaluación y gestión de riesgos de inundación “adicionalmente, en los mapas de peligrosidad se representará la delimitación de los cauces públicos y de las zonas de servidumbre y policía, la zona de flujo preferente en su caso”.

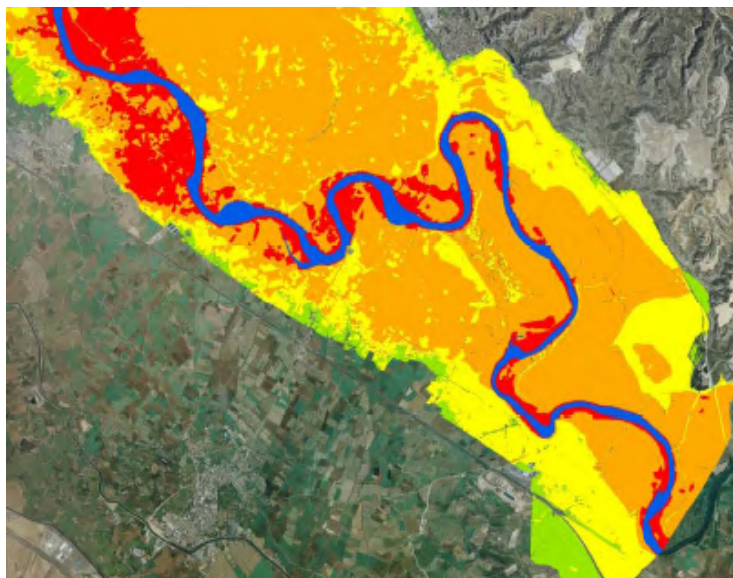
En el Geoportal del Sitebro se encuentra, a disposición pública el shape “Zona inundable DPH” que corresponde a la Estimación del Dominio Público Hidráulico (DPH). Al no disponer de la información de la metodología utilizada para su delimitación, se decidió comparar con las diferentes superficies de Láminas de Agua, y correspondía con el límite de la inundación con período de retorno de 5 años

(Caudal=2220 m³/s) del estudio *Estudio hidráulico del eje del Ebro entre la desembocadura del Ega y el embalse de Mequinenza, 2007*, como se muestra en la siguiente imagen del tramo de estudio (DPH resaltado con un rayado en gris) donde se muestra las láminas de agua de dicho estudio para periodos de retorno de 500 (morado), 100 (verde oscuro) y 5 (naranja).

Para la definición del mismo, según la legislación actual, no sólo se definirán a partir de criterios hidrológicos, sino atendiendo a las características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las referencias históricas disponibles (como ortofotos del vuelo del 1927 y 1956). Trabajos no realizados en el presente informe, pero que serán fundamentales para dotar al cauce de espacio de movilidad.

Otro aspecto importante y en el que ya se ha hecho hincapié es el de la introducción de la Zona de Flujo Preferente (ZFP) en la zona de policía del DPH, para dotar de espacio al río. En la segunda imagen se muestra una recalificación de calados y láminas de agua, donde en color rojo se reflejan calados mayores de 1 metro de profundidad para la inundación de 10 años de retorno, y en naranja las zonas con profundidades mayores de 1 metro para la inundación de 100 años de retorno. La zona en rojo y en naranja puede ser una aproximación a la Zona de Flujo Preferente, sin olvidar que hay que considerar la geomorfología y el análisis histórico.





NOTA: Tanto en este apartado como en el de Anejo de los planos, se muestran los resultados tal cual han salido del modelo. Al no tener el conocimiento exhaustivo del tramo de estudio, no disponemos de la capacidad de deducir si es lógico o no que existan zonas tan alejadas del cauce y que tomen profundidades de agua elevadas para la avenida de $T=100$ años (por ejemplo, profundidades mayores de 1 metro en zonas alejadas unos 3 Km del cauce), y se hace una llamada de atención en este aspecto, sin olvidar que estos resultados salen del cruce con dos MDT's de diferentes orígenes (por un lado el MDT del terreno es del CNIG, y por el otro, el GRID de profundidades tiene origen en un MDT procedente de un vuelo LIDAR) por lo que estos resultados deben de tomarse con cautela, de forma meramente aproximativa.

6. ASPECTOS Y CONSIDERACIONES RELEVANTES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES

De acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 903/2010, al proceso de elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo (antes de diciembre de 2013) le seguirá el de realización del plan de gestión del riesgo de inundaciones (antes de diciembre de 2015), que en este apartado nos ocupa. Dadas la limitación de tiempo y recursos y que aún no se ha completado la fase de cartografía, a nivel oficial, aquí se plantearán una serie de directrices generales, así como algunas propuestas concretas de actuación y una valoración de algunas de las medidas proyectadas sobre el territorio, en base a: los criterios marcados por la Directiva 2007/60/CE y el RD 903/2010 (Capítulos IV y V,

principalmente), la aproximación a la cartografía de peligrosidad y riesgo realizada en este estudio y el enfoque que entendemos como el más adecuado para el desarrollo del plan, atendiendo a las particularidades de la zona de estudio.

Dentro del ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Ebro en el que se enmarca este plan de gestión del riesgo de inundaciones, las directrices y propuestas que se expondrán a continuación se corresponden con la mitad aguas abajo del tramo de riesgo alto significativo “MEB-05”, dentro del ARPSI “04 Medio Ebro”, objeto de estudio del presente documento. Ya que, según el artículo 12 del RD 903/2010, el proceso de planificación deberá centrarse en estas ARPSIs y sus características específicas.

6.1. Directrices generales

Los principales objetivos a alcanzar mediante el desarrollo y ejecución de este plan deben pasar por contribuir a la reducción de las consecuencias adversas potenciales de las inundaciones para la salud humana, la actividad económica, el medioambiente, el patrimonio cultural y las infraestructuras, reduciendo el riesgo asociado a las inundaciones, a la par que protegiendo y restaurando (cuando sea preciso) el medio fluvial. Complementando a lo anterior, la realización del plan deberá dotar a la gestión de estos riesgos de un enfoque integrador, sistémico, sostenible y participativo que conduzca a una reducción de los impactos negativos derivados de estos episodios extremos de forma racional (social y económicamente hablando), efectiva y con posibilidad de adaptación a futuros cambios que puedan producirse.

Para la consecución de estos objetivos, se han considerado una serie de pilares básicos (en **negrita**) entorno a los que debe girar este proceso de planificación, para los cuales se detallan algunas directrices y propuestas generales al respecto:

Elementos de gestión

La gestión del riesgo de inundaciones debe abordarse según los siguientes elementos clave: *prevención* (evitar la exposición de bienes y personas, reducir la vulnerabilidad del territorio y fomentar adecuados usos y prácticas en el suelo afectado por estos riesgos), *protección* (reducción de la peligrosidad y efectos negativos de las inundaciones mediante actuaciones estructurales puntuales y concretas, solo donde sea

estrictamente necesario o no quepa otra posibilidad), *preparación* (informar y sensibilizar a la población sobre los riesgos y sobre cómo proceder ante ellos y en situaciones de emergencia), *previsión y alerta* (optimizar el uso de los sistemas de obtención de información hidrológica en tiempo real (SAIH), de predicción y de ayuda a las decisiones) y, por último, *resistencia y resiliencia* (capacidades de la sociedad para: continuar con su dinámica normal al ocurrir una inundación y para recuperarse lo más rápido posible de las alteraciones provocadas por esta, respectivamente, según Olcina (2008b)).

Coordinación administrativa e institucional y con otros planes, normativas y políticas sectoriales (interdisciplinariedad)

Resulta necesaria y fundamental para el proceso de planificación del riesgo la coordinación, a todos los niveles (local, regional y nacional), entre las distintas Administraciones Públicas e instituciones implicadas (Ayuntamientos municipales, Gobierno de Aragón, Gobierno Central, Confederación Hidrográfica del Ebro, Protección Civil, etc.), delimitando claramente las responsabilidades y objetivos específicos de cada una de ellas, y, a su vez, del propio plan con otros planes y políticas sectoriales relacionados con la gestión del riesgo de inundaciones (interdisciplinariedad).

En cuanto a lo segundo, debe darse especial importancia a la coordinación con la planificación hidrológica, es decir, su plena integración en el Plan Hidrológico de Demarcación del Ebro y con los objetivos ambientales y programa de medidas aprobados de acuerdo con la DMA (encaminados, principalmente, a la consecución del buen estado ecológico de todas las masas de agua para 2015). Dicha integración, de obligado cumplimiento según el TRLA (Art. 42), podrá realizarse a través de los procesos de revisión del Plan de Demarcación. Deberá considerarse el estado y objetivos ambientales de las masas de agua con riesgo potencial significativo de inundaciones.

De la misma relevancia resulta la coordinación de este plan con los instrumentos de ordenación territorial y urbanística, de manera que estos últimos no podrán incluir ninguna determinación incompatible con el contenido del primero, reconociendo como “Suelo Rural” aquellos terrenos en los que exista riesgo de inundaciones, con las

limitaciones que ello implica. De este modo, los Planes Generales de Ordenación Urbana o, en su defecto, las Normas Subsidiarias de los términos municipales afectados deberán incorporar y adaptarse a las consideraciones del plan de gestión del riesgo de inundaciones.

Además, deberá coordinarse también con el resto de planes y políticas relacionados, como el Plan Especial de Protección Civil ante Inundaciones de la C.A. de Aragón (plan de emergencia, protocolos de comunicación de la información y predicciones hidrológicas desde los organismos de cuenca, etc.) y otros planes o normativas existentes sobre medioambiente, desarrollo agrario, infraestructuras y transporte, políticas forestales, etc.

Respeto por el medioambiente

Como criterio principal, se deberá evitar su deterioro injustificado a la hora de gestionar los riesgos de inundaciones y fomentar medidas no-estructurales que conserven, protejan o restauren los ecosistemas fluviales para lograr el efecto sinérgico que ello produce, esto es, un beneficio mutuo, social (mitigación de riesgos y servicios ambientales) y ambiental (buen estado ecológico).

En lo relativo a estas medidas, deberán priorizarse aquellas que devuelvan al río un “espacio de movilidad fluvial” y que potencien la funcionalidad natural de la llanura de inundación del mismo, con lo que lograr este doble objetivo de reducción del riesgo y restauración de los valores ambientales, mediante la capacidad natural del sistema para la laminación de avenidas, filtrado de contaminantes, etc. Para ello, la restauración de la vegetación de ribera típica del sistema (sotos y mejanas) juega un papel fundamental también. Recuperar su estructura típica y su continuidad como corredor ecológico (actualmente, en la zona de estudio estos espacios se encuentran aislados y desconectados entre sí) es clave para contribuir al objetivo anterior, teniendo en cuenta además que forman parte de la Red Natura 2000, como LIC “Sotos y Mejanas del Ebro”.

No debe olvidarse, que este plan deberá tener en cuenta y compatibilizarse con lo dispuesto por otras directivas europeas de carácter medioambiental como son la ya citada DMA (2000/60/CE), la Directiva Hábitats (92/43/CEE), Directiva de protección de aves (2009/147/CE), etc.

DPH y usos del suelo en el mismo y en las zonas inundables

Asimismo, el plan deberá contemplar la modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RD 9/2008), en cuanto a la definición del Dominio Público Hidráulico (los cauces naturales quedarán definidos no solo en base a características hidrológicas, sino también atendiendo a criterios geomorfológicos, ecológicos e históricos), de cara a su adecuada delimitación y deslinde.

Dentro de este y de las zonas inundables, deberá revisarse y adecuar la ordenación de las actividades antrópicas (incluyendo los sistemas de defensas), de manera que sean compatibles con el funcionamiento del sistema fluvial y con los episodios de inundaciones inherentes al mismo. Así, deberán promoverse usos como la agricultura tradicional y actividades recreativas ligadas a los valores ambientales y culturales que emanan del buen estado ecológico de estos sistemas, en especial dentro de los espacios que se proponga devolver al río. En el caso de estas prácticas agrícolas, dada su compatibilidad y contribución al funcionamiento natural de la llanura de inundación, deberán ser apoyadas con medidas del tipo: subvenciones eco-condicionadas, seguros agrarios efectivos y el reconocimiento y divulgación de una denominación que acredite su calidad ecológica, que deberán acordarse con los agricultores (FNCA, 2003). En definitiva, fomentar y contribuir al desarrollo rural, como “pago” por los servicios en cuanto a la mitigación del riesgo de inundaciones que posibilita su ordenación territorial, en muchos casos para beneficio de los núcleos urbanos situados aguas abajo (como puede ser el caso de la ciudad de Zaragoza), en los que no existen estas posibilidades de actuación, pero sí recursos que pueden destinarse a ayudar a las zonas rurales.

Valoración económica de los impactos y análisis coste-beneficio

Debe avanzarse y mejorar en los aspectos cuantitativos de la evaluación de los daños ocasionados por las inundaciones, esto es, en la valoración y análisis económico de estos impactos sobre todos los sectores afectados, ya que hasta la fecha se ha venido realizando de forma desigual y poco homogénea, reduciéndose a un análisis más financiero que económico para el sector agrícola, en cuanto a que se lleva a cabo en función de los seguros agrarios.

En línea con esto, deberá efectuarse un análisis coste-beneficio adecuado para cada una de las medidas y actuaciones que se planteen en el territorio, de forma que se eviten inversiones económicas en defensa netamente superiores al valor de los bienes defendidos, como ya se ha producido en muchas ocasiones en el pasado. De este modo, evaluar cuánto cuesta tener o devolver un espacio de movilidad para el río frente a lo que cuesta la construcción y/ o mantenimiento de un sistema de defensas sería un análisis muy interesante a realizar.

Participación y educación social

La sociedad juega un papel determinante en este proceso de gestión del riesgo de inundaciones y lo hace con un protagonismo doble. En primer lugar, debe ser un agente activo en el proceso de información y participación pública de las partes interesadas en la elaboración, revisión y actualización de los programas de medidas y los planes de gestión del riesgo de inundaciones, según el Art. 16 del RD 903/2010 y de acuerdo con la Ley 27/2006²⁸. Y a la vez, juega un papel fundamental en la consecución de la mitigación del riesgo de inundaciones y de la protección medioambiental, a través de la educación y sensibilización social que deberá promoverse y desarrollarse en el plan, mediante campañas públicas de información y concienciación efectivas que eduquen a la ciudadanía en general y, en especial, a las partes afectadas, sobre los riesgos reales del territorio (que implicaciones para su seguridad y económicas tienen realmente, como proceder ante ellos y en las situaciones de emergencia, etc.) y los aspectos positivos de contar con un medioambiente “sano”.

Además deberá fomentarse una reorientación en el trato que desde los poderes públicos (y privados) y los medios de comunicación se ha venido haciendo de las inundaciones y de los riesgos asociados a ellas (“demonización”, catastrofismo, ocultismo, etc.) y también una mayor transparencia y claridad en los procesos para la toma decisiones que incumban al medioambiente, la seguridad de las personas y los bienes, etc.

Principio de solidaridad y visión a largo plazo. Seguimiento y revisión del plan

²⁸ Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medioambiente.

Dos de los principios rectores más importantes en cuanto a la gestión del riesgo de inundaciones son el principio de solidaridad y la visión sostenible a largo plazo. El primero establece que la protección frente a inundaciones que se lleve a cabo en una región no deberá comprometer, afectando negativamente, la capacidad de otras situadas río arriba o abajo. De manera que debe evitarse, incontestablemente, que las actuaciones previstas en esta y en cualquier otra región, reduzcan los riesgos y efectos en esa zona, a costa de empeorar la situación en otras, conectadas por las dinámicas hidráulica e hidrológica del sistema. En el caso del segundo de estos principios, se insta a que el planteamiento estratégico de gestión recoja la evolución de la situación a 50-100 años vista, teniendo en cuenta los aspectos relacionados con el medioambiente (cambio climático, etc.), la funcionalidad de las medidas ejecutadas, los cambios en los usos de suelo, etc.

En relación con el segundo de estos principios, el plan deberá ser sometido a un proceso de seguimiento en el tiempo, así como de actualización y revisión (Cap. VI, Art. 21 del RD 903/2010), que permita detectar las necesidades de adaptar el planteamiento de gestión e incluir las consideraciones precisas según los cambios de las circunstancias (como podrían ser las repercusiones del cambio climático). Según el artículo anterior, la primera revisión y actualización del plan deberá acometerse a más tardar en diciembre de 2021 y, a partir de entonces, cada 6 años.

Programa de medidas y priorización

Por último, cada una de las Administraciones Públicas implicadas en este proceso aprobará, en el ámbito de sus competencias, un paquete de medidas de actuación que contemplen y se desarrollen en base a los criterios expuestos en los subapartados anteriores, en el que deberá establecerse una priorización de las mismas, según su viabilidad y su capacidad para dar adecuado cumplimiento a la consecución del doble objetivo principal de reducir los efectos perjudiciales de las inundaciones sobre las personas y los bienes y de proteger y restaurar el medio natural.

6.2. Propuestas concretas y valoración del anteproyecto de la CHE

MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL RIESGO

Las estrategias que se propongan en esta zona tienen el objetivo de minimizar el impacto territorial de las inundaciones, puesto que en un territorio con las características hidrológicas, hidráulicas, geomorfológicas, y de asentamiento de núcleos urbanos como es el caso, no será posible eliminar el riesgo.

Para plantear la propuesta de minimización del riesgo hay que tener un conocimiento del funcionamiento del tramo ó del territorio muy exhaustivo, por lo que se hará en este apartado será concretar algunas medidas de actuación, derivadas de las medidas generales, y, finalmente, comentar las medidas ya propuestas por la Confederación Hidrográfica del Ebro en la zona recogidas de diferentes fuentes.

Tradicionalmente, la clasificación en cuanto a las medidas de actuación para mitigar el riesgo, se han venido clasificando como actuaciones estructurales y no estructurales, en función de la envergadura de la obra civil. Difieren la una frente a la otra en temas espaciales (no estructurales suelen atender a problemas puntualmente localizados, mientras las no estructurales tienen un carácter más general), temporales (no estructurales son vista a c/p, no estructurales más a l/p), costes, protección e impacto ambiental (estructurales tienen grandes impactos ecológicos, paisajísticos, geomorfológico e hidráulico).

También se pueden clasificar en función de su tipología de modificación de riesgo, que se puede hacer (G.V., 2002):

- disminuyendo el peligro (que se pueden diferenciar en aquellas para aumentar el nivel de desagüe del cauce, y/o las que trabajan para disminuir la magnitud del evento): diques, encauzamientos, derivaciones, embalses de laminación...
- la vulnerabilidad: adecuación edificación, adquisición de suelo para espacio fluvial, educación e información, planeamiento territorial, política de seguros.
- o de daños durante la inundación: Planes de emergencia, sistemas de alerta (protección civil), política de seguros, subvenciones y ayudas...

Según Olcina (2008b) existen dos nuevas palabras en el análisis de la parte social de los riesgos:

- Resistencia: hace mención al sentido social, es la capacidad de continuar con la dinámica normal después de una perturbación (en función de la salud pública y del bienestar).

- Resiliencia: capacidad de recuperarse lo más rápidamente posible de la alteración que dependerá del grado de preparación social, de la eficacia de las medidas de gestión del riesgo.

Generalizando un poco, los tres tipos de caracterizaciones se pueden asemejar de la siguiente forma:

GRUPO 1	GRUPO 2
Medidas estructurales	Medidas no estructurales
Medidas de disminución del peligro (medidas de control de inundaciones)	Medidas de disminución de la vulnerabilidad
Medidas de resistencia	Medidas de resiliencia

A continuación se muestran dos cuadros resumen de tipos de medidas en función del “grupo”, y ordenadas de mayor a menor impacto ambiental (G.A., 2004):

TIPO MEDIDA GRUPO1
Encauzamientos
Dragados
Diques de Protección y Motas
Modificación del Trazado de un meandro
Diques longitudinales
Embalses de retención
Mejora de obras hidráulicas
Restauración y actuación en la vegetación fluvial
Retirada de obstáculos y ensanchamiento del cauce mayor
Áreas de inundación controladas
Canal de descarga
Mejora del drenaje de infraestructuras lineales
Mejora de la red de drenaje de las aguas pluviales
Restauración Hidrológico-Forestal

TIPO MEDIDA GRUPO2
Acciones sobre la ordenación territorial
Devolución de espacio al río
Acciones sobre métodos y usos culturales en suelos agrarios
Creación de sectores con vocación de almacenamiento temporal de crecidas en el lecho mayor
Adecuación de las edificaciones e instalaciones existentes en zona inundable
Adecuación a la inundación de actividades al aire libre e instalaciones deportivas

TIPO MEDIDA GRUPO2
Carreteras de evacuación en caso de avenida de referencia
Educación del comportamiento ante el riesgo
Almacenamiento de productos de materiales peligrosos o potencialmente contaminantes
Políticas de seguros frente a inundaciones

De todas ellas, y en consonancia con el tramo de estudio y los resultados de los planos de riesgo y peligrosidad, se deberá de trabajar, básicamente, en la siguientes líneas:

En la protección en zonas urbanas: necesarias en Cabañas y Alcalá de Ebro, como se ha podido observar en los planos de peligrosidad, y es en estas zonas donde se justifican medidas estructurales.

Sobre la vulnerabilidad: modificación del los usos del suelo en zonas no urbanas, replanteando los cultivos existentes.

Devolución de un espacio de movilidad al río.

A continuación se detallan algunas actuaciones a contemplar en el tramo de estudio, siempre siguiendo las directrices generales ya comentadas, estableciendo una priorización de las medidas expuestas, dando cumplimiento a los dos objetivos *de reducir los efectos perjudiciales de las inundaciones sobre las personas y los bienes y de proteger y restaurar el medio natural*, sin olvidar los principios de coordinación administrativa, institucional y de leyes, y de solidaridad, y que finalmente, el programa de medidas aprobado, considere el tramo de una forma global, y vaya más allá de ser meras actuaciones puntuales.

GRUPO 1	GRUPO 2
Medidas estructurales	Medidas no estructurales
Medidas de disminución del peligro (medidas de control de inundaciones)	Medidas de disminución de la vulnerabilidad
Medidas de resistencia	Medidas de resiliencia
Dragados	Ordenación territorial (Usos del suelo)
Diques longitudinales	Recuperación Espacio Movilidad Fluvial
Mejora de obras hidráulicas	Educación
Retirada obstáculos y ensanchamiento cauce	Seguros frente a inundaciones
Áreas de inundación controladas	
Restauración y actuación vegetación fluvial	

-Medidas de carácter estructural y con menor sostenibilidad ambiental, tales como dragados y diques longitudinales, en tramos meramente urbanos de Alcalá de Ebro y Cabañas de Ebro.

DRAGADOS: tratan de aumentar la sección de evacuación del río, ensanchando y profundizando el lecho mediante la excavación del mismo. Van asociadas a extracción de vegetación, así como todos los temas asociados al propio dragado tales como colocación de los materiales extraídos, adecuación y protección de las orillas nuevas... Es una de las medidas con mayor impacto ambiental, debido a la modificación geomorfológica del mismo, lo que hace que se cambie totalmente la dinámica del río, y hace necesario considerar la protección de los cimientos de obras existentes en la zona ribereña.

Esta actuación no entra dentro de la filosofía del presente proyecto, puesto que se defiende el darle un espacio al río, ante todo, y la dinámica natural del mismo. Pero en casos donde realmente se justifique debido a la necesidad de protección de personas y viviendas, se añade como posible actuación en este apartado de medidas concretas, y siempre precedido de un estudio hidrológico dimensionado adecuado, con un examen serio de los impactos del proyecto, y un estudio de los costes reales del mismo (puesto que es una medida que precisa de un continuo mantenimiento, y resulta muy cara), para poder tomar las decisiones acertadas.

DIQUES LONGITUDINALES: Ya existentes en la localidades de Alcalá de Ebro y de Cabañas, para la protección de la población. Es por ello que en los mapas de peligrosidad en los cascos urbanos de ambas poblaciones no tienen riesgo, es decir, el agua no llega a las zonas más elevadas y protegidas. Por ejemplo, en Cabañas de Ebro, se ha incrementado la altura del muro en los últimos años, y se ha visto que ha servido para “detener el agua”, pero con ello se sigue aumentando la confianza en estas medidas estructurales, y la “falsa seguridad”. Algunas de ellas se encuentran en mal estado, por lo que pueden romperse y dar paso a una catástrofe. A continuación se muestran imágenes del dique longitudinal de Cabañas de Ebro.



MEJORA Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS YA EXISTENTES En

consonancia al apartado anterior, es necesario los trabajos de explotación, mantenimiento, inspección y limpieza de obras hidráulicas existentes, que se consideren necesarias para la protección de personas y bienes, asegurando la persistencia de las condiciones de diseño ejecutadas.

- Medidas estructurales y con una sostenibilidad “media” en tramos urbanos de Alcalá de Ebro, ó en tramos rurales, pero que influyan directamente sobre la dinámica en dichos tramos urbanos y Cabañas de Ebro, entre las que se destacan:

CAUCES DE ALIVIO, tienen función de desagüe, aumentando la anchura total por la que pasa el agua, disminuyendo el nivel por las rutas abiertas. Para ello, se excavan en tierra con vegetación herbácea a una cota superior a la del río, al crecer el nivel del agua permiten el paso de la avenida por las dos rutas abiertas. Se realizan para reducir los posibles efectos negativos en los núcleos ribereños. Muy importante realizar estudios hidráulicos antes.

ZONAS DE INUNDABILIDAD TEMPORAL CONTROLADA en zonas alejadas de los cascos urbanos, mediante la permeabilización de las motas que defienden los campos mediante compuertas que permitirán la entrada del agua en la margen, controlando de forma automática el nivel máximo admisible.

- En zonas no urbanas se propone:

CAMBIOS DE USOS, para la disminución de la vulnerabilidad, estudiando la posibilidad de plantaciones de especies de ribera ó cultivos herbáceos más resistentes a las inundaciones.

RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL CAUCE, siendo consciente de los beneficios que aporta la misma en la mitigación de los riesgos, se deberá de considerar en este aspecto el invertir, por ejemplo, en zonas de cultivos abandonados cercanos al río, en los que antiguamente estaban con vegetación ribereña.

SISTEMA DE SEGUROS AGRARIOS, compensación de daños de cosechas por parte de las inundaciones, en función del perjuicio en el cultivo según el caudal, la velocidad del flujo y el tiempo de permanencia de la misma.

- En todo el tramo de estudio se considera fundamental y necesario el **DERRIBO DE OBRAS HIDRÁULICAS EXISTENTES y RETRANQUEO DE MOTAS**. Llegados a este punto cabe destacar la necesidad de replantearse el estado actual, y de la funcionalidad de muchas de las motas existentes, así como de obras hidráulicas realizadas ya hace años, que se encuentran en mal estado y no cumplen con los fines para los que fueron construidos, o que ya no tienen ninguna funcionalidad.

Se propone el realizar un trabajo de inventario detallado de todas ellas, valorando el estado de las mismas, su funcionalidad, y cómo entorpecen a la dinámica fluvial y si realmente son necesarias, valorando los casos en los que, por ejemplo, las motas puedan dar más problemas que beneficios, y replantear el retranqueo de las mismas (debido a la modificación de la dinámica fluvial, produciendo problemas en otras zonas del cauce; ó perjuicio a la vegetación de ribera autóctona). En la visita a campo realizada se han observado una elevada cantidad de motas y de escolleras de protección que meramente servían para la protección de choperas o en mal estado.

Se considera necesario, y de acorde a las especificaciones de la DMA, una valoración económica del coste de mantenimiento de estas obras vs. objetivo de protección de las mismas.

- Tanto en zonas urbanas como en zonas rurales, incidir sobre la **ordenación del territorio**, reclasificando los terrenos tal y como exige la ley (no urbanizable en aquellos casos que existan riesgos de inundaciones).

- En zonas no urbanas, fuera de la influencia de Cabañas de Ebro y Alcalá de Ebro, y considerando el área de influencia de Luceni, Boquiñeni y Remolinos, se propone

dotar de espacio de movilidad al río, determinando el **Espacio de Movilidad Fluvial**; que se realizará mediante:

EXPROPIACIÓN DE TERRENOS, adquiriendo terrenos para promover en ellos vegetación de ribera.

RETRANQUEO/DERRIBO DE MOTAS, Retranqueo de la mayoría de las motas del tramo, para dotar de un mayor espacio para la movilidad. Sin olvidar lo expuesto anteriormente, previo un inventario exhaustivo de qué es lo que hay/ para qué sirve/ y estudio económico.

DELIMITACIÓN DEL DPH tal y como se especifica en la Ley, considerando también criterios geomorfológicas e históricos, considerando también la posibilidad de añadir la Zona de Flujo preferente a la Zona de Policía. Si la cartografía del estudio está bien, es una zona muy amplia la que se puede introducir dentro de la Zona de Policía y que no sean meramente los 100 metros de la antigua ley del DPH. Así, en esa zona estará condicionado el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen y cualquier obra o trabajo en la misma precisará de autorización del organismo de cuenca.

Es importante dotar del significado real de la ZFP, y que está recogida en la ley: “esta zona se delimitará con el objeto de preservar la estructura y funcionamiento del sistema fluvial, dotando al cauce del espacio adicional suficiente para permitir su movilidad natural así como la laminación de caudales y carga sólida transportada, favoreciendo la amortiguación de las avenidas” parece muy lejano todavía al entendimiento de las administraciones y de las poblaciones ribereñas.

- Para llevar a cabo todo ello, y que se comprenda de la mejor forma posible, y poder llegar a un consenso con las poblaciones ribereñas es fundamental llevar a cabo un **plan de educación ambiental a gran escala**. Si bien es cierto que en la visita a campo se ha podido constatar la existencia de asociaciones que trabajan en la zona, y de carteles informativos (como el que se adjunta a continuación), que ayudan a la comprensión de la importancia de las inundaciones, pero tiene que ser un plan a mayor escala, considerando también la educación ambiental de los **medios de comunicación**, que no se queden en la mera “catástrofe” como ya se ha incidido en apartados anteriores. Dentro de este apartado también se puede incluir la

participación pública, ya que también es una forma de aprender, y con la que la Confederación Hidrográfica del Ebro ha abierto una vía de diálogo con las poblaciones ribereñas, y con la que tiene que seguir adelante para llegar a un consenso social en cuanto a las actuaciones en la zona de estudio.



La Confederación Hidrográfica del Ebro ha llevado a cabo una serie de actuaciones; algunas ya ejecutadas, otras proyectadas y otras todavía sin proyectar, encaminadas a la disminución del riesgo en la zona. No ha sido posible recabar mucha información del proyecto en Sí, ni del proceso de participación pública que nos consta que se está llevando a cabo, pero a continuación se expone lo que ha sido posible obtener.

En municipios del tramo Ebro del Ebro se han presentado proyectos de auces de alivio para la protección de los núcleos habitados de Novillas, Pradilla-Boquiñeni, Alcalá de Ebro, Cabañas de Ebro y Pina de Ebro. También ha propuesto Zonas de inundabilidad temporal controlada en situación de avenida:

Cauces de alivio: La CHE ha propuesto actuaciones enfocadas a este tipo de cauces de alivio en:

- Zona de Alcalá de Ebro: Cauce auxiliar de orientación de flujo, cauce de alivio y retranqueo de mota, y en una zona rebaje del terreno.
- Zona de Cabañas de Ebro: Eliminación de una mota en el margen izquierdo, cauce auxiliar de orientación de flujo y cauce de alivio, y un poco más debajo de Cabañas, en la margen izquierda, eliminación de mota y cauce de alivio.

Zonas de inundabilidad temporal controlada en situación de avenida : se han ejecutado en Novillas, Pradilla de Ebro y dos en Pina de Ebro. Este tipo de actuaciones precisa de un proceso de negociación con los agricultores para que permitan colocar compuertas en las tierras. Están proyectadas en Remolinos, Torres de Berrellén y Alcalá de Ebro. Estas cuatro zonas son los proyectos. Al mismo tiempo, se están estudiando otras 19 posibles ubicaciones en las que habrá que comprobar tanto su viabilidad técnica como la disposición de los ayuntamientos y agricultores. Muchas de esas alternativas se encuentran en municipios navarros y riojanos: Alfaro, Arguedas, Tudela, Cortes.

En cuanto al tramo de estudio, existe una propuesta para las zonas de Remolinos, Alcalá y Torres de Berrellén.

Imágenes del área de inundabilidad temporal controlada en Novillas:



Tal y como se ha podido constatar en noticias²⁹ que describen la actuación ejecutada en Novillas, éste área tiene una extensión de 315 hectáreas para almacenar hasta un máximo de 3,3 hm³ durante un episodio de avenida.

Precisa de instalar en la mota dos compuertas de nivel constante, como la que se ve en la imagen anterior, que durante el episodio de avenida permitirán la circulación del agua

²⁹ <http://www.iagua.es/2009/05/la-confederacion-hidrografica-inicia-las-obras-para-crear-la-primera-zona-de-inundabilidad-controlada-en-el-eje-del-ebro/>

desde el cauce del río a la zona a inundar. Estas compuertas se colocan en la mota defensiva ya existente y estarán resguardadas cada una de ellas por una compuerta de seguridad. Además, la actuación incluye la instalación de cinco clapetas de drenaje repartidas por el área que, junto a las compuertas de nivel constante, colaboran al desagüe de la zona inundable una vez desciendan los caudales por el cauce.

Llegados a este punto, y en vista de la cantidad de requerimientos que necesitan estas zonas de inundabilidad controlada y la cantidad de ellas que hay en proyecto, cabe una valoración de este tipo de actuaciones, así como de los cauces de alivio:

- Zonas de inundabilidad controlada: en cuanto a la valoración ambiental hay que resaltar que estas zonas no implican una mejora ambiental, puesto que el cauce sigue constreñido con motas y escolleras, y falta de movilidad. Las compuertas se abren en avenidas grandes, por lo que la ribera tan solo se inundará en esos momentos, así que las inundaciones, seguirán faltas de su significación ambiental, y será la mano humana la que decida cuándo, durante qué tiempo, qué superficie...etc deberá de ser la inundada, sin consideraciones ambientales al respecto. En cuanto a la valoración económica, éstas siguen siendo actuaciones caras, debido al coste de proyecto (movimientos de tierra, construcción ó modificación de motas, hormigón, compuertas y de mantenimiento) y con un coste de mantenimiento a tener en cuenta. En cuanto a su función, parece ser que si que cumplen su función de protección frente a las inundaciones, laminando la inundación aguas abajo. Aunque no se encuentra ningún beneficio para la zona de actuación en si, ni siquiera ambiental. Se considera que hay que valorar positivamente que gracias a este tipo de actuaciones se ha abierto un canal de comunicación entre la Confederación Hidrográfica del Ebro y los habitantes ribereños, un potencial que se debe de seguir trabajando para posteriores actuaciones, esperamos, que más enfocadas al beneficio ambiental.
- Cauces de alivio: también son valorados de una forma negativa, en cuanto al aspecto ambiental, por los autores del presente informe. No se ha encontrado ningún beneficio ambiental, si bien en algunos casos se plantea el hecho de retranqueo o eliminación de motas. Económicamente si que se consideran más sostenibles, pero meramente justificables en zonas con un peligro para la población, que parece que es así la línea que se está siguiendo, algo muy positivo, por lo que es importante resaltar.

Se concluye este apartado resaltando que la justificación de la defensa de las poblaciones ribereñas no puede “ocultar” la necesidad de darle ese Espacio de Libertad Fluvial al tramo de estudio. Si bien las medidas más estructurales pueden ser necesarias en algunos casos, es importante el estudiar otras medidas más enfocadas a la mejora ambiental del tramo y de la dinámica del río, que, como se ha explicado a lo largo de todo el proyecto, trabajará de forma positiva en la amortiguación del peligro de las inundaciones.

En las áreas de inundación controlada podría estudiarse la forma de que tuviesen un carácter ambiental, algo así como estudiar la frecuencia y magnitud de las inundaciones en la zona (mediante el programa IAHRIS), y permitir que la zona se inunde cada x tiempo, con una finalidad también ambiental.

Y como no, potenciar y seguir adelante con el proceso de participación que se ha abierto, ya que desde nuestro punto de vista es un trabajo duro, largo y muy loable que ha iniciado la CHE, y en el futuro puede dar muchos frutos.

7. CONCLUSIONES

1. La plasmación indebida de actividades antrópicas sobre el territorio, la mala praxis en lo que a medidas de gestión del riesgo de inundaciones se refiere y el severo impacto que ha causado sobre el medioambiente, hacen del ser humano el máximo responsable del aumento del riesgo de inundaciones que se ha producido en las últimas décadas (“no hay riesgo sin el ser humano”). Pero a la vez que responsable, el ser humano es además el principal encargado de mitigar estos riesgos y de restaurar el buen estado ecológico del medioambiente, reorientando el enfoque tradicional de gestión hacia un nuevo modelo, basado en medidas no-estructurales en las que la ordenación del territorio, la protección y restauración ambiental, la sensibilización social, etc. cobren un mayor protagonismo. Y es este segundo punto en el que nos encontramos en la actualidad y al que se pretende contribuir mediante este trabajo.
2. La estrategia y el enfoque de gestión que se defienden desde este trabajo están avalados por experiencias innovadoras que ya han dado o están dando sus frutos en lo que a mitigación del riesgo y protección medioambiental se refiere, basadas en la reducción de la vulnerabilidad y la exposición del territorio, la

restauración y devolución de espacio para los sistemas fluviales, etc., llevadas a cabo en varios de los países más vanguardistas en temas de inundaciones (EEUU, Alemania, Países Bajos, Francia...).

3. La adecuada realización de los trabajos exigidos por la Directiva de Inundaciones y su correcta integración y coordinación con el resto de normativas implicadas en la gestión del riesgo de inundaciones deberán constituir un “armazón” normativo (Directiva de Inundaciones, SNCZI, TRLS (Art. 12 y 15), Planes Hidrológicos, etc.) eficaz y definitivo a la hora de reducir dichos riesgos de forma racional y sostenible.
4. Socialmente, es muy necesario un cambio de mentalidad en materia de riesgos y del funcionamiento de los sistemas fluviales, a través de una mayor y mejor información y educación al respecto, con el fin de seguir progresando en nuestro camino hacia evitar nuevos desastres y catástrofes como los que ya ocurrieron en el pasado, por culpa de la mala actuación del ser humano, pero también de la falta de información y concienciación de la ciudadanía que hacía uso de dichas actividades, asentamientos, etc.
5. El tramo de estudio presenta una singularidad hidrogeomorfológica muy valiosa a nivel europeo, la cual se ha visto seriamente deteriorada por la estabilización artificial a la que se ha sometido al cauce (ocupación del espacio fluvial por cultivos y algunos asentamientos, acompañados de un sistema de defensas – estructural – que constriñe y fija el cauce) desde la gran crecida del Ebro en 1961, que ha llevado a su práctica desaparición a la típicamente muy activa dinámica fluvial en este tramo. Por este motivo, los esfuerzos actuales de gestión deberán encaminarse a la recuperación de estos valores (devolviendo espacio y “libertad” al río), los cuales repercutirían positivamente no solo en la actividad económica, cultural, recreativa, etc. de la región, sino también en la propia seguridad de las personas y los bienes, al recobrase la capacidad natural del sistema para la laminación de avenidas.
6. Los resultados derivados de la cartografía de peligrosidad y riesgo generada en el presente trabajo nos indican que, en general, el tramo presenta un riesgo alto, debido principalmente a las profundidades mayores de un metro para el período

de retorno de 100 años y, sobretodo, a la vulnerabilidad media (valor 2), en vez de baja (valor 1), que se otorgó a los cultivos en la zona. En cuanto a los núcleos urbanos, los que presentan el mayor riesgo (alto) son, como cabía esperar, los de Alcalá y Cabañas de Ebro, ya que, a pesar de su peligrosidad media, debida al sistema de defensas que los protege, ambos presentan una vulnerabilidad y exposición altas por su proximidad al cauce, en sendas márgenes cóncavas del río.

7. Los pilares básicos más destacados entorno a los que debe desarrollarse el proceso de planificación para la gestión del riesgo de inundaciones son: el fomento de la prevención, previsión y alerta, que permita reducir la vulnerabilidad y exposición del territorio al peligro de las inundaciones; la coordinación administrativa a todos los niveles y con el resto de planes relacionados con la materia (interdisciplinariedad); la protección y restauración del medioambiente como instrumento clave para la consecución del doble de objetivo de mitigación del riesgo y de mejora del estado ecológico de los sistemas fluviales; la información y participación social en el proceso de elaboración del plan y educación y sensibilización de la ciudadanía en materia de riesgo e inundaciones; una adecuada valoración económica tanto de los impactos ocasionados por las inundaciones como de las medidas y actuaciones propuestas frente al resto de alternativas; y el seguimiento y evolución en el largo plazo de las medidas propuestas y de los posibles cambios en el ambiente, el medio social, etc.
8. Las propuestas concretas de actuación en el territorio deberán encaminarse a la devolución y restauración de un espacio de libertad fluvial para el río, con su estructura vegetal típica, complementadas con algunas medidas de carácter más estructural allí, y solo allí, donde no quepa otra posibilidad y sea estrictamente necesario para proteger a las personas y los bienes más valiosos. En este sentido, las medidas recogidas en el anteproyecto de la CHE (inundación blanda y cauces de alivio, y dragados en puntos concretos de las poblaciones más expuestas) sí que son acertadas desde el punto de vista de la mitigación del riesgo y, además, suponen un cambio a mejor respecto de las medidas tradicionales, más duras y agresivas con el medio natural, sin embargo, a nuestro entender, son ciertamente

criticables en cuanto a que implican beneficios o mejoras en el estado de los ecosistemas, lo cual no es incompatible con la reducción del riesgo de un territorio, si se efectúa de la manera correcta.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Ayala-Carcedo FJ, Olcina Cantos J. 2002. Riesgos Naturales. Barcelona.
- Brandt SA. 2000. Classification of geomorphological effects downstream of dams. *Catena* 40 375-401.
- CEDEX. 2002. Memoria resumen cartografía de riesgo de inundación en la ribera del Júcar. Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente.
- CEDEX. 2011. Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Estudios Hidrológicos e Hidráulicos, 310 p., Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino.
- Díaz Bea E, Ollero Ojeda A. 2005. Metodología para la clasificación geomorfológica de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro. *Geographica* 47: 23-45.
- FNCA y Universidad de Zaragoza (2003) Conclusiones del seminario “El problema de las inundaciones: claves, razones y soluciones”.
- G.A. 2005. Plan medioambiental del Ebro (Ebro medio en Aragón) y tramo bajo del Cinca. Gobierno de Aragón. Departamento de Medio ambiente. 47 Tomos.
- G.V. 2002. PATRICOVA. Documento N°1 Memoria. Generalitat Valenciana. Conselleria D’Obres Públiques, Urbanisme i Transports.
- Hilpert K, Mannke F, Schmidt-Thomé P. 2007. Towards Climate Change Adaptation in the Baltic Sea Region, Geological Survey of Finland, Espoo.
- IGME, ed. 2008. Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007. Impacts, adaptation and vulnerability . [En línea]. Working Group II Report, United Nations Environment Programme, (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>)
- Magdaleno Mas, F. and J. A. Fernández Yuste .2010. "Meander dynamics in a changing river corridor." *Geomorphology* 130: 197-207.
- Magdaleno Mas F. 2011. Evolución hidrogeomorfológica del sector central del río Ebro a lo largo del Siglo XX. Implicaciones ecológicas para su restauración E.T.S.I. Montes (U.P.M.), Madrid.
- Martínez Romero R, Magdaleno Mas F, Ortiz Rodríguez J, Fernández Yuste JA, Martínez Santa-María C. 2011. SEDA: Servidor de datos para el estudio de la alteración hidrológica. *Ingeniería Civil* 164.
- Martínez Santa-María C, Fernández Yuste JA. 2010. IAHRIS 2.2 Índices de alteración hidrológica en ríos. Manual de referencia metodológica.
- Mateu B. JF, Camarasa B. AM. 2000. Las inundaciones en España en los últimos veinte años. Una perspectiva geográfica. *Serie Geográfica* N° 9 11 - 15.
- M. F., Ministerio de Fomento. 2011. Estudios Técnicos para el Corredor Cantábrico-Mediterráneo de alta velocidad. Tramo Plasencia de Jalón (Zaragoza)-Tudela (Navarra). Dirección General de Infraestructura Ferroviarias. Secretaría de Estado de Planificación de Infraestructuras.

Olcina Cantos J. 2008. Prevención de riesgos: cambio climático, sequías e inundaciones. Paper presented at Panel Científico-Técnico de Seguimiento de la Política de Aguas, Convenio MMA – Universidad de Sevilla.

Olcina Cantos J. 2008b. Cambios en la consideración territorial, conceptual y de método de los riesgos naturales. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Olcina Cantos J. 2009. España, territorio de riesgos. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. 17.3. 242-253

Olcina Cantos J. 2010. El tratamiento de los riesgos naturales en la planificación territorial de escala regional. Papeles de Geografía 51-52: 223-234.

Ollero Ojeda A. 1990. Pendiente, sinuosidad, y tipos de canal en el Ebro medio. Cuadernos de investigación geográfica 16: 73-84.

Ollero Ojeda A. 1992. Los meandros libres del Ebro medio (Logroño-La Zaida): geomorfología fluvial, ecogeografía y riesgos Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

Ollero Ojeda A. 1996. Dinámica de meandros y riesgos hidrogeomorfológicos en Alcalá de Ebro y Cabañas de Ebro in Grandal d'Anglade AyPV, J., Eds., ed. IV Reunión de Geomorfología O Castro (A Coruña): Sociedad Española de Geomorfología.

Ollero Ojeda, A. 1997. Crecidas e inundaciones como riesgo hidrológico: un planteamiento didáctico. Lurralde, nº 20, p. 261-283.

Ollero Ojeda A. 2005. El río Ebro. En: Comarca de Ribera Alta del Ebro. . Coords: Hermoso C., M. y Vázquez A., M. Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales, Gobierno de Aragón.

Ollero Ojeda A. 2009. "Especial Aragón": El río Ebro, columna vertebral de Aragón: valor ambiental y amenazas. Foresta 43.

Ollero, A. y Pellicer, F. (1991): Middle Ebro river channel and floodplain: geomorphology, recent changes, risks and management on a fluvial system of free meanders. In Sala, M.; Rubio, J.M. & García Ruiz, J.M. (Eds.): Soil erosion studies in Spain, 203-210, Geoforma, Logroño

Poff, N. L., D. Allan, Poff, N., Leroy, Allan, David, Bain, Mark, Karr, James, Prestegard, Karen Richter, Brian Sparks, Richard Stromberg, Julie I. (1997). "The Natural Flow Regime. A paradigm for river conservation and restoration." BioScience 47(No. 11).

Sánchez Martínez FJ, Moreno CA, Fernández JQ, Algora SC. 2011. El SNCZI como herramienta clave en la conservación y recuperación del espacio fluvial RESTAURARÍOS-Sesión 1: Restauración y prevención de inundaciones.