



Universidad
Zaragoza

Memorias de prácticas

Confederación hidrográfica del Ebro

Autor

Juan Oyarzábal Mateo

Director/es

Daniel Ballarín

Tutor

José Ángel Losada

Filosofía y letras

2015

Índice de la memoria de las prácticas

1. Introducción a las prácticas	4
2. Características de las prácticas (Confederación Hidrográfica del Ebro)	4
2.1 Breve historia y presentación	4
2.2 Funciones	5
2.3 Departamento donde se han realizado las prácticas	6
3. Objetivos de las prácticas	6
4. Trabajo desarrollado	7
4.1 Introducción a la temática	7
4.2 Metodología	7
4.3 Diagnóstico ambiental y territorial de Sobradiel, Utebo y Cuenca alta de Zaragoza	9
4.3.1 Características de la crecida del Río Ebro en 2015	10
4.3.2 ¿Por qué ocurren las inundaciones?	11
4.3.3 Principales impactos de las inundaciones	12
4.3.4 Legislación vinculante	13
4.3.5 Resultados de los aspectos analizados en el diagnóstico ambiental y territorial	14
- Cálculo de la superficie afectada por la crecida en la zona de estudio	14
- Tipos de uso de suelo afectado	15
- Núcleos de población afectados	19
- Infraestructuras de transporte afectadas	23
- Espacios naturales afectados	25
- Instalaciones ganaderas afectadas	28
- Edificaciones y parcelas no agrícolas afectadas	30
- Comparación con las crecidas anteriores	35
- Evolución del cauce del Río Ebro y sus usos del suelo asociados	38
4.3.6 Propuestas de mejora	42
- Propuestas de mejora de carácter general	43
- Propuestas de mejora específicas	45
4.3.7 Conclusiones	46
4.3.8 Reflexiones	47
5. Cronograma	47
6. Agradecimientos	48
7. Bibliografía	49

Índice de tablas, imágenes y mapas

Foto 1. Edificio de la Confederación Hidrográfica del Ebro	4
Mapa 1. Zona de estudio	7
Tabla 1. Información utilizada	8
Imagen 1. Captura de pantalla utilizando la herramienta “clip”	8
Imagen 2. Captura de pantalla digitalizando parcelas no agrícolas afectadas por la inundación	8
Foto 2. Fotografía aérea de las inundaciones de Marzo de 2015	10
Mapa 2. Zona de estudio inundada en comparación con el término municipal	14
Tabla 2. Superficie afectada por la inundación por municipios	14
Mapa 3. Usos del suelo inundados de Sobradiel	15
Tabla 3. Superficie de los usos de suelo afectados en Sobradiel	16
Mapa 4. Usos de suelo inundados en Utebo	17
Tabla 4. Superficie de los usos de suelo afectados en Utebo	17
Mapa 5. Usos de suelo inundados en Zaragoza (Cuenca alta)	18
Tabla 5. Superficie de los usos de suelo afectados en Zaragoza	18
Foto 3. Imagen aérea de las inundaciones a su paso por el núcleo poblacional de Sobradiel.	20
Mapa 6. Cartografía de la inundación respecto a los núcleos de población en Sobradiel	20
Mapa 7. Cartografía de la inundación respecto a los núcleos de población en Utebo	21
Foto 4. Imagen aérea de las inundaciones a su paso por el núcleo poblacional de Utebo	21
Mapa 8. Cartografía de la inundación respecto a los núcleos de población de Zaragoza	22
Foto 5. Imagen aérea de las inundaciones a su paso por el núcleo poblacional de Zaragoza	23
Tabla 6. Infraestructuras de transporte afectadas en la zona de estudio	23
Foto 6. Imagen aérea de la carretera cortada entre Monzalbarba y Alfocea	24
Foto 7. Autovía A-2 a su paso por Zaragoza (Zona Expo)	24
Mapa 9. Cartografía de la Red viaria afectada por la inundación	25
Mapa 10. Cartografía de los espacios naturales afectados por la inundación	26
Foto 8. Imagen aérea del Galacho de Juslibol.	27

Foto 9. Balsa de purines en una granja	28
Mapa 11. Instalaciones ganaderas afectadas por la inundación en Sobradiel	29
Mapa 12. Instalaciones ganaderas afectadas por la inundación en Utebo	29
Mapa 13. Instalaciones ganaderas afectadas por la inundación en Zaragoza	30
Mapa 14. Edificaciones afectadas por la inundación en Sobradiel	31
Tabla 7. Parcelas afectadas por la inundación en el término municipal de Sobradiel	32
Mapa 15. Edificaciones afectadas por la inundación en Utebo	32
Tabla 8. Parcelas afectadas por la inundación en el término municipal de Utebo	33
Mapa 16. Edificaciones afectadas por la inundación en el sector de Alfocea (Zaragoza)	34
Mapa 17. Edificaciones afectadas por la inundación en el sector de Julisbol- Zona Expo (Zaragoza)	35
Gráfica 1. Caudal del Río Ebro a su paso por la estación de medición de Zaragoza en 2003	36
Gráfica 2. Caudal del Río Ebro a su paso por la estación de medición de Zaragoza en 2013	36
Gráfica 3. Caudal del Río Ebro a su paso por la estación de medición de Zaragoza en 2015	36
Mapa 18. Comparación de las inundaciones de 2015, 2013 y 2003	37
Tabla 9. Superficie afectada para las crecidas de 2003, 2013 y 2015	38
Mapa 19. Usos del suelo y cauce del río Ebro en 1927 en Utebo	39
Mapa 20. Usos del suelo y cauce del río Ebro en 1927 en Zaragoza	40
Mapa 21. Usos del suelo y cauce del río Ebro en 1956 en Utebo	41
Mapa 22. Usos del suelo y cauce del río Ebro en 1956 en Zaragoza	41
Tabla 10. Cronograma de las prácticas	47

1. Introducción de las prácticas

Con motivo de haber finalizado satisfactoriamente todas las asignaturas de Máster de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de la Universidad de Zaragoza, y habiéndome formado y aprendido los conceptos impartidos a lo largo del curso 2014-2015, se han realizado unas prácticas de final de Máster con el fin de aplicar estos conocimientos adquiridos, para solucionar problemas reales que surgen en la empresa donde se realizan las prácticas.

2. Características de las prácticas

Confederación Hidrográfica del Ebro

2.1 Breve historia y presentación:

Las prácticas se han realizado en la Confederación Hidrográfica del Ebro, concretamente en la sede central de Zaragoza.

En 1926, por Real Decreto de 5 de marzo, se crean las Confederaciones Hidrográficas con la denominación de Confederaciones Sindicales Hidrográficas, disponiendo su artículo 1 que "En todas las cuencas hidrográficas en que la Administración lo declare conveniente o en que lo solicite el 70%, por lo menos, de su riqueza agrícola e industrial, afectada por el aprovechamiento de sus aguas corrientes, se formará la Confederación Sindical Hidrográfica". La primera en constituirse, también por Real Decreto de la misma fecha, 5 de marzo de 1926, fue la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro.



Foto 1. Edificio de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Fuente: www.ialua.es

La Ley de Aguas define a las Confederaciones Hidrográficas como entidades de Derecho público con personalidad jurídica propia y distinta de la del Estado, adscritas a efectos administrativos al actual Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente con plena autonomía funcional. La Ley establece su configuración y funciones, sus órganos de Gobierno y Administración y su hacienda y patrimonio.

2.2 Funciones:

Las funciones principales de la Confederación en la actualidad, se presentan a continuación:

La elaboración del Plan Hidrológico de cuenca, así como su seguimiento y revisión.

- La administración y control del dominio público hidráulico.
- La administración y control de los aprovechamientos de interés general o que afecten a más de una Comunidad Autónoma.
- El proyecto, la construcción y explotación de las obras realizadas con cargo a los fondos propios del Organismo, y las que le sean encomendadas por el Estado.
- Las que se deriven de los Convenios con las Comunidades Autónomas, Corporaciones Locales y otras Entidades públicas o privadas, o los suscritos con los particulares.

Otras atribuciones y cometidos son los siguientes:

- El otorgamiento de autorizaciones y concesiones referentes al dominio público hidráulico, salvo las relativas a las obras y actuaciones de interés general del Estado, que corresponderán al Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente.
- La inspección y vigilancia del cumplimiento de las condiciones de las concesiones y autorizaciones relativas al dominio público hidráulico.
- La realización de aforos, estudios de hidrología, información sobre crecidas y control de la calidad de las aguas.
- El estudio, proyecto, ejecución, conservación, explotación y mejora de las obras incluidas en sus propios planes, así como aquellas otras que pudieran encomendársele.
- La definición de objetivos y programas de calidad de acuerdo con la planificación hidrológica.
- La realización, en el ámbito de sus competencias, de planes, programas y acciones que tengan como objetivo una adecuada gestión de las demandas, a fin

de promover el ahorro y la eficiencia económica y ambiental de los diferentes usos del agua mediante el aprovechamiento global e integrado de las aguas superficiales y subterráneas, de acuerdo, en su caso, con las previsiones de la correspondiente planificación sectorial.

- La prestación de toda clase de servicios técnicos relacionados con el cumplimiento de sus fines específicos y, cuando les fuera solicitado, el asesoramiento a la Administración General del Estado, Comunidades Autónomas, Corporaciones Locales y demás entidades públicas o privadas, así como a los particulares.

2.3 Departamento donde se han realizado las prácticas

El departamento donde se han realizado las prácticas en la Confederación Hidrográfica del Ebro es la Oficina de Planificación Hidrológica.

La Oficina de la Planificación Hidrológica es la competente para la realización técnica y seguimiento y revisión del Plan Hidrológico de la Demarcación del Ebro. Sus principales funciones son:

- La recopilación y, en su caso, la realización de los trabajos y estudios necesarios para la elaboración, seguimiento y revisión del Plan Hidrológico de la cuenca.
- Informar de la compatibilidad con el Plan Hidrológico de la cuenca de las actuaciones propuestas por los usuarios.
- La redacción de planes de ordenación de las extracciones en acuíferos declarados sobreexplotados o en riesgo de estarlo y aquellos otros en proceso de salinización.

Dentro de la oficina de Planificación, es la sección de Sistemas de Información Geográfica donde se han centrado las tareas de las prácticas cursadas.

3. Objetivos de las prácticas

Los objetivos principales de las prácticas realizadas:

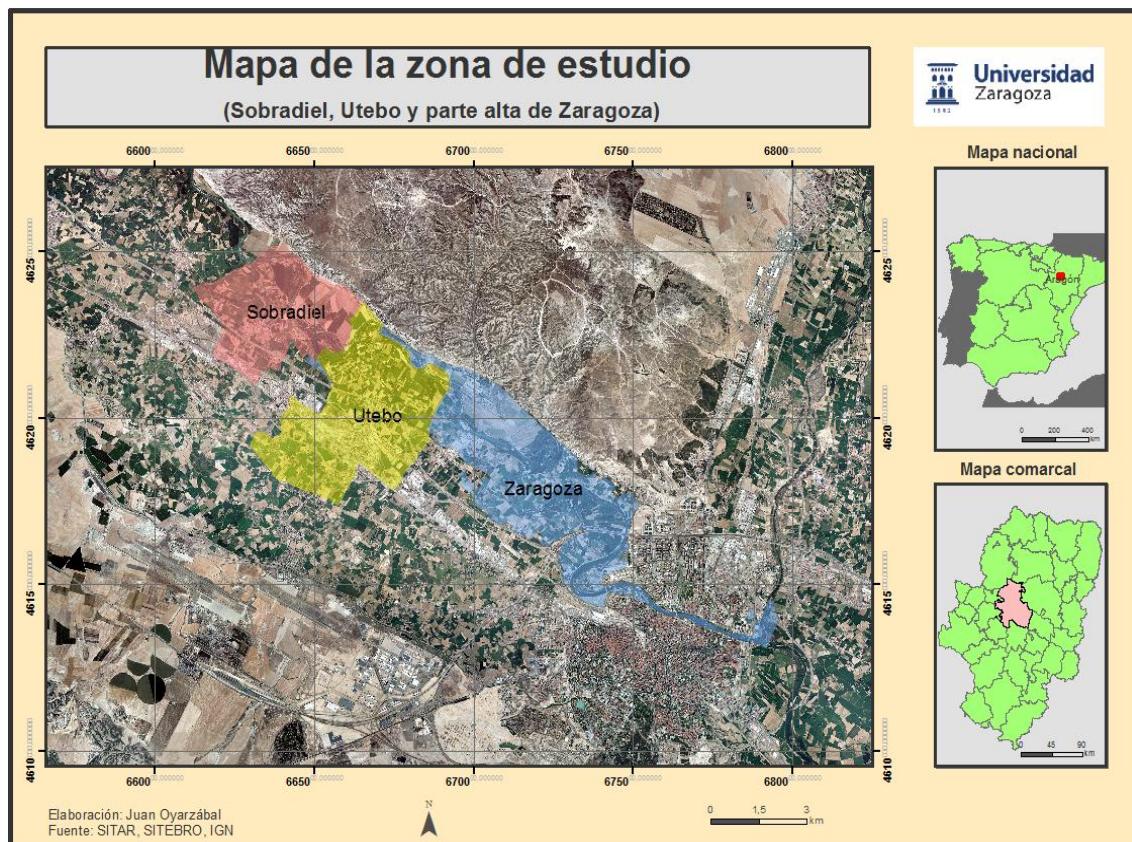
- Poner en práctica los conceptos y conocimientos aprendidos a lo largo del máster
- Capacidad para resolver los problemas planteados durante las prácticas
- Capacidad de organización del trabajo que ha sido asignado
- Relacionarse adecuadamente con el Tutor de la empresa.

- Aprender nuevos conocimientos durante las prácticas.
- Aplicar especialmente de manera autosuficiente los conocimientos de los programas informáticos de SIG.

4. Trabajo desarrollado

4.1 Introducción a la temática

La principal temática de trabajo propuesta a lo largo de las prácticas en la Confederación Hidrográfica del Ebro, ha sido realizar Cartografía y SIG, además de un análisis ambiental y territorial sobre los recientes eventos de crecidas sufridas en la cuenca del Ebro entre finales de Febrero y principios de Marzo de 2015. En este caso el trabajo desarrollado ha consistido en realizar un *Diagnóstico ambiental y territorial de los municipios de Sobradiel, Utebo y la cuenca alta de Zaragoza*.



Mapa 1. Zona de estudio

4.2 Metodología

La metodología que se ha seguido ha sido principalmente la utilización de herramientas SIG, en concreto el ArcGiS 10.1, mediante la cual se ha analizado información cartográfica proporcionada por la Confederación Hidrográfica del Ebro.

En la Tabla 1 se presenta la información utilizada durante el periodo de prácticas:

Tipo de información (formato shape)	Nombre
Lámina de agua inundada en 2015 en el tramo medio del Ebro	INUNDA_EBRO_2015
Términos municipales	T02_Municipios
Sistema de Información Ocupación del Uso del Suelo en España (SIOSE)	T_POLIGONOS_2
Núcleos de población	T02_Nucleos
Espacios Naturales Protegidos	enp_download
Red Viaria	Aragon_carreteras
Dominio Público Hidráulico	ES091_Mancha_fusion_DPH
Máxima Crecida Ordinaria	ES_091_Mancha_MCO
Instalaciones ganaderas	Instalaciones_ganaderas
Lámina inundación 2003	ZI_Lamina_Inund_Febrero_2003
Lámina inundación 2013	Lamina_Inund_Enero_2013

Tabla 1. Información utilizada

Con esta información se ha realizado una serie de procesos para poder llevar a cabo el trabajo mediante el programa ArcGis 10.1:

- “Clip”, “Union”, “Dissolve”, “Selection by attributes”, cálculo de superficies... Con el fin de delimitar las capas estudiadas en la zona de estudio.

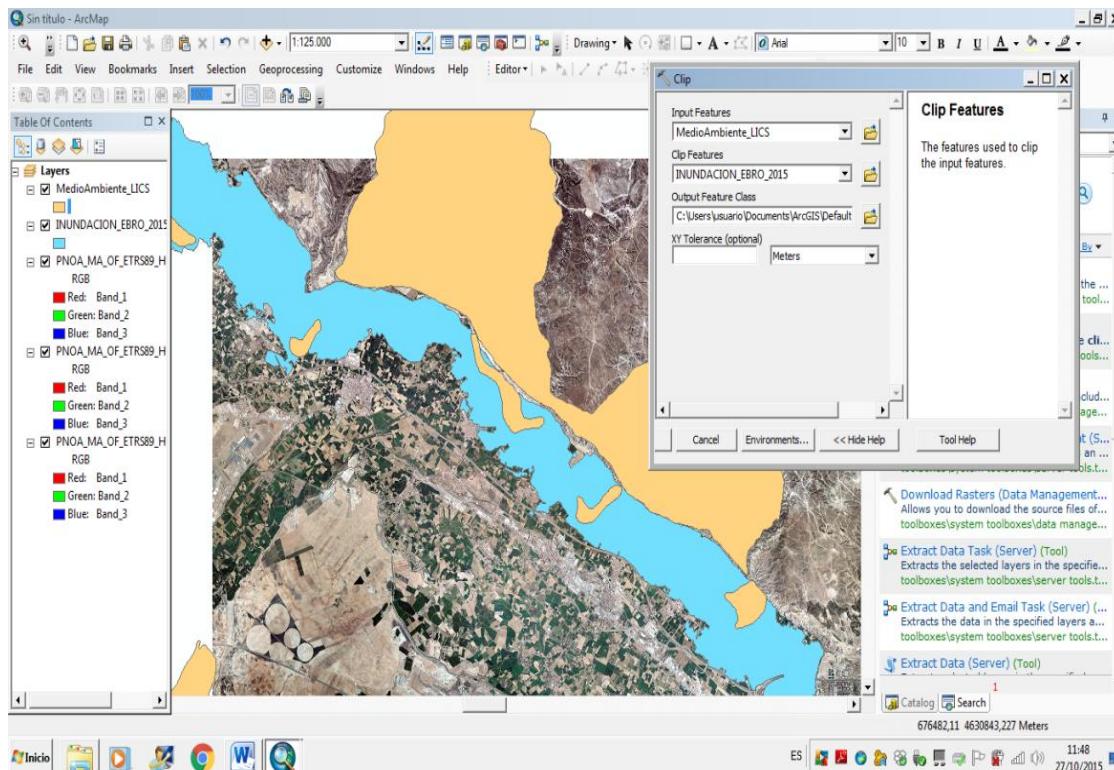


Imagen 1. Captura de pantalla utilizando la herramienta clip para determinar las zonas LICS afectadas por la inundación

- Digitalización de las edificaciones, parcelas y cauce del área de estudio

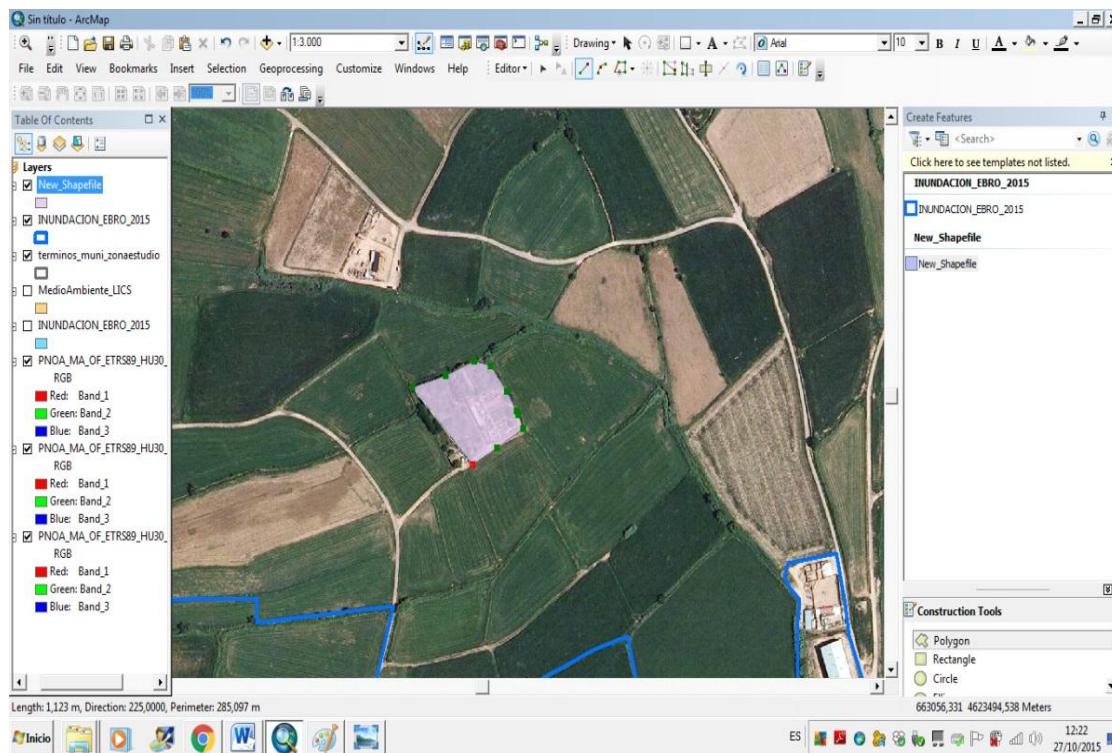


Imagen 2. Captura de pantalla digitalizando parcelas no agrícolas afectadas por la inundación

- Elaboración de la cartografía correspondiente de los aspectos estudiados

Una vez procesada la información, se ha realizado un diagnóstico de tipo territorial y ambiental de los efectos producidos por los períodos de crecidas sufridas, a partir de unos parámetros y factores proporcionados previamente por el Departamento de SIG de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Posteriormente se han realizado unas conclusiones y una serie de propuestas de mejora para minimizar el daño producido por este tipo de situaciones.

4.3 Diagnóstico ambiental y territorial de los municipios de Sobradiel, Utebo y cuenca alta de Zaragoza

La zona de estudio analizada durante las prácticas ha sido la formada por los municipios de Sobradiel, Utebo y la parte de la ribera alta del municipio de Zaragoza hasta llegar a la altura de la desembocadura del río Gállego.



Foto 2. Fotografía aérea de las inundaciones de Marzo de 2015. Fuente: CHE

El trabajo realizado ha abarcado una serie de aspectos que se han analizado, que son los siguientes:

- Superficie afectada por las crecidas en la zona de estudio
- Tipos de uso de suelo afectados y cuantificación de su superficie
- Instalaciones ganaderas afectadas y su problemática asociada
- Localización de las edificaciones y parcelas afectadas por la inundación
- Estudio del catastro en relación a las edificaciones afectadas
- Dominio público hidráulico y crecida máxima ordinaria en relación con la crecida sufrida
- Comparación de la crecida con la del año 2003 y 2013
- Comparación de los usos del suelo y cauce del río Ebro de 1927, 1956 y la actualidad.

4.3.1 Características de la crecida del Río Ebro en 2015

La crecida se produjo como consecuencia de un periodo de lluvias continuo de todo el entorno de la cuenca del Ebro. Hay una serie de características que se han establecido en la “REUNIÓN TÉCNICA DE ANÁLISIS Y DEBATE SOBRE LAS CRECIDAS E INUNDACIONES DEL EBRO DE FEBRERO-MARZO DE 2015” (Organizada por la Fundación Nueva Cultura del Agua y el Centro Ibérico de Restauración Fluvial y celebrada en Zaragoza el 26 de marzo de 2015), y son las siguientes:

- Ha sido una crecida extraordinaria de unos 10 años de periodo de retorno. El volumen total de agua que ha circulado ha sido muy superior al de otras crecidas.

- Existe la percepción generalizada de que en esta crecida ha habido más inundación con menos punta. Se ha constatado en diferentes puntos, como por ejemplo en el Galacho de Juslibol, que este año se ha inundado más (17 cm más que en 2003). Ahora bien, la relación caudal-superficie anegada en las diferentes riadas no es biunívoca.
- El río se ha desbordado de forma acorde con el caudal, pero en esta crecida no se ha producido tanta laminación entre Castejón y Zaragoza. En este sentido, esta crecida ha tenido un comportamiento similar a otras en las que, bien porque se soltó el agua de los embalses antes o porque ya se había registrado otra crecida previa, los suelos están saturados y el freático, en lugar de cumplir el papel de absorber, aporta agua.

4.3.2 ¿Por qué ocurren las inundaciones?

Los ciclos de las lluvias son un proceso natural. Por las lluvias altas, o máximas, el caudal crece formando las crecientes, que pueden sobrepasar la capacidad del cauce. Dependiendo de la altura y las condiciones de las orillas puede superarlas. Así, las crecientes de los ríos son un fenómeno natural.

Al hablar de inundaciones, o de otro evento con impactos dañinos, se hace referencia a riesgos, amenazas y vulnerabilidad que son conceptos que facilitan las explicaciones, por lo que es necesario conocerlos. Para la comprensión por todas las personas se presentan los conceptos sin discusiones técnicas. Son aplicables a cualquier evento peligroso pero aquí son referidas a la inundación:

- Riesgo es la posibilidad de que las personas, bienes y el ambiente puedan sufrir daño debido a la ocurrencia de una inundación peligrosa ante la cual están expuestas.
- La amenaza, o peligro latente, es un evento o fenómeno, que puede ocurrir, que tiene el potencial de causar la muerte, heridas u otros daños a la salud o los bienes.
- Vulnerabilidad es la mayor o menor posibilidad en que las personas expuestas a la inundación, y los objetos, puedan ser alcanzadas (os) y sufran daño. Depende de varios factores como su ubicación, la resistencia de sus viviendas y demás infraestructuras y de la capacidad de reaccionar anticipadamente, durante la inundación y después.
- Desastre es la situación de calamidad generada por una inundación que interrumpe en forma grave el funcionamiento normal de una comunidad. Puede presentar la ocurrencia de muertes, enfermedades, daños materiales, económicos y ambientales, con efectos negativos en el bienestar físico, mental y social, en grado tal que supera la capacidad de atención con los recursos humanos y tecnológicos, disponibles en la región afectada.

4.3.3 Principales impactos de las inundaciones

Impactos sobre el medio físico

- *Inundación de valles y colapso de defensas*: Las crecidas se manifiestan de dos maneras principales: a) riada o inundación rápida, que produce muchas muertes y enormes daños, que transcurre por el canal principal y sus alrededores, en los sitios de falla o apertura de diques, por la irrupción de la corriente por otros sectores y b) por la inundación lenta con inmersión parcial o total de terrenos e infraestructura.

En este caso se trata de una inundación lenta en la que muchas de las actividades comerciales, industriales, de servicios, educacionales... tienen que ser suspendidas, hasta por semanas. Aún en zonas no inundadas las actividades se interrumpen por falta de transporte, agua, fluido eléctrico u otras razones. Las plantas potabilizadoras de agua pueden ser inundadas, con la interrupción del servicio hasta tanto no se habiliten los estanques, sistemas de bombeo, etc. Uno de los problemas de tener muros o diques de contención es que si son rebasados o rotos en uno o más sectores, la inundación interior ya no puede regresar al cauce original, o lo hace más lentamente cuando el flujo se normaliza. Pero de los mayores desastres es el de la rotura de diques cuando ocurren las siguientes situaciones:

- a) la cresta del río sube más arriba de la cresta del dique y fluye a la llanura de inundación, con la erosión del dique por la superficie y la pared exterior.
- b) la saturación hídrica del cuerpo del dique por varios días de lenta infiltración, puede llegar al colapso y liquefacción masiva de un sector, abriendo el dique catastróficamente del lado de la llanura
- c) la presión del cuerpo de agua dentro del dique va infiltrando cantidades importantes de fluido hacia la llanura formando borbollones de arena y limo, con un posible posterior derrumbe del dique. Las aguas forman lagos interiores que tardan mucho en secarse.

Impactos del medio biótico

- *Salud humana*: Uno de los principales impactos deviene del derrame de tanques de las plantas de tratamientos de aguas servidas que fueron inundadas, así como por la flotación de lodos fermentados de las letrinas y pozos negros, incluso, de tanques sépticos. Desgraciadamente muchos de los sistemas de tratamiento están ubicados cerca de corrientes, donde se vierten los efluentes finales. Muchos productos químicos almacenados en bidones, cisternas o tanques también se pueden derramar, por colapso de las estructuras y/o arrastre y rotura de contenedores. Una ventaja en esta situación es la de la enorme dilución de los contaminantes, por la misma inundación. Sin embargo, algunos agentes tóxicos se pueden fijar

fuertemente en los sedimentos y permanecer en ellos largo tiempo, con consecuencias biológicas.

- Flora y fauna: Algunos contaminantes liberados durante el colapso de estructuras debidas a las corrientes de una inundación rápida, se pueden fijar fuertemente en los sedimentos y permanecer en ellos largo tiempo, especialmente los sedimentos que llegan a las lagunas o estuarios, en donde podrían verse afectadas algunas cadenas alimentarias y en general la vida silvestre. Por otra parte se pueden derivar efectos ambientales beneficiosos; por ejemplo, la inundación lleva nutrientes que fertilizan las plantas acuáticas, sedimentos que se depositan en secciones que ya han sido agotadas por la agricultura, hecho que compensa un poco la pérdida de los cultivos o cosechas que estaban listos para su recolección. También ocurren renovaciones en las poblaciones de peces en lagunas interiores, aisladas. Igualmente, si hay crecimiento abundante de plantas puede haber un florecimiento de la población ictiológica.

4.3.4 Legislación vinculante

Las inundaciones son la catástrofe natural que mayores daños genera en España. Según el Consorcio de Compensación de Seguros y el Instituto Geológico y Minero de España, en nuestro país, los daños por inundaciones se estiman en total en una media de 800 millones de euros anuales. A modo de ejemplo, cabe destacar que sólo en bienes asegurados, en el período 1971-2012, según las estadísticas del Consorcio, el 42,9% de los expedientes tramitados han sido debidos a daños por inundaciones, que han supuesto el 60,3% del total de las indemnizaciones, las cuales, de media, suponen más de 130 millones de euros cada año.

Las competencias en gestión y defensa frente a los efectos adversos de las inundaciones afectan a todas las administraciones, desde la Local en las labores de planeamiento urbanístico y protección civil, la Autonómica, en material de ordenación del territorio, protección civil y gestión del dominio público hidráulico en las cuencas intracomunitarias y la Estatal, en relación con protección civil, la gestión del dominio público hidráulico en las cuencas intercomunitarias y la gestión del dominio público marítimo terrestre en las inundaciones causadas en las zonas de transición y las debidas a la elevación del nivel del mar.

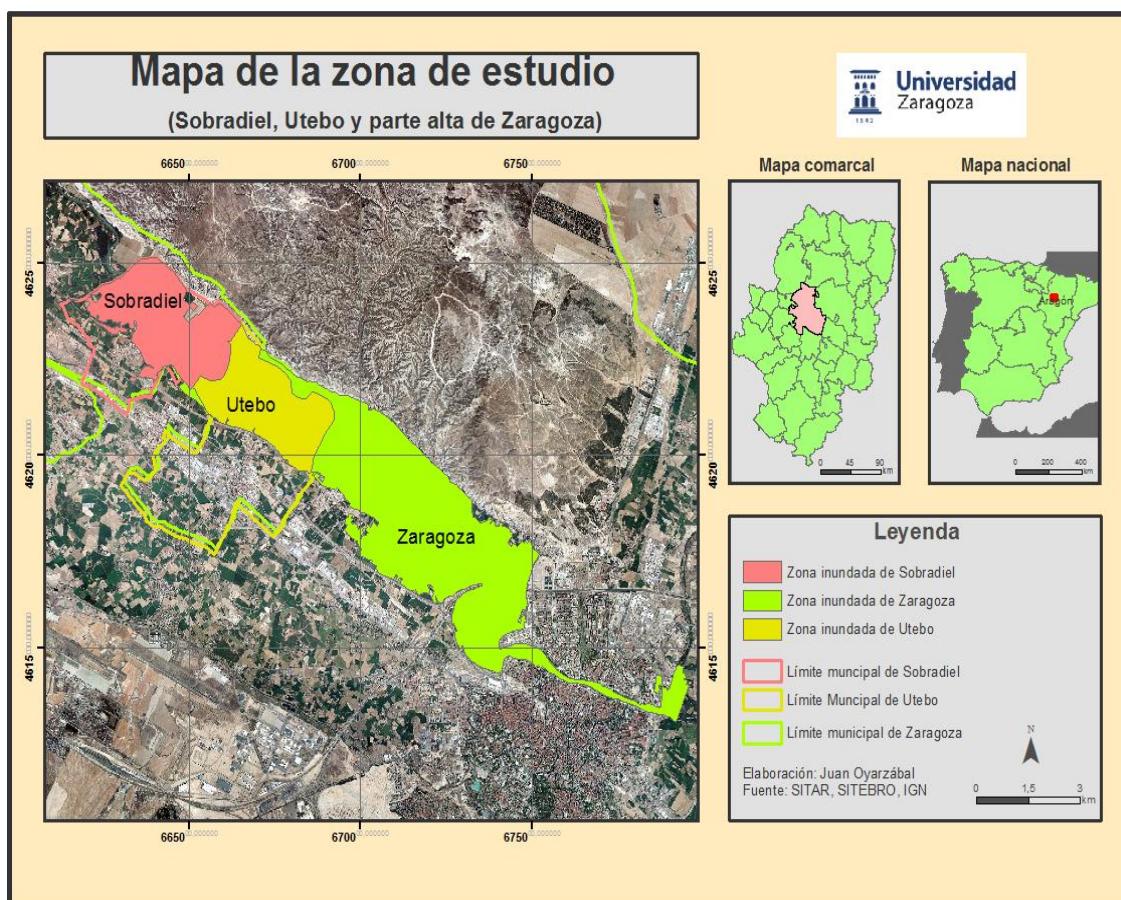
Como refuerzo a todas estas actuaciones, la Comisión Europea aprobó en noviembre de 2007 la Directiva 2007/60, sobre la evaluación y gestión de las inundaciones que ha sido transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación. La implantación de esta Directiva supone una oportunidad para mejorar la coordinación de todas las administraciones a la hora de reducir estos daños, centrándose fundamentalmente en las zonas con mayor riesgo de inundación, llamadas Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs.) , así como en la redacción e implantación del denominado Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI).

4.3.5 Resultados de los aspectos analizados en el diagnóstico ambiental y territorial

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los aspectos estudiados durante el periodo de prácticas.

Cálculo de la superficie afectada por la crecida en la zona de estudio

Lo primero, a la hora de analizar una crecida, es necesario saber cuánta superficie ha sido inundada. A continuación se presenta la cartografía de la zona de estudio:



Mapa 2. Zona de estudio inundada en comparación con el término municipal

La superficie afectada para la zona de estudio se presenta en la Tabla 2:

Municipio	Superficie (ha)
Sobradiel	806,1709
Utebo	694,9424
Zaragoza (Cuenca alta)	2272.87

Tabla 2. Superficie afectada por la inundación por municipios

En cuanto al municipio de Sobradiel la inundación ha afectado entorno al 66% de la superficie del término, lo cual es un gran porcentaje. Mientras tanto en Utebo se han afectado un 39% de la superficie total del término municipal, produciendo una afección menor.

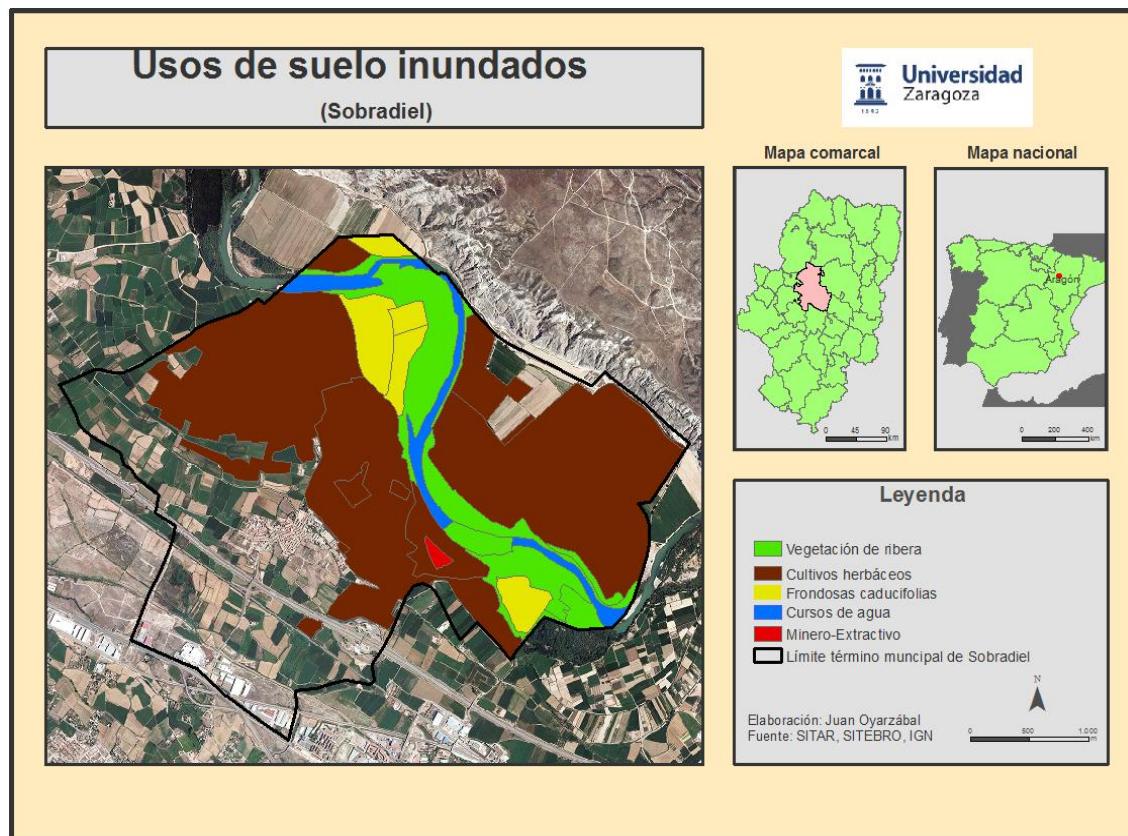
En cuanto a Zaragoza, la superficie afectada aguas arriba de la confluencia Gállego-Ebro que se ha analizado se considera una superficie muy pequeña comparado con la gran extensión del término municipal, lo que no exenta que se hayan producido daños y afecciones

Tipos de uso de suelo afectados

Otro factor que hay que tener en cuenta debido a los daños producidos por las inundaciones, son los usos de suelo que han sido afectados con el fin de determinar cuáles de estos usos de suelo son más vulnerables a este tipo de eventos y cuáles no. También se tiene que tener en cuenta si se puede producir algún riesgo debido a la afección por inundación de algún uso en particular.

A través del SIOSE 2010 (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España) integrado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (Desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional) hemos obtenido los diferentes datos de la ocupación del suelo. A continuación se presenta la cartografía para los diferentes municipios de los usos de suelo afectados por la inundación:

Cartografía de Sobradiel



Mapa 3. Usos del suelo inundados de Sobradiel

La superficie de los diferentes usos del suelo afectados para el municipio de Sobradiel se presentan en la Tabla 3:

Código	Descripción	Superficie
212	Cultivos herbáceos	31.4 ha
312	Frondosas caducifolias	30.2 ha
511	Cursos de agua	/
812	Ensanche	1795 m ²
831	Agrícola-Ganadero	1795 m ²
833	Minero-Extractivo	2.6 ha
811	Casco	163 m ²
600*	Sin definir	/

Tabla 3. Superficie de los usos de suelo afectados en Sobradiel

Para el código 600, según la documentación adjunta de la base datos de SIOSE 2010, este código esta sin definir, por lo que se ha realizado una fotointerpretación mediante la foto aérea del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) correspondiente a 2012, identificando los usos de suelo para este código. Se presentan a continuación los usos identificados:

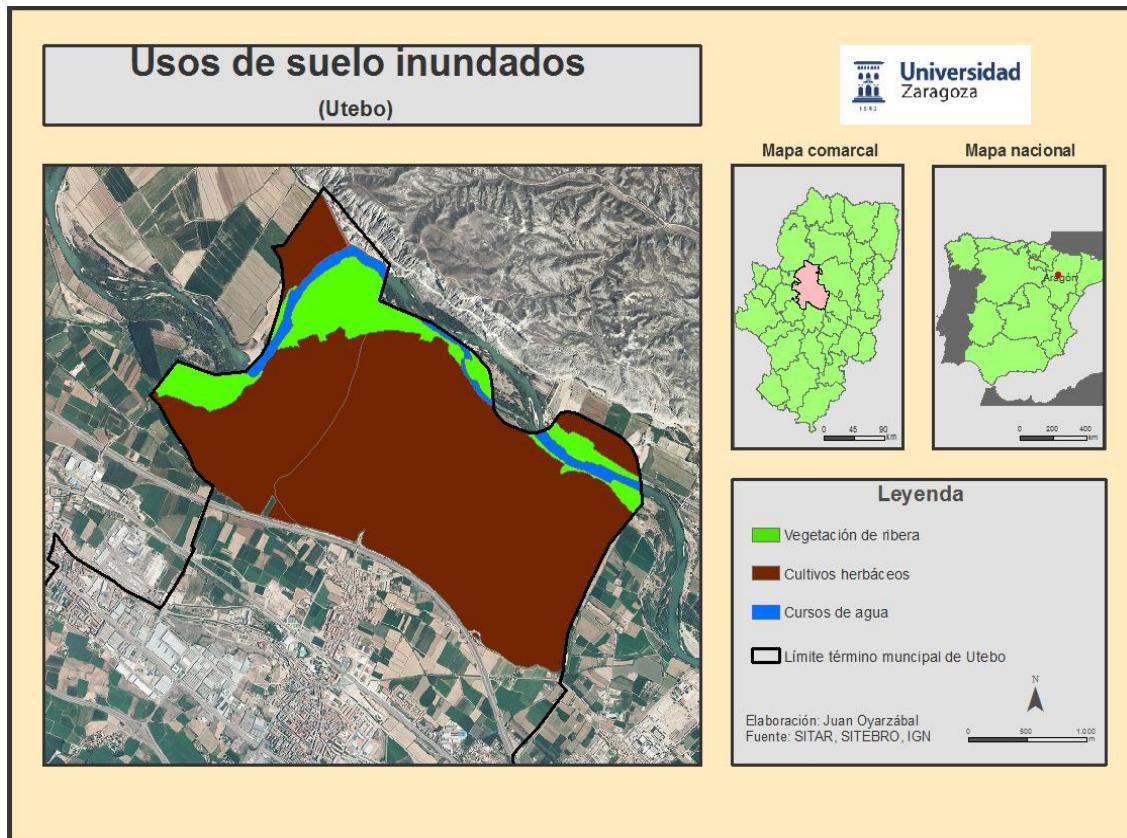
- Cultivos herbáceos → 354 ha
- Frondosas caducifolias → 30.2 ha
- Vegetación de ribera → 124.65 ha

Una vez identificados los usos de suelo y superficie podemos hacer un análisis de los daños producidos. Cabe destacar que tanto los usos de suelo del casco (811), ensanche (812), Ganadero-Agrícola (831) no se han representado en la cartografía debido a su pequeña extensión que no se aprecia con la escala establecida.

Los cultivos herbáceos son el uso más afectado, y los daños producidos son la pérdida de las cosechas y un largo periodo de secación de la lámina de agua dependiendo de factores como las pendientes y estructuras de contención que impiden el efecto del retroceso del agua una vez que en nivel de esta va descendiendo tras la crecida. La principal consecuencia son los daños económicos derivados de estas pérdidas.

En cuanto a la vegetación de ribera, la inundación no ha producido ninguna repercusión negativa ya que este tipo de eventos forma parte de su dinámica natural. En cuanto a la vegetación de frondosas, este tipo de inundaciones sí que afecta negativamente en términos biológicos, ya que no tienen tanta tolerancia a un encharcamiento. Aunque de nuevo no se considera que haya daños en este tipo de uso de suelo ya que las inundaciones forma parte de un evento perturbador periódico del ecosistema que entra dentro la dinámica natural.

Cartografía Utebo



Mapa 4. Usos de suelo inundados en Utebo

La superficie de los diferentes usos del suelo afectados para el municipio de Utebo se presentan en la Tabla 4:

Código	Descripción	Superficie (ha)
212	Cultivos herbáceos	23
511	Cursos de agua	/
600*	Sin definir	/

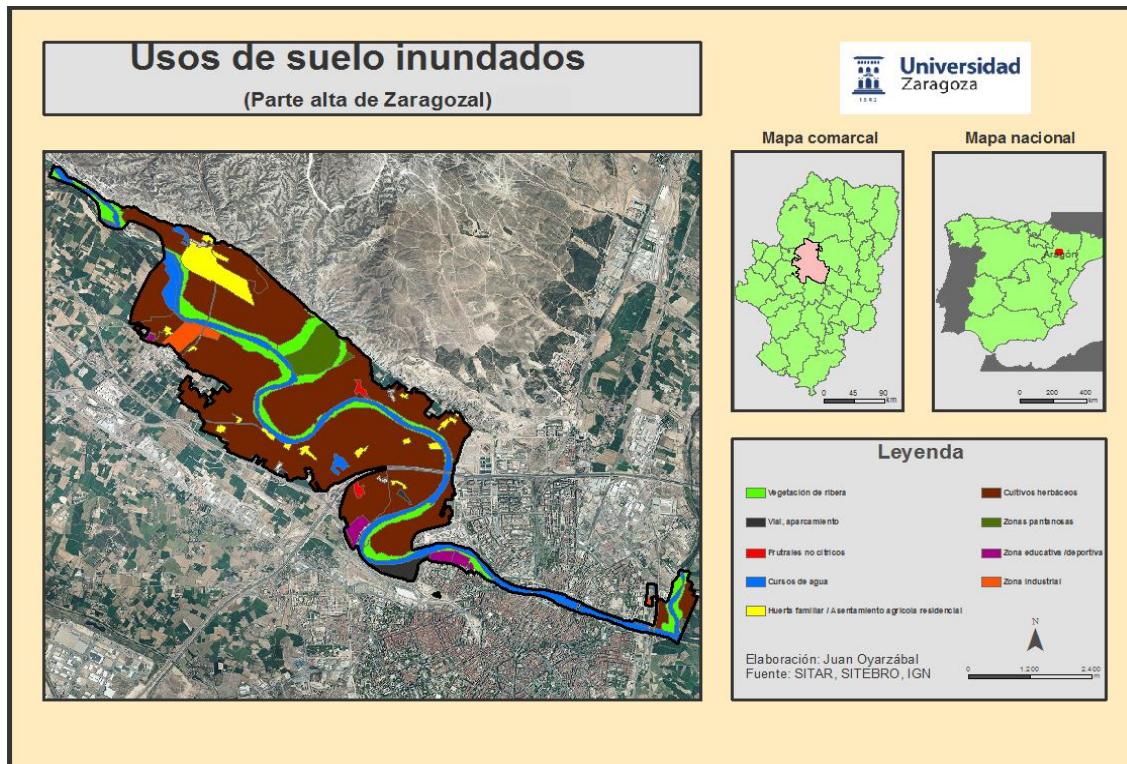
Tabla 4. Superficie de los usos de suelo afectados en Utebo

Para el código 600, según la documentación adjunta de la base datos de SIOSE 2010, este código esta sin definir, por lo que se ha realizado una fotointerpretación mediante la foto área del PNOA 2012 identificando los usos de suelo para este código. Se presentan a continuación los usos identificados:

- Cultivos herbáceos → 555.3 ha
- Vegetación de ribera → 90.8 ha

Se observa, que en el caso del término municipal de Utebo, la cantidad de usos de suelo afectados ha reducido de manera considerable, a un número de dos (Cultivos herbáceos y Vegetación de Ribera).

Cartografía Zaragoza



Mapa 5. Usos de suelo inundados en Zaragoza (Cuenca alta)

La superficie de los diferentes usos del suelo afectados para el municipio de Zaragoza se presentan en la Tabla 5:

Código	Descripción	Superficie (ha)
102	Zona verde artificial y arbolado urbano	0.98
104	Vial/Aparcamiento	2.6
121	Suelo no edificado	5
212	Cultivos herbáceos	283
223	Frutales no cítricos	8.7
312	Frondosas caducifolias	0.22152
411	Zonas pantanosas	70.5
703 / 704	Asentamiento agrícola residencial / Huerta familiar	107.03
811	Casco	1.1
812	Ensanche	6.7
823	Industrial aislado	34.3
831	Agrícola ganadero	5.4
832	Forestal primario	4
854 /858	Educación /Deportivo	27
860	Parque urbano	0,4068
881	Red viaria	1.62
600*	Sin definir	/

Tabla 5. Superficie de los usos de suelo afectados en Zaragoza

Para el código 600, según la documentación adjunta de la base datos de SIOSE 2010, este código esta sin definir, por lo que se ha realizado una fotointerpretación mediante la foto área del PNOA 2012 identificando los usos de suelo para este código. Se presentan a continuación los usos identificados:

- Vegetación ribera → 322.748 ha
- Cultivos herbáceos → 1188.22 ha
- Asentamiento agrícola residencial → 66.5ha
- Vial /aparcamiento → 25.1 ha
- Deportivo /Educación → 7.9 ha

Los códigos 102, 121, 312, 811, 812, 831, 832, 860 y 881, no se han representado en la cartografía debido a que la escala utilizada no permite diferenciar estas tipologías de usos de suelo.

Debido a la mayor superficie de esta parte del municipio de Zaragoza aguas arriba afectada, hay mayores superficies afectadas. Los principales usos más afectados han sido los Cultivos herbáceos, Vegetación de Ribera y Asentamientos agrícolas residenciales / Huertas familiares.

Los daños producidos por esta inundación sobre los usos del suelo identificados y cuantificados principalmente se traducen en pérdidas económicas, principalmente por los cultivos y residencias anegadas y otros usos del suelo cuya superficie ha sido menor como como el industrial, ganadero, aparcamientos, zonas deportivas, zonas verdes...

Usos de suelo como las zonas pantanosas, concretamente los Galachos de Juslibol y vegetación de ribera no se ven afectados negativamente por esas inundaciones como se ha establecido anteriormente. Los demás usos vegetales como las frondosas y forestal primario se habrá visto más afectada por el efecto del encharcamiento, al cual tienen menos tolerancia que la vegetación de ribera.

Núcleos de población afectados

En este apartado, nos referimos a la inundación que se ha producido en algún núcleo de población propiamente dicho. Es decir, asentamientos de población que forman un núcleo definido. En este sentido no se tiene en cuenta viviendas aisladas que hayan podido ser afectadas

- Municipio de Sobradiel: No se ha producido afección de inundación, por la lámina de agua. Se observa alguna vivienda que haya podido ser afectada parcialmente. Hay que tener en cuenta que lámina de agua se queda totalmente limítrofe con el núcleo de población, por lo que aunque no haya sido físicamente inundado, puede haber problemas debido al aumento de agua del nivel freático pudiendo afectar a parte del núcleo de población.

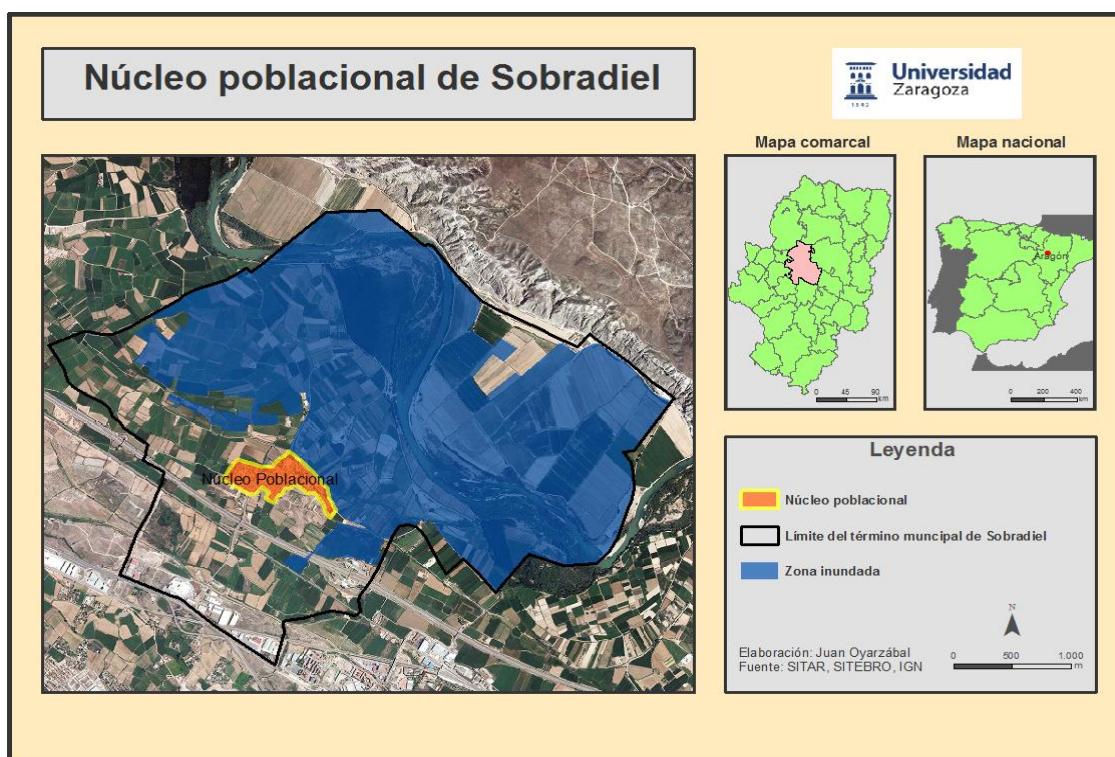
En la siguiente fotografía aérea realizada en 02/03/2015 (Foto 3) se aprecia la cercanía de la lámina de agua a su paso por el núcleo de Sobradiel sin llegar a afectar:



Foto 3. Imagen aérea (02/03/2015) de las inundaciones a su paso por el núcleo poblacional de Sobradiel.

Fuente:CHE

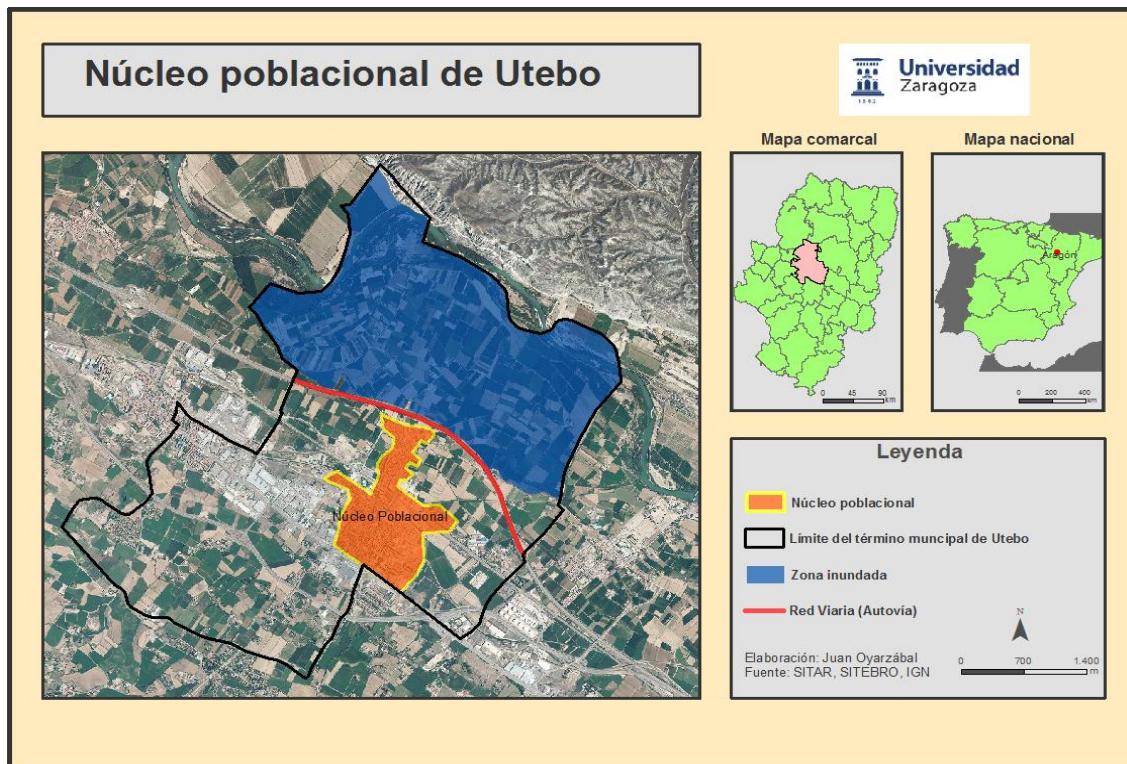
A continuación se presenta la cartografía del núcleo de población y el límite de la inundación.



Mapa 6. Cartografía de la inundación respecto a los núcleos de población en Sobradiel

- Municipio de Utebo: No se ha producido ninguna inundación en el núcleo de población de Utebo. El núcleo ha quedado protegido por la autovía cuyos taludes han ejercido de

dique. A continuación se presenta la cartografía del núcleo de población y el límite de la inundación.



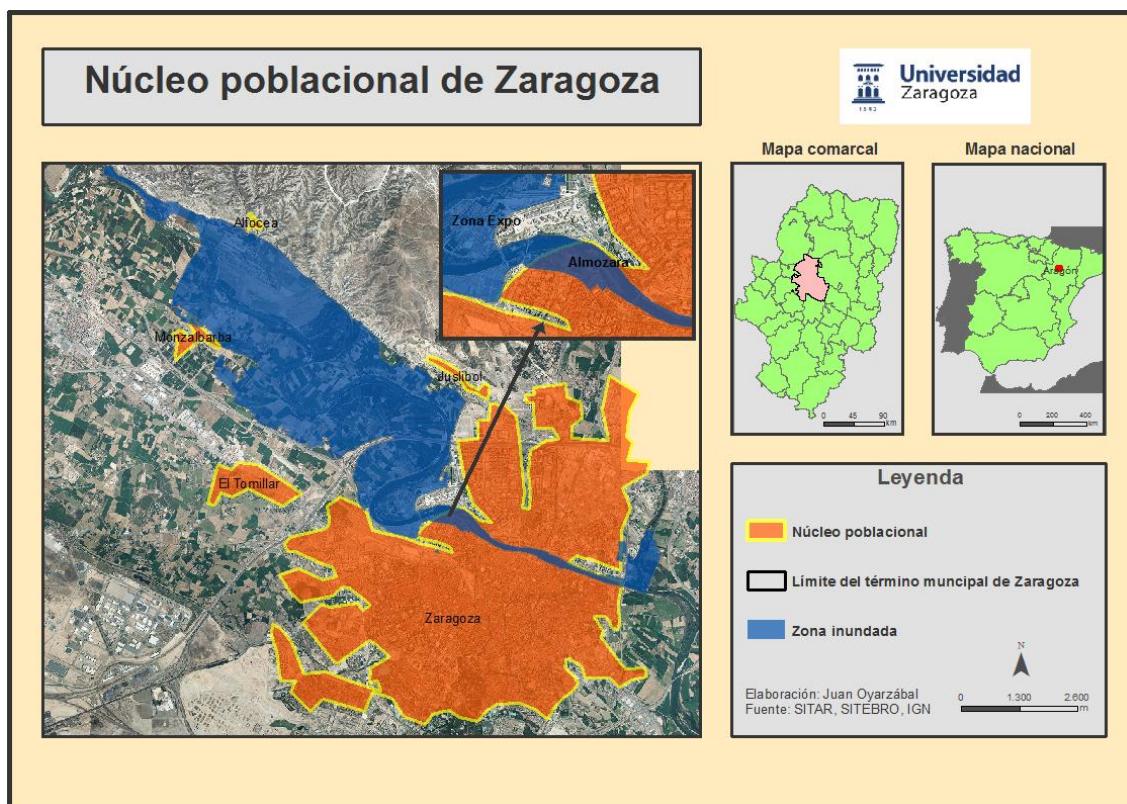
Mapa 7. Cartografía de la inundación respecto a los núcleos de población en Utebo

En la siguiente fotografía área realizada el 02/03/2015 (Foto 4) por la Confederación Hidrográfica del Ebro durante el episodio de las inundaciones se observa perfectamente como la autovía ejerce de muro de contención que evita las inundaciones del núcleo de población.



Foto 4. Imagen aérea (02/03/2015) de las inundaciones a su paso por el núcleo poblacional de Utebo. Fuente:CHE

- Municipio de Zaragoza: En la parte alta del río que ha sido objeto de estudio, concretamente en el barrio zaragozano de la capital, la Almozara, a la altura del Centro Deportivo Militar del Soto, se ha producido la inundación de este centro y de algunos edificios cercanos. Tenemos que tener en cuenta el problema de posible subida del nivel del freático que puede crear afecciones. También hay numerosas edificaciones cerca de los galachos de Juslibol que han sido afectadas y lo comentaremos más adelante, pero no se consideran como núcleos de población. Parte del recinto de la Expo de Zaragoza también se ha visto afectado. A continuación se presenta la cartografía del núcleo de población y el límite de la inundación.



Mapa 8. Cartografía de la inundación respecto a los núcleos de población de Zaragoza

A continuación se presenta una fotografía aérea realizada en 02/03/2015 (Foto 5) en la que se observa la inundación en Zaragoza a su paso por la Expo, en el barrio de la Almozara.



Foto 5. Imagen aérea (02/03/2015) de las inundaciones a su paso por el núcleo poblacional de Zaragoza.

Fuente:CHE

Infraestructuras de transporte afectadas

Uno de los elementos cuya afección puede ser muy importante, son las inundaciones a las infraestructuras de transporte, lo que puede generar aislamientos de zonas afectadas.

En nuestra zona de estudio se han visto afectadas carreteras de diversos tipos, que se exponen a continuación en la Tabla 6:

Tipo de vía	Término municipal	Longitud afectada (m)
Carretera local Monzalbarba- Alfocea	Zaragoza	2573
Carretera local	Zaragoza	620

Tabla 6. Infraestructuras de transporte afectadas en la zona de estudio

La carretera que se vio más afectada por la inundación fue la que conectaba Monzalbarba con la urbanización de Alfocea, la cual quedó totalmente cortada y anegada, produciendo un aislamiento de la población. A continuación se presenta una fotografía área realizada el 02/03/2015 (Foto 6) en la que se observa este aislamiento e inundación de la carretera.



Foto 6. Imagen aérea (02/02/2015) de la carretera cortada entre Monzalbarba y Alfocea. F

La autovía A-2, a su paso por Zaragoza no se vio afectada, aunque la lámina de agua llegó en muchos tramos hasta la parte superior de los taludes, como se observa en la siguiente imagen aérea (Foto 7) realizada mediante un vuelo con avión tripulado por la Confederación Hidrográfica del Ebro:



Foto 7. Autovía A-2 a su paso por Zaragoza (Zona Expo) el día 02/03/2015. Fuente: CHE

A continuación se presenta la cartografía correspondiente:



Mapa 9. Cartografía de la Red viaria afectada por la inundación

Espacios naturales afectados

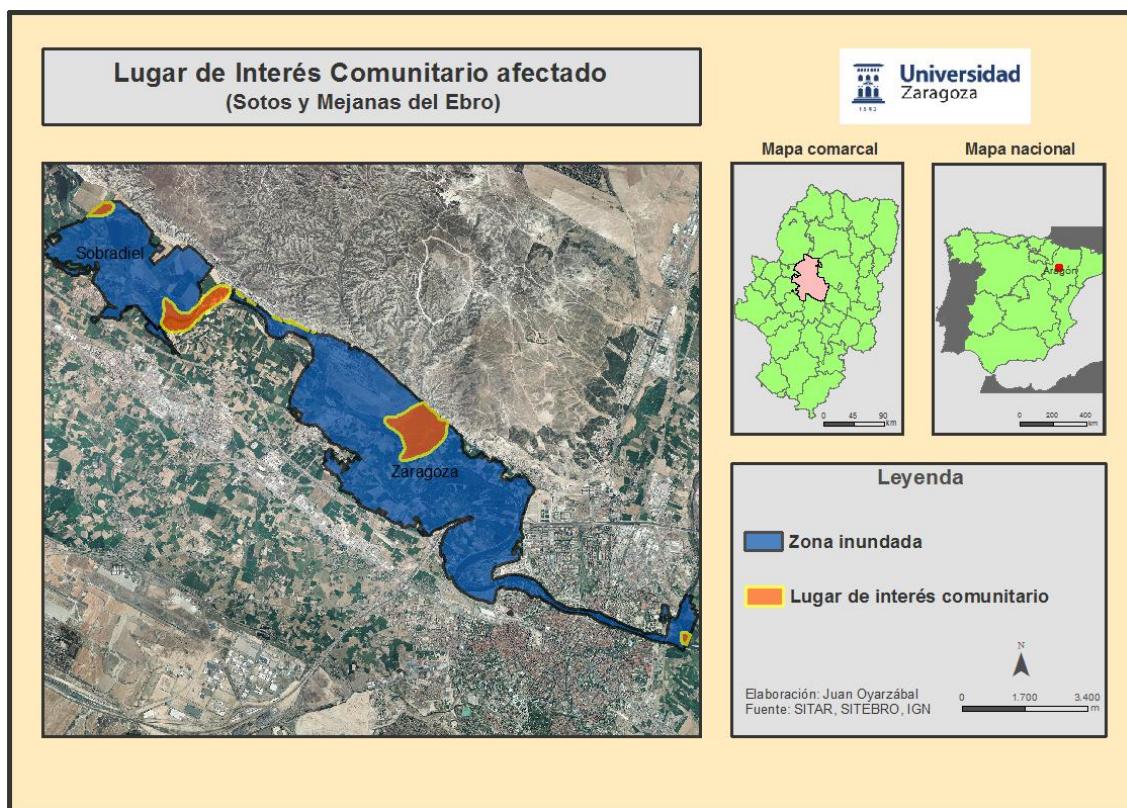
Durante este episodio de inundación, se vio afectada una figura de protección, la cual es un *Lugar de Interés Comunitario* “Sotos y Mejanas del Ebro”, perteneciente a la Red Natura 2000.

En este LIC se recogen, de forma discontinua, los espacios de ribera mejor conservados y con una mayor biodiversidad del río Ebro en su tramo medio. La litología sobre materiales yesíferos y arcillosos ha permitido formar un amplio valle con depósitos de gravas y limos sobre los que el cauce divaga libremente. 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. Existen numerosos ejemplos de galachos como el de Juslibol generado en los últimos decenios. La evolución de los galachos es rápida ya que la vegetación hidrófila colonizadora y los aportes de los barrancos colmatan el brazo de agua ciego. Las barras centrales y laterales formadas en tramos rectos y trenzados se desplazan aguas abajo y algunas de ellas son fijadas por la vegetación. El carácter de humedal de estos espacios permite la entrada de especies propias de ambientes Atlánticos o Centroeuropeos, en un dominio propiamente mediterraneo-continental semiárido que rodea al río. La vegetación potencial la compone el bosque ripario mediterráneo que consta de una serie de comunidades cuya distribución depende de la disponibilidad del recurso hídrico,

relacionado con la proximidad del nivel freático, su evolución estacional y la textura y profundidad del substrato.

Las comunidades vegetales presentan un gran dinamismo temporal y espacial destacándose estos espacios del resto del Ebro por la madurez y relativa estabilidad de las formaciones vegetales que los colonizan. Grosso modo, la primera etapa cerca del agua permanente la forman comunidades caracterizadas por praderas de *Paspalum dilatatum* y carrizales en aguas remansadas. Seguidamente se instalan las saucedas y tamarizales. El asentamiento de estas especies favorece el desarrollo de *Populus alba* y *nigra* formándose el bosque de ribera maduro, enriquecido por *Ulmus minor* y *Fraxinus angustifolia* con un denso sotobosque y una orla exterior de espinal que dará paso a la vegetación xerofítica de herbáceas, caméfitos y retamar. En estos bosques galería encontramos multitud de especies faunísticas que encuentran refugio y comida. Los espacios son igualmente utilizados por multitud de especies avifaunísticas en sus migraciones.

A continuación se presenta la cartografía de “LIC” afectado por la inundación:



Mapa 10. Cartografía de los espacios naturales afectados por la inundación

Se observa en el mapa que hay una fragmentación de las zonas del “LIC”. Se observa que el LIC está formado por de las 3 fracciones de estudio con una superficie total afectada 316.72 ha.

En cuanto a la afección que se haya producido, hay que tener en cuenta que la característica principal del LIC “Sotos y Menajas del Ebro” es su condición de espacios de ribera, por lo que forma parte del cauce del río y estas inundaciones constituyen parte de su dinámica natural.

Por lo tanto no se considera que haya habido daños en el ecosistema o se haya perdido calidad ambiental del LIC, ya que son eventos que se producen a lo largo del tiempo y permiten la renovación del ecosistema.

Las crecidas fluviales son necesarias para el correcto funcionamiento del río y para su buen estado ecológico y aportan enormes beneficios a ecosistemas. Estas crecidas para los espacios naturales generan una serie de funciones, por lo que ecológicamente hablando no se han producido daños.

- Produce renovación de sedimentos que genera nuevos hábitats, así como áreas de refugio y enclaves para la freza de peces, favoreciendo un complejo y rico mosaico de formaciones vegetales bien estructuradas que servirán de filtro y contribuirán a reducir la energía de las siguientes crecidas.
- Limpieza del cauce, al remover los sedimentos y oxigenar los fondos, lo que favorece a los seres vivos y evita la proliferación de patógenos y enfermedades.
- Las crecidas realizan a su paso un control demográfico de especies animales y vegetales.
- Las crecidas expanden sedimentos y nutrientes enriqueciendo toda la llanura aluvial, causa por la que han sido aprovechadas por cultivos.
- Cada crecida recarga el acuífero aluvial, una gran esponja de agua subterránea.
- Las crecidas diluyen los contaminantes

A continuación se presenta una foto área (Foto 8) del Galacho de Juslibol durante el episodio de crecidas.



Foto 8. Imagen aérea del Galacho de Juslibol. (02/03/2015). Fuente:CHE

Instalaciones ganaderas afectadas

Durante este periodo de crecidas, la lámina de agua alcanzó varias instalaciones ganaderas generando numerosos daños tanto en las instalaciones como la muerte de numerosos animales.

Además de este problema, en el que se han sufrido numerosas pérdidas, tenemos que tener en cuenta otro factor que puede producirse. Se trata de la posible contaminación del agua con los purines residuales de los animales y otros productos (piensos, zoosanitarios...), aumentando la carga orgánica de la calidad del agua y dándose la posibilidad de producirse una infiltración a las aguas freáticas, produciéndose una eutrofización.

Entendemos como los purines a la parte líquida que rezuma de todo tipo de estiércoles de animales. Dentro de estos purines, los de cerdo de criadero son los más conocidos ya que son muy contaminantes.

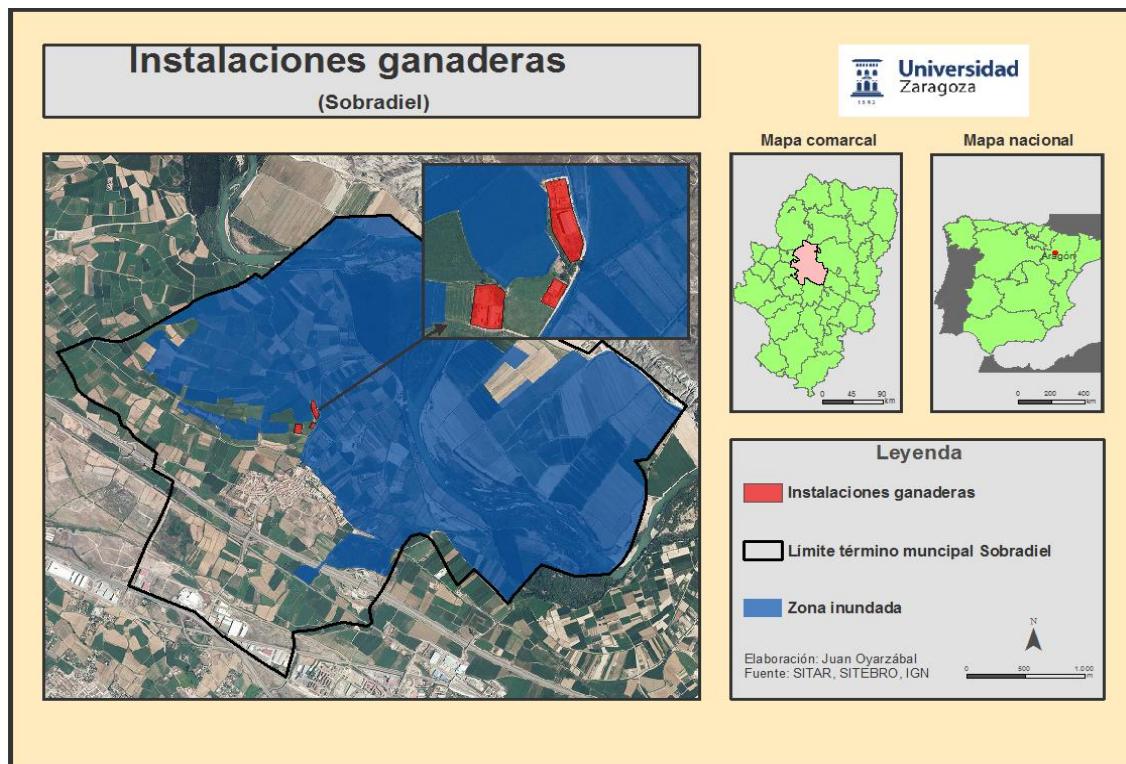
Esta eutrofización que se pueden producir dependiendo de diferentes factores, se trata de un proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado por la mineralización total, de manera que la descomposición del exceso de materia orgánica produce una disminución del oxígeno en las aguas profundas. Sus efectos pueden interferir de modo importante con los distintos usos que el hombre puede hacer de los recursos acuáticos (abastecimiento de agua potable, riego, recreación, etc.).

Las posibilidades de haberse producido esta contaminación aumentan considerablemente debido a una mala gestión y almacenamiento de los purines, por lo que el contacto sería inevitable. También depende si la eliminación periódica de estos purines había sido reciente o no.



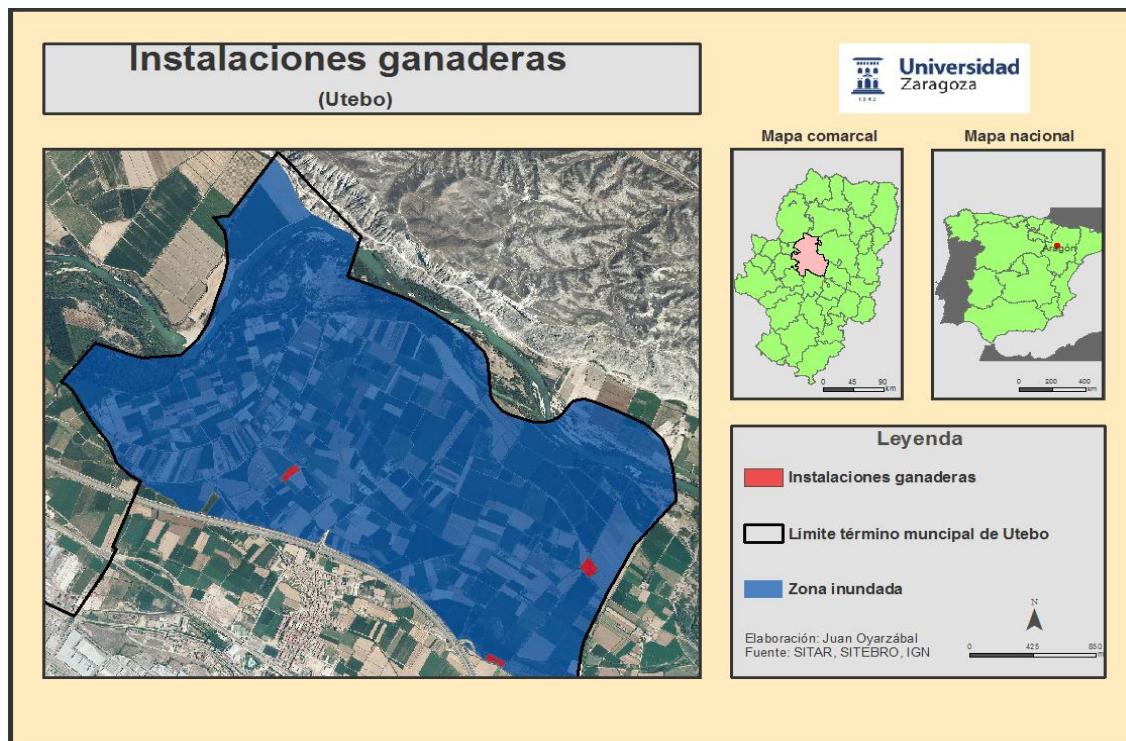
Foto 9. Balsa de purines en una granja. Fuente:ian.inea.org

A continuación se presenta un mapa para cada municipio estudiado de la localización de las instalaciones ganaderas existentes:



Mapa 11. Instalaciones ganaderas afectadas por la inundación en Sobradiel

En la cartografía del término municipal de Sobradiel, se observa que las instalaciones ganaderas están justo en el límite de lámina de agua, por lo que no se han visto afectadas por la inundación por muy pocos metros.



Mapa 12. Instalaciones ganaderas afectadas por la inundación en Utebo

En el caso del término municipal de Utebo, las 3 instalaciones ganaderas que existen, se ven afectadas por la inundación, por lo tanto se pueden producir las consecuencias que se han expuesto anteriormente (muerte de animales, contaminación orgánica...).



Mapa 13. Instalaciones ganaderas afectadas por la inundación en Zaragoza

Para la situación de la parte alta de Zaragoza, se observa un total de 5 instalaciones ganaderas, de las cuales 4 han sido afectadas por la inundación.

Edificaciones y parcelas no agrícolas afectadas

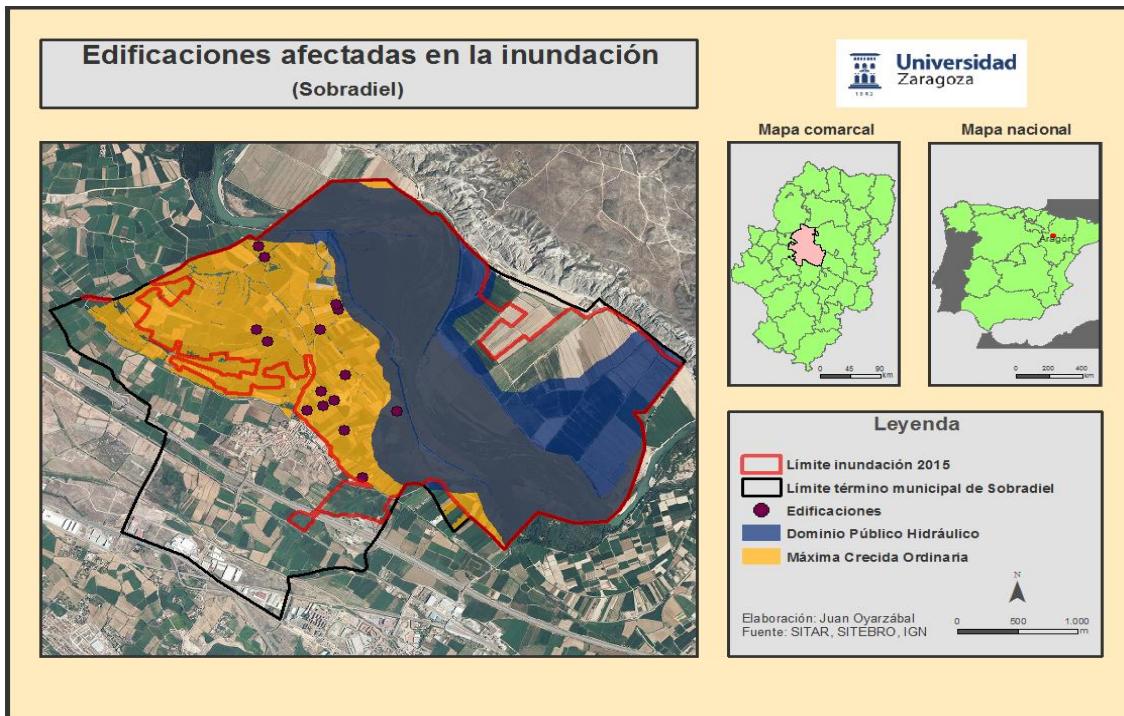
Durante este episodio de inundaciones, la lámina de agua ha afectado en la zona de estudio a edificaciones, alojadas en diferentes parcelas. Estas edificaciones son de varios tipos, desde viviendas o residencias hasta pequeñas casetas de uso agrario.

Debemos tener en cuenta la situación territorial de estas parcelas con edificaciones. Para ello se ha consultado la capa de cartografía catastral oficial proporcionada por el Servicio WMS (Web Map Service) de la Dirección General del Catastro. A través de esta base de datos podemos averiguar el uso y la clase de la parcela, y si las edificaciones están contempladas, es decir, si esas edificaciones son legales, ilegales o alegales.

Otro aspecto a tener en cuenta, en cuanto al análisis territorial, es conocer qué parcelas edificadas se encuentran dentro del Dominio Público Hidráulico y de los límites de la Máxima Crecida Ordinaria, ya que entraña un grave riesgo, tanto en seguridad como posibles daños económicos dependiendo de la tipología de la edificación.

Se presenta a continuación la cartografía para cada término municipal estudiado.

Sobradiel



Mapa 14. Edificaciones afectadas por la inundación en Sobradiel

En el anterior mapa, se observa que un gran número de edificaciones han sido afectadas por la lámina de agua. Todas ellas se encuentran dentro del área de la Máxima Crecida Ordinaria, por lo que ya podemos sacar una conclusión de que esas edificaciones no se encuentran bien ordenadas en el territorio. Una de ellas se encuentra dentro del Dominio Público Hidráulico, lo cual no está permitido.

Observamos el límite de la Crecida Máxima Ordinaria y la inundación de 2015 en la margen derecha es muy parecida mientras que en la margen izquierda ocupa más superficie la inundación de 2015.

Estas edificaciones se encuentran muy expuestas a las inundaciones, ya que se encuentran dentro del área de Máxima Crecida Ordinaria. Según el artículo 4.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, se considera como caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente. Al tratarse principalmente de edificaciones de uso agrario y no de residencia, el riesgo de producir daños a personas disminuye, aunque pérdidas materiales se producirán de igual manera.

Consultando el Servicio WMS Catastral se ha observado que la mayoría de sus edificaciones son de ámbito rural, pertenecientes a huertas familiares o usos agrícolas y de pequeño tamaño, sin que aparentemente cumplan funciones de vivienda.

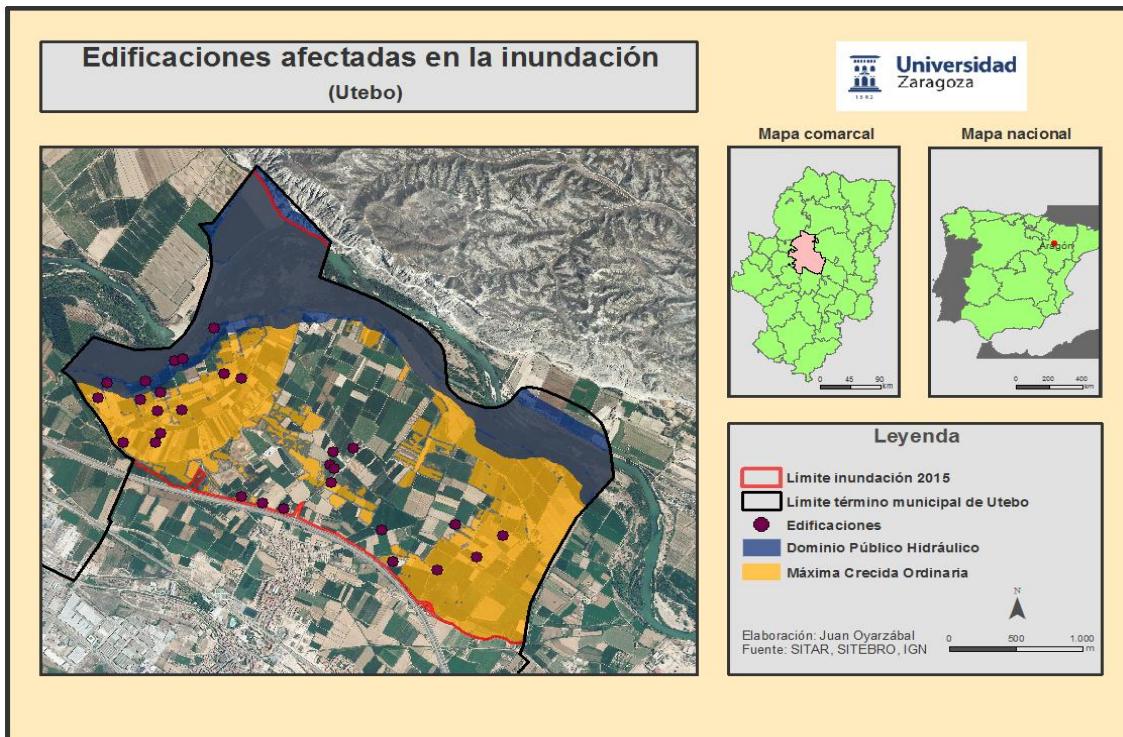
En la Tabla 7 se presentan las parcelas objeto de estudio en relación al catastro para el municipio de Sobradiel:

Cod. Referencia	Tipo de uso	Clase	Estado edificación
50250º001400021	Agrario	Rústico	Se contempla la edificación
50250º01100003	Agrario	Rústico	No consta la edificación
50250º01100024	Agrario	Rústico	No se contempla la edificación
50250º01100195	Agrario	Rústico	Se contempla la edificación
50250º01400059	Rústico	Agrario	No se contempla los edificios
50250º004000101	Rústico	Agrario	No se contempla los edificios
50250º000400164	Rústico	Agrario	No contempla las edificaciones
50250º000400093	Rústico	Agrario	Contempla la edificación

Tabla 7. Parcelas afectadas por la inundación en el término municipal de Sobradiel

Todas las edificaciones forman parte de parcelas agrícolas, de clase rústica. Algunas de estas edificaciones no se contemplan el catastro por lo que son ilegales o alegales, independientemente de que se encuentren en zonas inundables.

Utebo



Mapa 15. Edificaciones afectadas por la inundación en Utebo

Observamos en el mapa anterior que hay un gran número de edificaciones afectadas por la presente inundación. En este caso la lámina de agua de la inundación de 2015 ocupa bastante más superficie que el área de la Crecida Máxima Ordinaria.

Algunas de estas edificaciones se encuentran dentro de esta área de Crecida Máxima Ordinaria donde hay una gran vulnerabilidad de que se produzcan este tipo de eventos. Además se observan otras edificaciones que de nuevo se encuentran en el ámbito del Dominio Público Hidráulico.

En la Tabla 8 se presentan las parcelas objeto de estudio en relación al catastro para el municipio de Utebo:

Cod. Referencia	Tipo de uso	Clase	Estado edificación
50277A00200126	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00200140	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00100057	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00100022	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00100018	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00100062	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00100083	Agrario	Rústico	No contempla la edificación
50277A00100068	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00100093	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00200295	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00200081	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00100112	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A01500004	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00300028	-Agrario - Industrial	-Rústico -Urbano	Edificación contemplada
50277A00300075	-Agrario - Industrial	-Rústico -Urbano	Edificación contemplada
50277A00300077	-Agrario - Industrial	-Rústico -Urbano	Edificación contemplada
50277A00500071	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00300015	Agrario	Rústico	Edificación contemplada

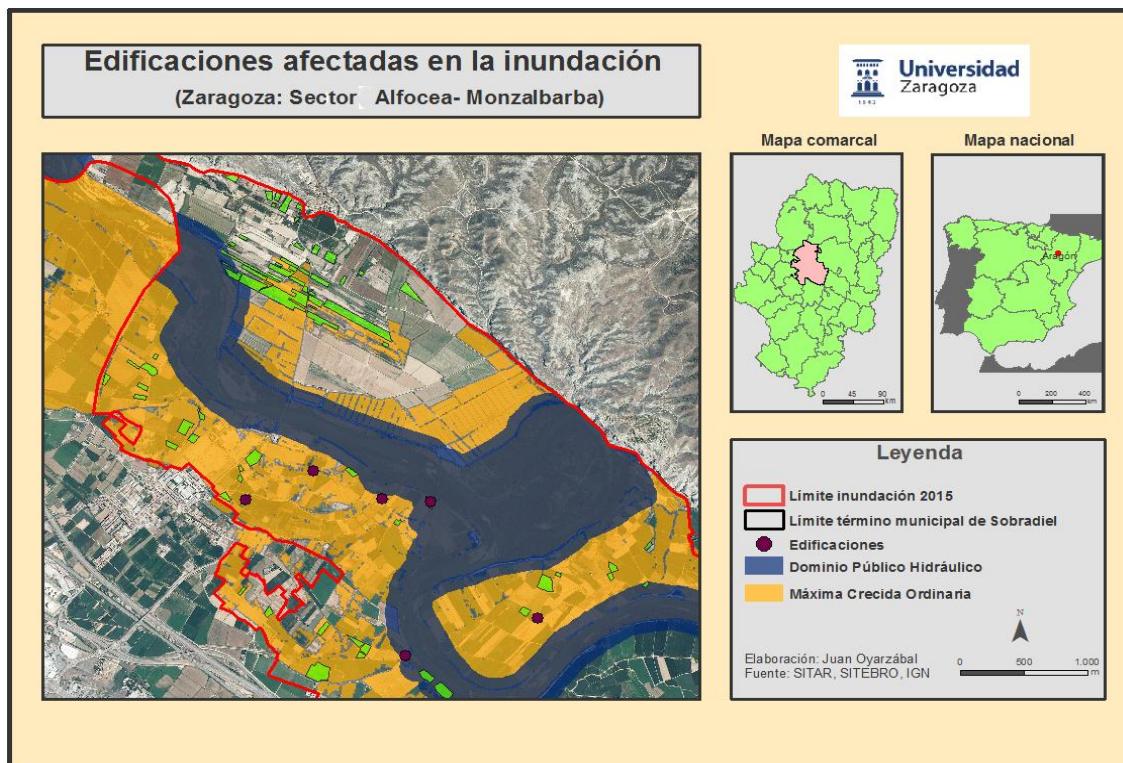
50277A00300120	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00300052	-Agrario -Deportivo	- Rústico -Urbano	Edificación contemplada
50277A00600069	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00600016	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00500032	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00600126	Agrario	Rústico	Edificación contemplada
50277A00400020	Agrario	Rústico	Edificación contemplada

Tabla 8. Parcelas afectadas por la inundación en el término municipal de Utebo

En el caso de Utebo, se observa que casi la totalidad de las edificaciones están contempladas en el catastro por lo que son legales. Hay 3 parcelas catalogados con dos usos y clases. Para los usos deportivo e industrial y clase urbano, las consecuencias de la inundación pueden haber sido más negativas que en el caso de edificaciones agrarias, debido a la posibilidad de albergar mayores bienes materiales.

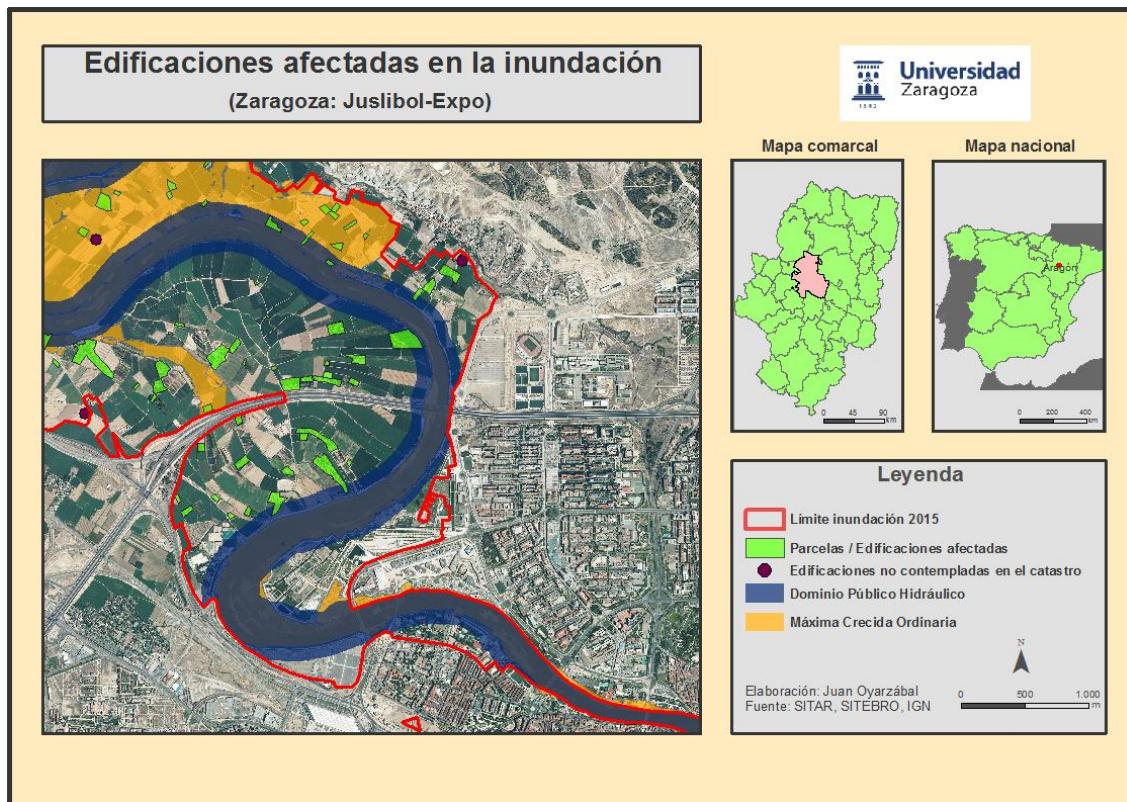
Zaragoza

La cartografía expuesta se divide en dos sectores: 1) Dominios de Alfocea, 2) Aguas abajo pasado Juslibol, dirección la zona Expo.



Mapa 16. Edificaciones afectadas por la inundación en el sector de Alfocea (Zaragoza)

En el anterior mapa observamos que el número de parcelas comparado con Utebo y Sobradiel es mayor. Observamos que hay unas pocas edificaciones /parcelas consultadas en el catastro de Zaragoza que se encuentran en la zona del Dominio Público Hidráulico. Mientras que dentro del área de Máxima Crecida Ordinaria, se registran muchas más parcelas, como es el caso de la parcelas residenciales de Alfocea, las cuales se han visto muy afectadas por la inundación.



Mapa 17. Edificaciones afectadas por la inundación en el sector de Julisbol- Zona Expo (Zaragoza)

En cuanto al sector más cercano a la ciudad de Zaragoza aguas arriba, se observa que en este caso la mayoría de las parcelas por no decir casi su totalidad se encuentran territorialmente bien localizadas, ya que no se encuentran ni en el DPH ni en el área de influencia de la Máxima Crecida Ordinaria, aunque en este caso se hayan inundado.

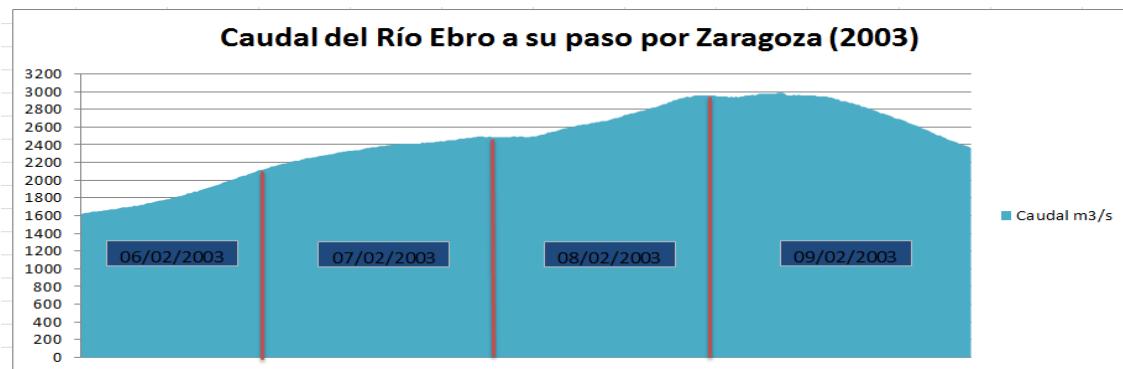
Comparación con las crecidas anteriores

Para ver la incidencia de esta crecida, debemos compararla con otras crecidas anteriores para observar la magnitud y la cantidad de zona inundada con el fin de establecer el grado de afectación de la lámina de agua. Para ello se ha comparado con las crecidas de los años 2003 (representa un periodo de retorno alrededor de 10 años) y 2013 (crecida reciente con el fin de poder comparar en un periodo de tiempo más corto y observar si las medidas de gestión realizadas han funcionado).

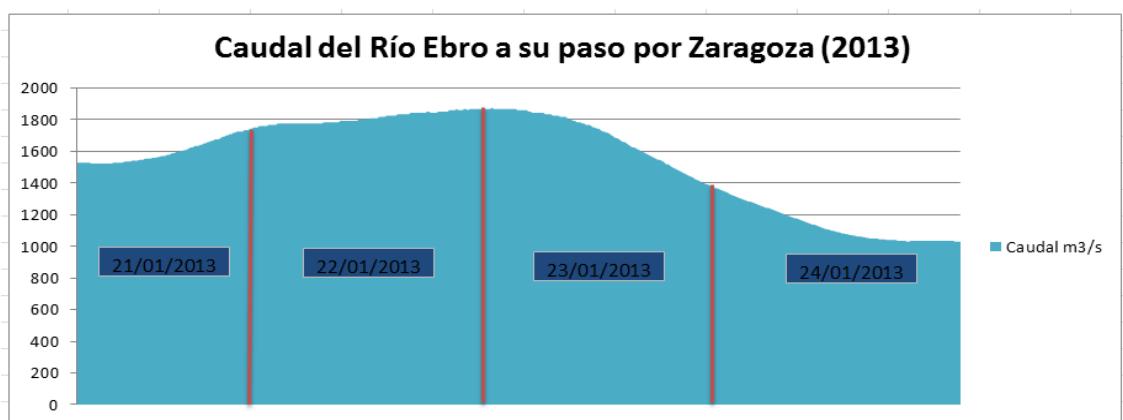
Se ha dispuesto de datos del SAIHEbro, solicitados durante la realización de las prácticas, con los que se presentan unas gráficas con los caudales en los años 2003,2013 y 2015 a su paso por

Zaragoza, que es la estación más próxima a la zona de estudio de la que se poseen datos de caudal para los años estudiados.

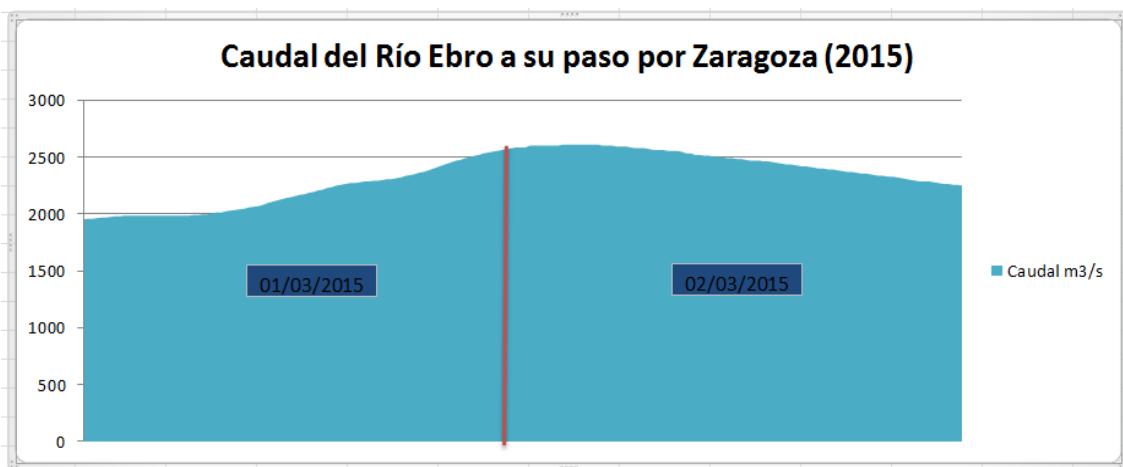
Tanto en el año 2003, 2013 y 2015, las crecidas fueron invernales, siendo la de 2015 en Marzo la que más se acerca a la primavera. Todas coinciden con un evento de grandes precipitaciones tanto en la región cantábrica como pirenaica, y en ocasiones con nevadas que posteriormente se deshielan por el aumento de la temperatura.



Gráfica 1. Caudal del Río Ebro a su paso por la estación de medición de Zaragoza en 2003



Gráfica 2. Caudal del Río Ebro a su paso por la estación de medición de Zaragoza en 2013

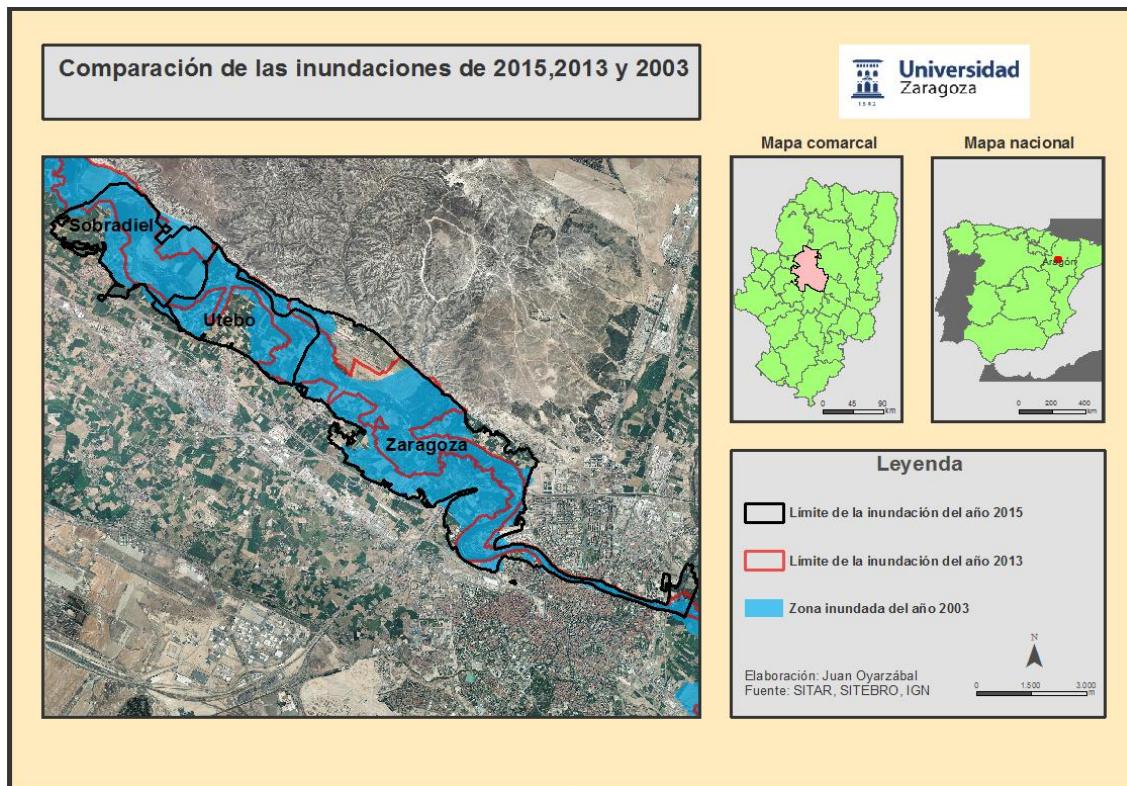


Gráfica 3. Caudal del Río Ebro a su paso por la estación de medición de Zaragoza en 2015

Observamos que los caudales máximos de los 3 períodos a su paso por Zaragoza estudiados los registra la crecida de 2003, con casi $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal máximo. Hay que destacar que en el momento de solicitar los datos al SAIHEBro durante las prácticas (Agosto 2015), los datos de la crecida 2003, se están recalcando, ya que deberían ser menores.

Seguidamente la crecida del 2013, registró caudales máximos alrededor de $1850 \text{ m}^3/\text{s}$ y en el año 2015 caudales de $2600 \text{ m}^3/\text{s}$.

A continuación se presenta la cartografía comparando las diferentes avenidas



Mapa 18. Comparación de las inundaciones de 2015, 2013 y 2003

Observamos que la crecida de 2013, posee la menor superficie inundada, mientras que la 2015 y 2003 se asemejan, acorde a los caudales expuestos anteriormente, aunque la superficie abarcada por la lámina de agua en 2003 es mayor que la de este año 2015. Por lo que se ha producido una mayor inundación en el año 2015 incluso registrando caudales menores que los del 2003.

Tenemos que tener en cuenta que actualmente se están haciendo unas correcciones de los caudales registrados durante el periodo de avenida del 2003, ya que se considera por parte de la CHE, que estos caudales registrados fueron menores de los que en realidad hubo. Puede ser una de las razones por las que la lámina del año 2003 es mayor que la de 2015.

En la Tabla 9 se presenta el área de afectada en cada uno de los años escogidos y por término municipal estudiado:

Término municipal	Año	Superficie afectada (ha)
Sobradiel	2003	658
	2013	427,66
	2015	806,17
Utebo	2003	557,23
	2013	304,56
	2015	694,94
Zaragoza (aguas arriba)	2003	1805,059
	2013	1106,86
	2015	2272,87

Tabla 9. Superficie afectada para las crecidas de 2003, 2013 y 2015

Evolución del cauce del Río Ebro y sus usos de suelo asociados

A lo largo del siglo XX, se han producido modificaciones en el cauce del Río Ebro, por lo que sus usos de suelo también se han visto alterados, sobre todo por intervención antrópica. Esta evolución y degradación del cauce del río y sus sistemas naturales, producen una mayor exposición y vulnerabilidad de las zonas afectas por las inundaciones.

Hay que tener en cuenta que a lo largo de mucho tiempo el hombre ha ido ocupando la llanura de inundación para ganar tierras de cultivo, construcción de vías de comunicación y continuas intervenciones en la dinámica fluvial (construcciones de motas, defensas, azudes, presas...)

En nuestra área de estudio la afección principal se ha producido en zonas de cultivo y edificaciones tanto agrarias como residenciales en el caso de Alfocea principalmente, además de alguna red viaria.

Esta ocupación de la llanura de inundación en nuestra zona de estudio, que se ha producido por el hombre, principalmente para ganar terrenos de cultivo produce circunstancias agravantes, que son resumidas por Temez (1987):

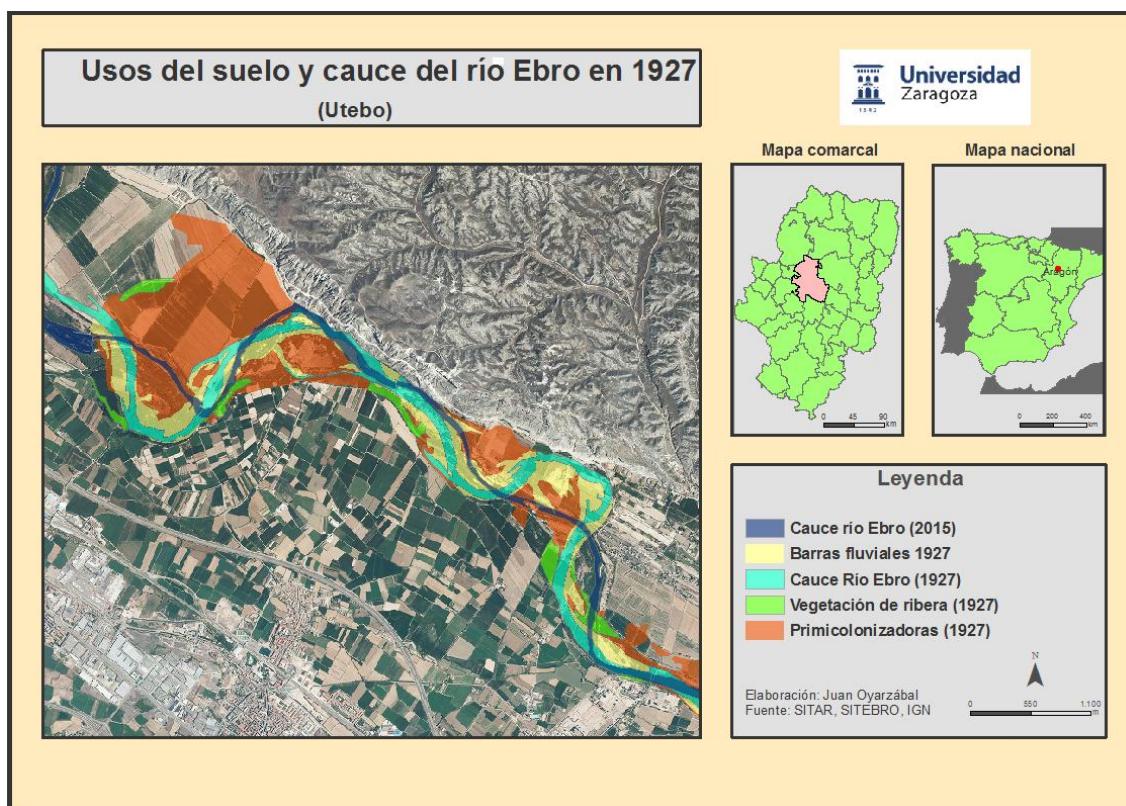
- La invasión del cauce mayor (llanura de inundación) por construcciones de diversa índole reduce la sección útil del cauce en crecidas y obliga a unos mayores niveles para desaguar el mismo caudal.
- Las posibilidades de almacenamiento de agua desbordadas en las llanuras inundables (laminación producida por la propia inundación) se han limitado considerablemente y provocan mayores puntas aguas abajo.
- Mayores escorrentías por la urbanización y consiguiente impermeabilización de ciertas áreas de la cuenca.
- Mayor transporte sólido como consecuencia de la deforestación

- Los cruces con las vías de comunicación suponen un obstáculo a las aguas.

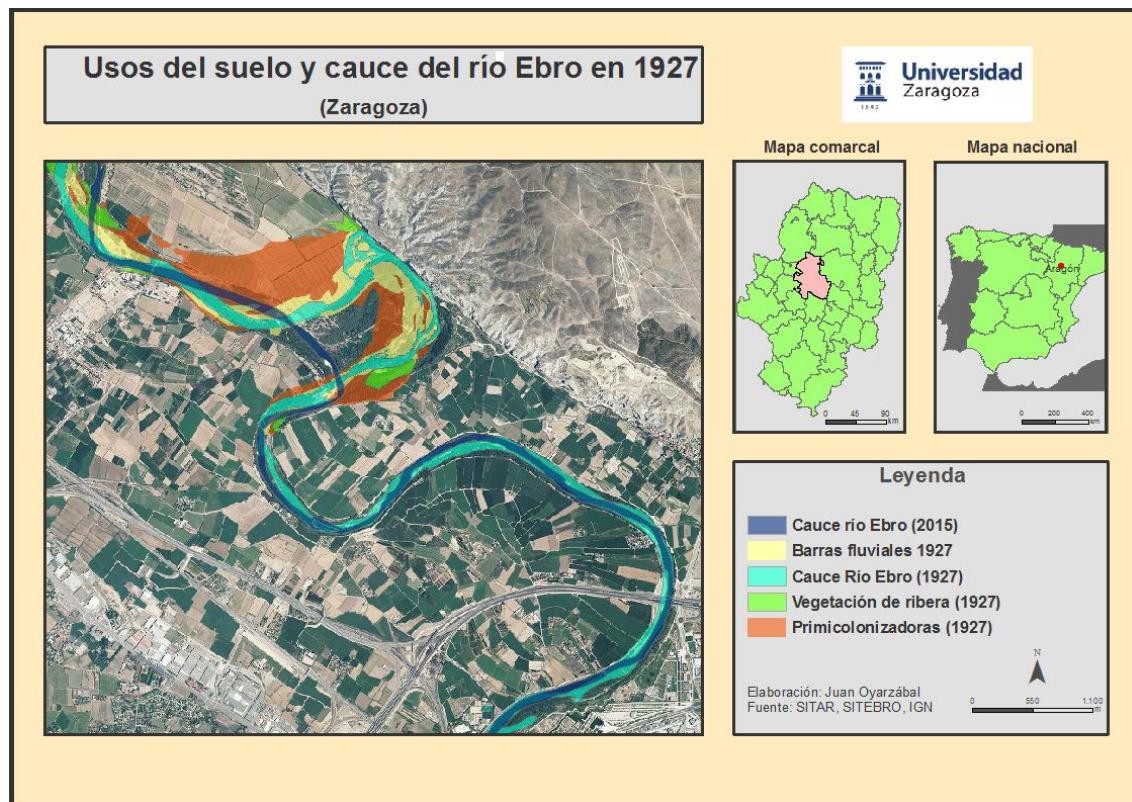
El exceso de regadío como se produce en nuestra zona de estudio genera la elevación de la capa freática, por lo que después de las crecidas, estos terrenos permanecen más tiempo del habitual encharcados. Estas actuaciones antrópicas sobre la llanura de inundación ha llevado consigo la deforestación progresiva de los bosques de ribera, reducidos en la actualidad a espacios mínimos. Las talas se han generalizado progresivamente, primero para conseguir madera, predominando la matarrasa sobre la saca, lo cual no resultaba especialmente problemático debido a la elevada capacidad de regeneración de estos bosques, y posteriormente para ganar terreno, lo cual si ha generado una deforestación a ultranza y una ruptura irreversible del equilibrio ecológico. Incluso en casos puntuales se ha talado la franja de vegetación de ribera para evitar el sombreado que ejercía sobre algún sector cultivado.

Además para finalizar los impactos antrópicos más negativos sobre la ribera cabe destacar las extracciones de áridos aunque ahora están muy limitadas y con muchas restricciones durante muchos años. Como consecuencia de estas extracciones, resultan pequeñas depresiones que varían rápidamente en el tiempo, alterando el paisaje y provocando riegos de contaminación de los acuíferos.

A continuación se presenta la cartografía con los usos del suelo de los años 1927 y 1956 para la zona de estudio con el correspondiente trazado del cauce.



Mapa 19. Usos del suelo y cauce del río Ebro en 1927 en Utebo

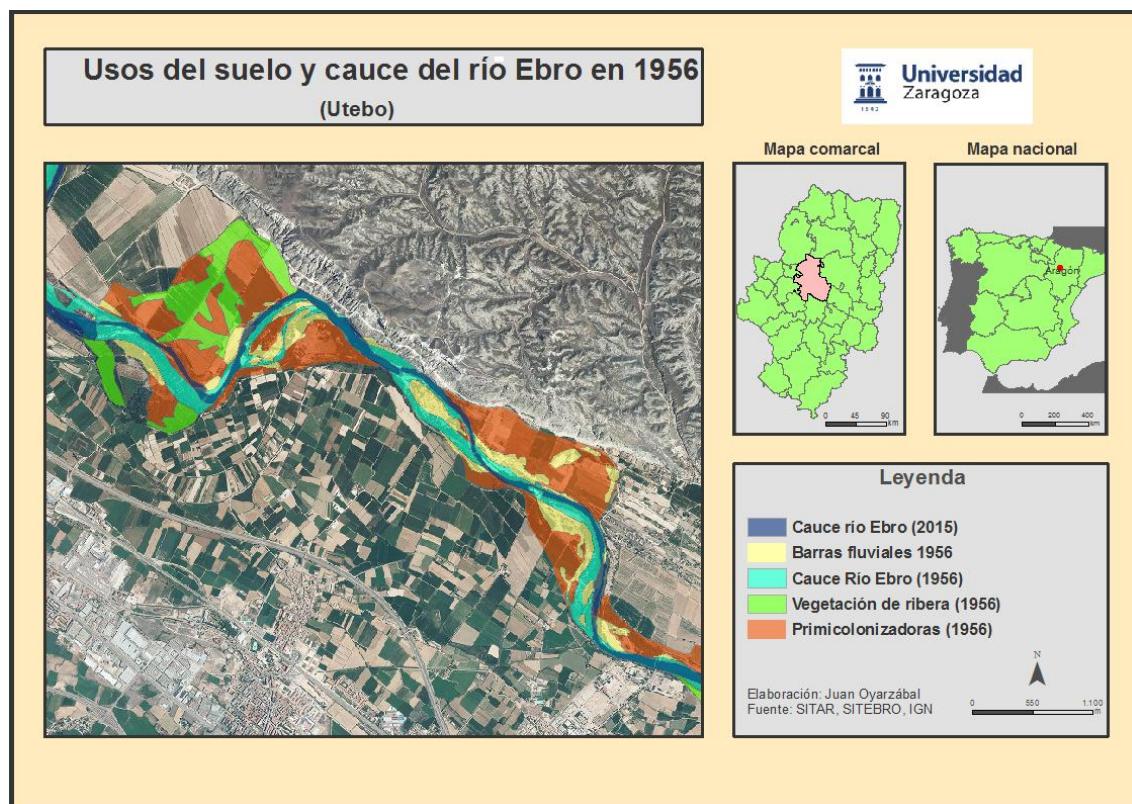


Mapa 20. Usos del suelo y cauce del río Ebro en 1927 en Zaragoza

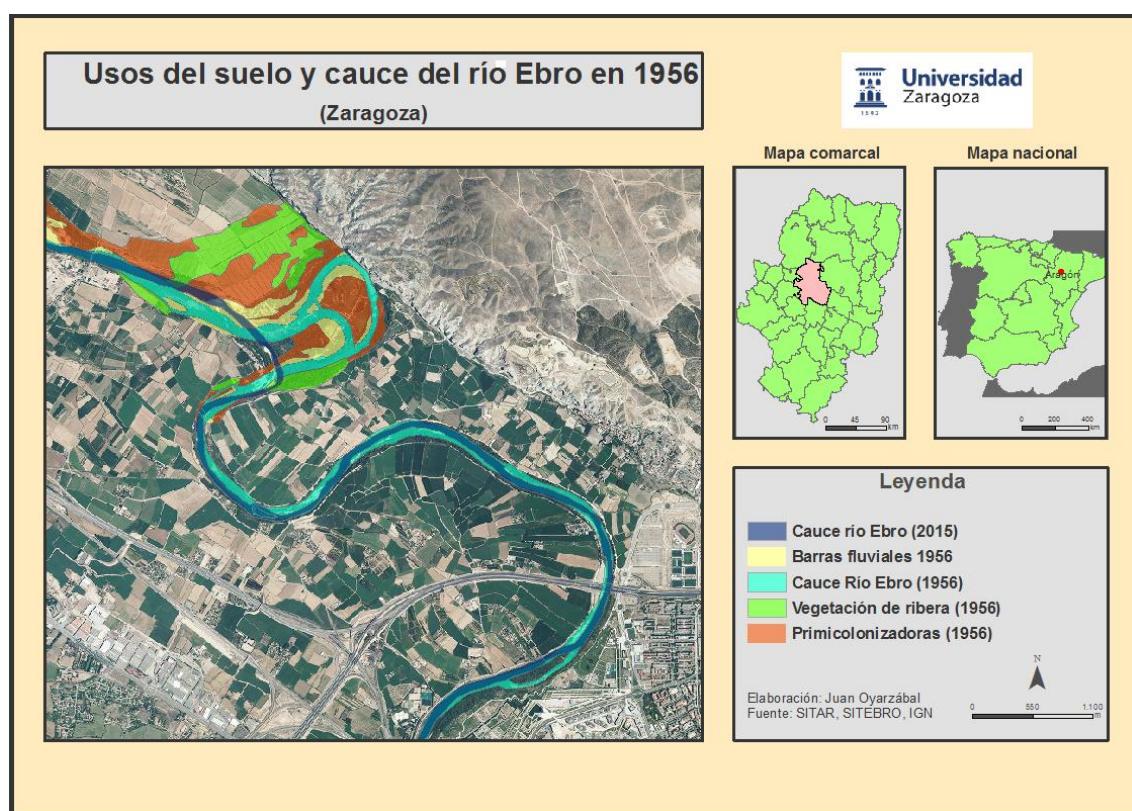
Para el año 1927 observamos que el cauce el río en varios tramos llevaba otro recorrido totalmente diferente, también observamos que en la actualidad las barras fluviales como gran parte de la vegetación primicolonizadora están ocupados por cultivos. En cuanto a la vegetación de ribera se observa que concuerda bastante la ocupación actual con la de 1927, incluso actualmente se observa mayor superficie de vegetación.

A su paso por Zaragoza observamos que el cauce del río rodeaba los Galachos de Juslibol pero actualmente ese tramo es muy diferente. Los Galachos, actualmente solo tienen aportación cuando se producen avenidas considerables. Una vez que pasa Juslibol el cauce actual coincide perfectamente el actual con el de 1927.

Con el paso de los años y una mayor antropización del cauce del río, se observa una evolución de estos usos de suelo y morfología del cauce, que se presentan a continuación en dos mapas elaborados referentes al año 1956. La razón de realizar dos mapas es representar correctamente la zona de estudio con un buen detalle.



Mapa 21. Usos del suelo y cauce del río Ebro en 1956 en Utebo



Mapa 22. Usos del suelo y cauce del río Ebro en 1956 en Zaragoza

En cuanto al año 1956 observamos que el cauce se ajusta mucho más al actual con la salvedad de los Galachos de Juslibol. También se observa un aumento de la vegetación de ribera, en relación a 1927, donde la mayoría era primicolinizadoras, pero con el paso del tiempo el ecosistema ha ido evolucionando. La vegetación de ribera y las primicolonizadoras de 1956 ocupaban una mayor superficie que en la actualidad, ocupadas por suelos de cultivo.

Esta ausencia de vegetación de ribera y ocupación del suelo como hemos establecido antes puede provocar que los efectos de las inundaciones se agraven, ya que el incremento de vegetación regula la escorrentía, frena la fuerza del agua y filtra la deposición de sedimentos, por lo que en general tendrá un efecto positivo para reducir la torrencialidad de los procesos de crecida y para regular los procesos de inundación

En este último siglo, se ha observado una evolución del cauce del río Ebro, modificándose en recorrido, por lo que la dinámica de este varía cuando se producen este tipo de episodios, sumado a un cambio de usos del suelo.

4.3.6 Propuestas de mejora

Una vez realizado el diagnóstico territorial y ambiental de nuestra zona de estudio, se han establecido una serie de propuestas de mejora con el fin de mejorar la gestión de estos tipos de episodios de inundaciones, que se repiten en periodos cortos de tiempo y producen numerosos daños.

Para trabajar en gestión de riesgos lo primero es conocer el río y la situación, y a partir de ahí llevar a cabo una reflexión seria y profunda sobre los siguientes principios fundamentales, que en cualquier planteamiento o actuación habría que tratar de tener siempre en cuenta (Ollero 2014). La gestión de riesgos no puede ser un procedimiento aislado, sino que debe integrarse con la gestión ambiental y la ordenación del territorio y debe integrar todos los riesgos sinérgicos de un área, medidas posibles y agentes implicados, desde la respuesta rápida local hasta la solidaridad internacional. En materia de inundaciones es fundamental, a partir de la alerta temprana, la coordinación entre todas las administraciones y agentes implicados, así como cumplir y respetar todos los principios y acuerdos de carácter ambiental y territorial.

Hay que tener en cuenta que el riesgo cero es inalcanzable, salvo que se renuncie totalmente a habitar un territorio. Los riesgos no se pueden evitar ni se eliminan, sino que se reducen o mitigan. Mitigar se consigue fundamentalmente reduciendo todo lo posible la exposición y la vulnerabilidad.

Para ello se van a presentar dos tipos de propuestas de mejora: Unas generales que afectan a toda la zona de estudio, con un carácter más perecido a directrices a seguir con el fin de armonizar de una mejor manera el conflicto de las inundaciones. El otro tipo de mejoras presentadas son de carácter más específico y concreto para determinados problemas u afecciones que se han producido durante este último episodio de inundaciones de 2015.

Propuestas de mejoras de carácter general

Identificación y búsqueda participativa de soluciones para áreas en conflicto

Se ha observado a lo largo del diagnóstico territorial que la mayoría de las edificaciones afectadas, se encontraban dentro del Dominio Público Hidráulico y zona de Máxima Crecida Ordinaria, por lo que su exposición y vulnerabilidad es mayor.

Para ello habría que realizar una participación pública, con un comité técnico de la administración pública para la identificación de áreas conflictivas, fomentando acuerdos que puedan implicar cambios en propiedad, en zonas que su situación sea crítica.

Devolución efectiva de espacio al río

Una manera de evitar que las inundaciones periódicas afecten tanto al territorio es devolver terreno al río, ya que devolviendo terreno, se otorga la responsabilidad en la reducción del riesgo a la propia laminación natural por desbordamiento.

Para la devolución efectiva de espacio al río no es necesaria la expropiación ni el cambio de propiedad, sino la asunción de que el territorio va a quedar unido e integrado en el río sin ninguna defensa o estructura que impida esa conexión a lo largo de todo el tramo donde se haya establecido. Para ello es necesaria la eliminación o retranqueo de las motas y demás estructuras de defensa, siempre en zonas que no coincidan con núcleos de poblaciones, las cuales protegen en las ocasiones de avenidas.

Declaración oficial de territorio de riesgo

En España, hay una ausencia de legislación de riesgos, por lo que teniendo en cuenta que las inundaciones componen la mayoría de los riesgos naturales, se debería crear una prioridad de acción dotada de una base institucional.

Una medida de actuación sería en la declaración de determinadas zonas. La primera medida puede consistir en declarar determinadas zonas como territorios de riesgo, es decir, territorios en los que existe un peligro relevante que conviene tener muy en cuenta para cualquier actividad, utilizando las ARPSis para realizar esta declaración oficial.

La declaración conllevaría la adaptación de determinadas normativas, la aplicación de reglamentaciones específicas, beneficios fiscales, la inclusión para estas zonas de mecanismos que estimulen el cumplimiento y promuevan incentivos para las actividades de mitigación, integración y presupuesto en los planes de desarrollo, etc.

Nuevos planes de ordenación territorial controlada en áreas inundables

Los planes y directrices de ordenación territorial a todas las escalas deben ser sustituidos por otros nuevos en los que se tenga en cuenta de forma prioritaria la peligrosidad y el riesgo. Por tanto, debe lograrse una ordenación territorial controlada, ajustada y adaptada al riesgo, en toda el área inundable.

Ello implica, entre otros muchos aspectos, incluir la evaluación del riesgo de inundación en los planes de desarrollo rural, establecer, mejorar y fomentar el uso de directrices e

instrumentos de vigilancia para la reducción del riesgo en el contexto de la planificación, incluir la propia evaluación del riesgo en la planificación y la gestión, identificar las zonas disponibles (fuera de riesgo) para nuevos usos, etc.

Adaptación de los usos del suelo a la inundabilidad

En consonancia con la buena práctica anterior, es preciso fomentar usos del suelo sostenibles con la inundación y adaptar las actividades a los niveles de inundabilidad en cada caso.

Esta buena práctica debería estar incluida en el proceso de planificación territorial, pero si no fuera así, puede ser perfectamente aplicada a escala local, constituyendo además una fórmula de uso sostenible del territorio.

Los usuarios agrícolas conocen las limitaciones de los sistemas de motas y escolleras, pero deben tomar mayor conciencia del riesgo de inundaciones en cada zona para adaptar sus labores, técnicas y usos adecuadamente al mismo.

Revisión de los planes de ordenación urbana y otras normativas asociadas

La evaluación de los riesgos debe trasladarse a los planes de urbanismo en todas sus formas y niveles. Los planes antiguos deben ser revisados al respecto, o bien redactarse planes totalmente nuevos incorporando la cartografía vinculante de peligrosidad y riesgo. Hay que prestar especial atención, como señalan directivas internacionales, a las zonas densamente pobladas y a los asentamientos en rápida urbanización.

Es fundamental frenar el desarrollo urbano en zonas inundables y no consolidar mas espacio urbano en el ámbito fluvial, evitando por ejemplo que se legalicen urbanizaciones periféricas ubicadas en espacio inundable.

Revisión de la utilidad y el estado de las unidades de defensa

Los actuales sistemas estructurales de defensa o contención deben ser inventariados y revisados en profundidad, analizando en cada caso su utilidad, coste-beneficio y estado. Hay que atender especialmente a que prioricen la protección de los núcleos habitados frente a la protección de zonas agrícolas.

En general, la retirada de defensas debe ser prioritaria respecto de la construcción de nuevos encauzamientos y, de acuerdo, con otras buenas prácticas, hay que tender a la eliminación o retranqueo de motas para conseguir el mayor espacio de libertad fluvial posible.

Refuerzo y mejora del sistema SAIH como sistema clave de alerta temprana

La red S.A.I.H. es un excelente sistema de información, previsión y alerta temprana, además de acceso instantáneo y libre, por lo que las comunidades locales pueden conocer a tiempo real la posibilidad de verse afectados por una crecida. Por eso mejorar y evolucionar este sistema es necesario.

Propuestas de mejora específicas

Construcción a prueba de inundaciones

Esta medida se puede aplicar tanto a las edificaciones no agrícolas como las instalaciones ganaderas afectadas, las cuales muchas de ellas se encuentran en la zona de caudal máximo ordinario por lo que episodios de inundación se pueden repetir perfectamente en un futuro. Cabe decir que estas medidas suponen un coste económico para el propietario.

A continuación se presentan posibles soluciones para mitigar o disminuir los daños producidos:

- Elevación de la construcción mientras sea posible, con el fin de evitar el contacto con la lámina de agua, reduciendo los daños considerablemente.
- En construcciones más rígidas se puede diseñar un sótano que puede ser inundado y que contenga mecanismos de evacuación eficientes.
- Se puede construir un sótano hermético que sea capaz de resistir fuerzas de inundación.

Otra medida mucho más radical, sería la reubicación del edificio, si se producen afecciones con demasiada facilidad, medida que lógicamente está muy criticada sobre todo por los dueños de los terrenos, además de suponer también un elevado coste económico.

Planificación de inundaciones controladas

Con el fin de evitar grandes daños como los producidos es estas últimas inundaciones en la cuenca del Ebro, concretamente en el tramo medio, se pueden establecer inundaciones controladas aguas arriba con el fin de evitar grandes daños en zonas más vulnerables.

El método consiste en poder provocar una inundación en terrenos agrícolas o sin uso donde se compensa económicamente a los dueños, pagando el precio de la cosecha entera. De este modo se minimizan los daños en zonas más vulnerables, por lo que realizando este tipo de inundaciones el coste económico de pagar las cosechas a los agricultores es muchísimo menor que toda la reparación de los daños que se producen.

Modificaciones estructurales de la carretera Monzalbarba-Alfocea

Anteriormente, en el apartado de resultados se indicaba que la carretera que conectaba Monzalbarba y Alfocea quedó totalmente inundada, cortando el tráfico y produciendo un aislamiento de la población de Alfocea durante varios días. Los vecinos debían pedir permiso al Ejército para poder utilizar un acceso que cruza el campo de maniobras de San Gregorio con el fin de poder acceder a Zaragoza.

Con el fin de evitar este problema que se puede repetir en el futuro, se aconseja hacer unas modificaciones estructurales de la carretera, que consistirían en elevar el nivel de la carretera, equilibrando el factor de evitar la inundación con el que ejerza una función de dique. Además se debería colocar numerosas tuberías grandes por debajo para que se produjera una evacuación de agua.

4.3.7 Conclusiones

Para finalizar, se exponen a continuación una serie de conclusiones realizadas a partir de la elaboración del trabajo expuesto durante las prácticas cursadas en la Confederación Hidrográfica del Ebro.

- La superficie afectada para la zona de estudio (Sobradiel, Utebo y ribera alta de Zaragoza) ha sido superior a la crecida del 2003 y 2013 respectivamente, siendo la 2003 la que más se le aproxima con caudales parecidos, los cuales se están revisando.
- Los usos de suelo más afectados han sido los agrícolas en los tres términos municipales estudiados, siendo Zaragoza el que más tipología de usos de suelo afectado posee y Utebo el que menor número.
- Ningún núcleo poblacional ha sido afectado de forma significativa, aunque se han producido afecciones a viviendas aisladas o periféricas.
- La capital de Zaragoza no se ha inundado debido al encajonamiento del río que se produce a su paso, salvo en algunas zonas del Barrio de la Almozara y zona Expo
- No se considera daños ambientales en la vegetación de ribera y frondosas de la zona de estudio, al igual que el “LIC de Sotos y Menajas del Ebro”. Estas inundaciones se consideran parte de la dinámica natural de este tipo de ecosistemas.
- Se observa una inadecuada ordenación territorial de numerosas parcelas no agrícolas con edificaciones que se han visto afectadas por la inundación, ocupando áreas de Domino Público Hidráulico en menor proporción, mucha mayor en el ámbito de la Máxima Crecida Ordinaria.
- Se han percibido más afecciones que en crecidas anteriores y mayor exposición y vulnerabilidad en el territorio, porque la ocupación indebida y/o imprudente de la zona inundable ha sido en aumento.
- Muchas de las afecciones se ven agravadas porque se ha ocupado la llanura de inundación del río. Es urgente desarrollar una ordenación del territorio y una revisión de la disciplina urbanística que impida que se vuelva a construir o realizar infraestructuras en espacios del río, en consonancia con lo que expone la Directiva de Inundaciones.
- Teniendo en cuenta lo recogido en la Directiva de Inundaciones y en el Plan Ambiental del Ebro, hay que apostar por medidas que disminuyan las afecciones en crecidas ordinarias: echar las motas atrás, crear cauces de alivio, generar zonas de inundación controlada.

4.3.8 Reflexiones

- Es muy difícil que este tipo de desbordamientos, como los del Ebro en su tramo medio y bajo, más allá de imprudencias personales, lleguen a producir arrasamientos de viviendas y víctimas humanas, porque la subida del nivel de las aguas desbordadas no sólo es lento sino también anunciado con varios días de antelación. Los desbordamientos del Ebro son un hecho natural inevitable, y no se dan en ningún lugar imprevisible sino siempre en la zona de desbordamiento o llanura de inundación, espacio perfectamente delimitable, incluso contrastable con infinidad de marcas y referencias históricas, de forma que no estamos ante un problema del río sino ante un problema humano.
- En esta ocasión como en otras muchas los sistemas de defensas han funcionado mal, se han roto en algunos sectores, han sobreinundado otros, han desordenado el funcionamiento de la crecida y de la laminación y han vuelto a demostrar su escasa utilidad.
- Desde la crecida de 1961 se aumentaron las motas y embalses y esto generó una falsa seguridad en la población, repercutiendo en la modificación de los usos territoriales de la llanura de inundación. Se puede decir que la ordenación del territorio en el valle del Ebro debe mejorarse mucho en el ámbito territorial del valle del Ebro, de modo que se supere la tradicional permisividad urbanística.
- Tenemos un problema, dado que no se abordan de forma racional ni las causas ni las soluciones. Las crecidas del río no se aceptan y seguimos sin estar adaptados a ellas. El riesgo es mayor porque cada vez hay más bienes expuestos.

5. Cronograma

A continuación se presenta el cronograma seguido durante el periodo de prácticas realizadas en la Confederación Hidrográfica del Ebro:

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Consulta bibliográfica						
Determinación del ámbito de trabajo						
Organización de toda la información necesaria						
Realización de la cartografía						
Elaboración del diagnóstico ambiental y territorial						

Tabla 10. Cronograma de las prácticas

6. Agradecimientos

En el presente trabajo de las memorias de las prácticas finales del Máster de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de la Universidad de Zaragoza, quisiera agradecer profundamente a Don José Ángel Losada por su entera disposición, paciencia y dedicación para poder realizar esta memoria.

También agradecer a Daniel Ballarín, por tutelarme y resolver todas mis dudas estando a disposición en cualquier momento.

Y finalmente a mis padres y familia por ayudarme en todo momento y apoyarme en los estudios.

7. Bibliografía

- GUIMET. J. et al. (1991). *Los sistemas de información para la gestión territorial*. Madrid: Banco de Crédito Local
- Julião.P et al. (2009). *Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (sig) de base municipal*. Portugal: Instituto Geográfico Portugués.
- Ollero. A (2014). *Guía Metodológica sobre las buenas prácticas en gestión de inundaciones*. Zaragoza: CIREF
- García Almirall. P et al. (2011). *SIG en la Gestión de la Información Urbanística en el ámbito local*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya
- Mende. L et al (2001). *Manual de protección contra las inundaciones*. Estados Unidos: Boulder County
- Mata. A (2000). *Metodología para la identificación, clasificación y cuantificación de los impactos ambientales de los desastres naturales*. Material de trabajo/Workingmaterials
- Olcina Cantos, Jorge. *Riesgo de inundaciones y ordenación del Territorio en la escala local. El papel del planeamiento urbano*. Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante). Año 2004.
- Gil Olcina Cantos y Morales Gil A. (1989). *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía. Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante.
- Llorente Isidro. M , Díez-Herrero. A y Laín Huerta.L . "Aplicaciones de los SIG análisis y gestión del riesgo de inundaciones: Avances recientes." *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 29: 29-37 (2009).
- Ollero Ojeda.A, Ballarín Ferrer .D y Mora Mur. D. "Cambios en el cauce y el llano de inundación del río Ebro (Aragón) en los últimos 80 años". *Geographicalia* (2006), 50, 87-109.
- Ollero Ojeda. A. "Los elementos geomorfológicos del cauce en el ebro de meandros libres y su colonización vegetal". *Geographicalia* (1993),30,295-308.
- Mateu, J.F. (1992): "La Geografía de los Riesgos en España", en V.V. A.A. *La Geografía enEspaña (1970-1990)*, Madrid, Real Sociedad Geográfica y Asociación de Geógrafos Españoles,pp. 241-245.

- Ascaso, A. (1978). *Meteorología de Zaragoza VI: las riadas del Ebro*. Zaragoza. Servicio Meteorológico Nacional, Centro del Ebro.
- Camarasa, A.M. (2002) Crecidas e inundaciones. En Ayala-Carcedo, F.J. y Olcina, J. (coords.) *Riesgos naturales*. Barcelona, Editorial Ariel, p. 859-877.
- Ollero, A. (1996). *El curso medio del Ebro*. Zaragoza. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón.
- Ollero, A. (2000) Crecidas fluviales en la Cuenca del Ebro desde 1980: estado de la cuestión, principales eventos y sistemas de prevención. En Serie *Geográfica*, 9, 151-162.
- Ollero, A. (2007) *Territorio fluvial: Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riegos en el Ebro y en los cursos bajos de sus afluentes*. Bilbao, Editorial Bakeaz.