

# **REVISIÓN DEL PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA (LA RIOJA)**

**FASE: TEXTO REFUNDIDO**

**DOCUMENTO: ESTUDIO DE INUNDABILIDAD**

# INDICE DEL ESTUDIO

---

## MEMORIA

<b>1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO.</b> .....	<b>1</b>
<b>2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.</b> .....	<b>2</b>
<b>3.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>4.- METODOLOGÍA EMPLEADA Y DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO.</b> .....	<b>3</b>
4.1 Estudio de inundabilidad del río Cidacos (CHE 2013).....	3
4.2 Estudio de rotura de la Presa de la Balsa de "La Estanca del Perdiguero" (Octubre de 2016).....	4
4.3 Estudio de rotura de la Presa del "Embalse de Enciso" (Diciembre de 2015)....	5
<b>5.- DETERMINACIÓN DE LAS LIMITACIONES URBANÍSTICAS</b> .....	<b>6</b>
5.1 Criterios de la Confederación Hidrográfica del Ebro.....	6
5.2 Criterios de la Comunidad Autónoma de La Rioja .....	7
<b>6.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.</b> .....	<b>8</b>
6.1 Periodo de retorno de 10 años.....	8
6.2 Periodo de retorno de 100 años .....	9
6.3 Periodo de retorno de 500 años .....	9
6.4 Problemática concreta del Sector S-2 Cidacos.....	10
<b>6.4.1.- ESTADO ACTUAL – PROBLEMÁTICA DETECTADA</b> .....	<b>10</b>
<b>6.4.2.- ESTADO DEFINITIVO DEL SECTOR S-2 CIDACOS</b> .....	<b>12</b>
6.5 Zona de Flujo Preferente.....	13
6.6 Línea de limitaciones urbanísticas.....	14
<b>7.- ASPECTOS A RECOGER POR LA REVISIÓN DEL PLAN</b> .....	<b>14</b>
7.1 Consideraciones del Informe de la Confederación Hidrográfica del Ebro .....	14
7.2 Consideraciones de la LOTUR 5/2006.....	15
<b>8.- CONCLUSIONES</b> .....	<b>18</b>

**APENDICE Nº 1: MEMORIA RESUMEN DE LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO DE INUNDACIÓN ELABORADOS PARA EL SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFIA DE ZONAS INUNDABLES EN 2013.**

**APENDICE Nº 2: FICHAS RESUMEN DE LAS ARPSIS (2º CICLO).**

## PLANOS:

- 1.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**
- 2.- PLANTA GENERAL DE ORDENACIÓN**
- 3.- DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO**
- 4.- ZONAS INUNDABLES**
- 5.- LIMITACIONES URBANÍSTICAS**
- 6.- SECTOR S-2 CIDACOS**

## **1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO.**

El presente documento del Plan General Municipal de Calahorra (La Rioja) se redacta como una Revisión del Plan General Municipal de 2006 (Aprobación Definitiva 10.11.2006, BOR 12, 25.01.2007) y una Adaptación del mismo a la Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja (en adelante LOTUR 5/2006).

Según la citada Normativa es necesario elaborar o tener en cuenta un Estudio de Inundabilidad, como complementario del Estudio Ambiental Estratégico y del Plan General.

En la Fase de Avance de la Revisión del Plan General Municipal de Calahorra se solicitaron los pertinentes informes sectoriales. Con fecha 11 de julio de 2016 la Confederación Hidrográfica del Ebro emitió su Informe (Nº ref: 2016-OU-8) con las consideraciones que el PGM debe tener en cuenta en materia hidráulica.

Por otro lado, como consecuencia de la aplicación de la Directiva 2007/60/CE de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación y en su transposición al ordenamiento jurídico estatal, a través del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación; el río Cidacos a su paso por Calahorra fue identificada como Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) en la Evaluación Preliminar realizada en 2011.

En la siguiente fase de estos trabajos se realizaron estudios de detalle de cada una de las ARPSI para elaborar los mapas de riesgo de inundación y peligrosidad que delimitan la extensión y magnitud (calado y velocidad) de la inundación, e indican los daños potenciales asociados sobre la población, las actividades económicas y el medio ambiente. El estudio de detalle del río Cidacos se realizó en junio de 2013, siguiendo la guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

En septiembre de 2018 se sometió a consulta pública la revisión y actualización de las ARPSIS identificadas en el 1er ciclo de la Directiva. En este 2º ciclo se han considerado los nuevos episodios de inundación ocurridos durante el periodo 2012-2018, así como cambios en el uso del suelo, topografía, efecto del cambio climático y coordinación internacional.

El resultado de esta actualización en los ARPSIS que afectan al municipio de Calahorra es que no hay modificaciones en los tramos, por lo que: **SE MANTIENE IGUAL EN EL 2º CICLO.**

Por tanto, el estudio de 2013 sigue siendo de máxima actualidad y fiabilidad en todos los aspectos, siendo el estudio de inundabilidad que se va a tener en cuenta para la redacción de la Revisión del Plan General Municipal.

Además de la inundabilidad fluvial, generada por el regimen de precipitaciones, el municipio de Calahorra se encuentra afectado por la existencia de la Balsa de "La Estanca del Perdiguero" y del Embalse de Enciso, que pueden generar una inundación accidental del territorio como consecuencia de la rotura de la presa. Dicha inundación se ha estudiado en los correspondientes Planes de Emergencia de cada una de las presas e incorporado en el presente estudio.

El objeto del presente estudio es vincular los riesgos ciertos a las clases del suelo de la LOTUR una vez definidas las líneas de inundabilidad de los distintos períodos e incluirlos en la presente Revisión del Plan General Municipal.

## **2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

La zona de estudio se limita a los dos ríos principales (Ebro y Cidacos) de la red hidrográfica del Término Municipal de Calahorra y sus llanuras de inundación.

El río Ebro atraviesa el Término Municipal de Calahorra por el norte, estableciendo el límite del mismo, así como el límite territorial entre las Comunidades Autónomas de La Rioja y Navarra.

El río Cidacos a su vez discurre por el Término Municipal formando una curva a derechas con dirección predominante SO-NE hasta su desembocadura en el río Ebro.

Si bien el río Ebro es el mayor del municipio, de cara al objeto del presente estudio, es el río Cidacos el que genera mayores afecciones urbanísticas por inundabilidad, debido a la cercanía del mismo al núcleo urbano. No obstante es imprescindible estudiar el efecto conjunto de ambos para considerar el 'efecto tapón' que se genera en la confluencia de ambos y que dificulta el desagüe del río Cidacos.

El río Cidacos tiene una cuenca de 716 Km<sup>2</sup> y una pendiente media del 14%, si bien en el tramo bajo dicha pendiente media es del 1%.

El régimen del río Cidacos es pluvionival, con mayor influencia de las precipitaciones invernales y primaverales que del factor nival. Durante la mayor parte del año el cauce presenta prolongados períodos de estiaje, si bien, en ocasiones se producen avenidas de consideración como consecuencia de episodios torrenciales.

En su recorrido por el Término Municipal de Calahorra el río Cidacos forma una estrecha vega cuyas márgenes están ocupadas principalmente por las llamadas huertas tradicionales, excepto en el tramo central, en el cual actúa de límite sur del casco urbano que se desarrolla en su margen izquierda.

Este tramo 'urbano' tiene una longitud aproximada de 2.630 m, comenzando en el viaducto para el paso de la Autopista AP-68 Bilbao-Zaragoza y terminando en el viaducto para el paso de la línea FFCC Castejón - Miranda.

Además de estas dos estructuras sobre el río, hay que destacar la existencia de otro viaducto para el paso sobre el río de la Carretera N-232 Zaragoza-Logroño y otro para el cruce del Canal de Lodosa.

En la margen izquierda de este tramo correspondiente al casco urbano, se ha desarrollado un parque fluvial en compatibilidad con la zona inundable; mientras que la margen derecha está ocupada por sotos de ribera, huertas tradicionales, cultivos, casillas de recreo y algunas parcelas comerciales-industriales.

No existen en el Término Municipal afluentes de relevancia como para estudiar su régimen de avenidas.

En cuanto a otros elementos de la red hidrográfica que puedan suponer un riesgo a la inundabilidad hay que destacar la existencia de la Balsa de "La Estanca del Perdiguero" y el "Embalse de Enciso", cuyas presas cuentan con un Plan de Emergencia (incluye un estudio de inundabilidad) en caso de rotura, de acuerdo a lo dispuesto en la Normativa de Seguridad de Presas y Embalses. El Plan de Emergencia de la Balsa del Perdiguero se redactó en octubre de 2016 y el del Embalse de Enciso en diciembre de 2015, pero no se ha aprobado hasta noviembre de 2018, incorporándose en la presente fase de tramitación del Plan General Municipal de Calahorra.

### **3.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

Al tenerse en cuenta el estudio de inundabilidad realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro en 2013 para la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgos de inundación para la implantación del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) se han solicitado los resultados de dicho estudio a la propia Confederación para utilizarlos en la redacción del PGM.

La información proporcionada por la Confederación Hidrográfica del Ebro ha sido la siguiente:

- Mapas de peligrosidad: determinación del Dominio Público Hidráulico, límite de la zona de flujo preferente y de los periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años.
- Mapas de riesgo: afecciones a población, actividades económicas y áreas de importancia ambiental.
- Mapas de calados y velocidad: de los distintos periodos de retorno.

Toda esta información ha sido proporcionada en formato digital para su estudio y edición mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). En este caso se ha utilizado el mismo programa que en el estudio de la CHE; el ArcGIS 10.0.

De forma análoga, el Ingeniero redactor del Plan de Emergencia de la Balsa de "La Estanca del Perdiguero", nos ha proporcionado los resultados de la simulación hidráulica de rotura de la presa en formato SIG, para su inclusión en el presente documento.

En cuanto a la presa del "Embalse de Enciso" el Ayuntamiento de Calahorra nos ha proporcionado el Plan de Emergencia en formato pdf.

Además de esta información se han consultado los datos topográficos, las ortofotos recientes, información territorial y medioambiental (archivos SIG) y demás información disponible en diversos servicios web; así como la información referente al PGM proporcionada por el equipo redactor del mismo e información de primera mano proporcionada en diversas reuniones.

Se han superpuesto los diversos mapas obtenidos en el estudio de 2013 con la topografía y las ortofotos PNOA descargadas del Centro Nacional de Información Geográfica, no habiéndose detectado ninguna discrepancia relevante. Por tanto se corrobora la validez general de los resultados del estudio de 2013 para su aplicación en la presente Revisión del Plan General Municipal.

### **4.- METODOLOGÍA EMPLEADA Y DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO.**

#### **4.1 Estudio de inundabilidad del río Cidacos (CHE 2013)**

El estudio de la CHE de 2013 se realizó siguiendo la 'Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Publicada por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino'.

**Estudio de Inundabilidad**

Como resumen los pasos principales de la metodología empleada son los siguientes:

- Cartografía y datos básicos: se obtiene un modelo digital del terreno basado en tecnología LIDAR, completado con batimetrías y trabajos de campo. Además se obtienen las ortofotos actuales e históricas, así como datos de infraestructuras y usos del suelo. En este caso se obtuvo un MDT de precisión 1x1 m para el río Cidacos y de 2x2 m para el río Ebro.
- Estudio hidrológico para la determinación de los caudales de cálculo. Se utilizó el método actualizado del CEDEX.
- Análisis geomorfológico e histórico de la evolución del cauce y sus márgenes para determinación del Dominio Público Hidráulico.
- Estudio hidráulico. La simulación hidráulica se realizó mediante el programa INFO-WORKS en su versión de cálculo bidimensional como corresponde al caso de zonas urbanas o con importantes desbordamientos laterales, donde la componente transversal de la velocidad es importante.
- Determinación del Dominio Público Hidráulico probable, zona de flujo preferente, zonas de inundación (T10, T100 y T500 años) y zonas de riesgo. Representación gráfica de los resultados en formato SIG.

La descripción detallada de la metodología empleada y la obtención de las diversas variables y condicionantes empleados en el modelo hidráulico se indican en la Memoria del estudio de la CHE que se adjunta como Apéndice 1.

En la siguiente tabla resumen se indican los caudales de cálculo utilizados en el estudio.

<b>Caudales (m<sup>3</sup>/s) aplicados según el período de retorno</b>			
<b>Cauce</b>	<b>T10</b>	<b>T100</b>	<b>T500</b>
Río Ebro	1.992	2.875	3.481
Río Cidacos	100	197	288

#### **4.2 Estudio de rotura de la Presa de la Balsa de "La Estanca del Perdiguero" (Octubre de 2016)**

El Plan de Emergencia de la presa ha sido elaborado para dar cumplimiento a lo establecido al respecto en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994 publicado en el BOE de 14 de febrero de 1995 y en la Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, publicado en el BOE de 16 de enero del mismo año. Contiene las actuaciones que habrán de llevarse a cabo por el titular de la balsa para hacer frente a eventuales situaciones de emergencia.

Este Plan de Emergencia incluye un modelo hidráulico de simulación de las diversas roturas que pueden producirse en la presa, lo que permite realizar una estimación de los daños que estas provocarían. La envolvente de todas estas situaciones conforman los mapas de afecciones.

La modelización de la rotura se ha hecho siguiendo los criterios recomendados por la "Guía Técnica para la Elaboración de Planes de Emergencia de Presas", en base a la cual se ha seleccionado el modelo numérico, se han definido los parámetros cada una de las

**Estudio de Inundabilidad**

brechas estudiadas y los modos y tiempos de rotura y se ha fijado el límite de estudio aguas abajo según se refleja en las tablas siguientes:

Rotura del dique Este o dique principal

- Modelo numérico. Software Iber en su versión 2.3.2
- Parámetros de la brecha.
  - Tiempo de rotura: 18,58 min
  - Forma de rotura: *Trapezoidal*
  - Profundidad de la brecha: 16,90 m.
  - Ancho: 51 m.
- Rugosidad del cauce.
  - Tierras de labor  $n= 0,05$
  - Polígono Industrial  $n=0,1$
- Límite de estudio aguas abajo.  
A 8 km de la balsa del Perdiguero en los terrenos de cultivo situados al norte de la N-232
- Hipótesis de rotura. H1 (Embalse con su nivel en coronación)
- Hidrograma de avenida. No se contempla
- Hidrograma de rotura. Qpunta = 300 m<sup>3</sup>/s.

Rotura del dique Norte

- Modelo numérico. Software Iber en su versión 2.3.2
- Parámetros de la brecha.
  - Tiempo de rotura: 61,12 min
  - Forma de rotura: *Trapezoidal*
  - Profundidad de la brecha: 6,45 m.
  - Ancho: 40,07 m.
- Rugosidad del cauce.
  - Tierras de labor  $n= 0,05$
  - Núcleo urbano  $n=0,1$
- Límite de estudio aguas abajo. No se fija
- Hipótesis de rotura. H2 (Embalse con su nivel en coronación y desaguando en avenida extrema)
- Hidrograma de avenida. Caudal de avenida T=1.000 años
- Hidrograma de rotura. Qpunta = 75 m<sup>3</sup>/s.

**4.3 Estudio de rotura de la Presa del "Embalse de Enciso" (Diciembre de 2015)**

Al igual que en el caso anterior, el Plan de Emergencia de la presa ha sido elaborado para dar cumplimiento a lo establecido al respecto en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994 publicado en el BOE de 14 de febrero de 1995 y en la Modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, publicado en el BOE de 16 de enero del mismo año. Contiene las actuaciones que habrán de llevarse a cabo por el titular de la balsa para hacer frente a eventuales situaciones de emergencia.

Este Plan de Emergencia incluye un modelo hidráulico de simulación de las diversas roturas que pueden producirse en la presa, lo que permite realizar una estimación de los daños que estas provocarían. La envolvente de todas estas situaciones conforman los mapas de afecciones.

**Estudio de Inundabilidad**

La modelización de la rotura se ha hecho siguiendo los criterios recomendados por la "Guía Técnica para la Elaboración de Planes de Emergencia de Presas", considerándose las siguientes hipótesis:

- Eventual rotura de la Presa en tiempo seco.
- Eventual rotura de la Presa en coincidencia con avenida.

La eventual rotura en tiempo seco corresponde a la situación en que no se está presentando simultáneamente a la eventual rotura una avenida o riada natural importante, siendo la eventual onda de inundación debida exclusivamente a la movilización del agua embalsada.

La eventual rotura en coincidencia con avenida corresponde a la situación en que simultáneamente a ella se está presentando una avenida o riada de gran magnitud, siendo la eventual onda de inundación debida a la superposición de los efectos derivados de la avenida o riada natural y de la movilización del agua embalsada.

Dado que algunas de las hipótesis señaladas proporcionan resultados muy semejantes, se han englobado (adoptando criterios conservadores), representando en planos exclusivamente la hipótesis H2 de rotura con avenida.

## **5.- DETERMINACIÓN DE LAS LIMITACIONES URBANÍSTICAS.**

### **5.1 Criterios de la Confederación Hidrográfica del Ebro**

Tal y como se indica en el Informe sectorial de la CHE, según lo previsto en el Texto Refundido de la Ley de Aguas (Ley 11/2005) y el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (Real decreto 849/1986 y sus posteriores modificaciones) la clasificación del suelo y la asignación de usos deberá tener en cuenta el dominio público hidráulico y sus zonas de servidumbre (5 m expéditos) y policía (100 m).

Los usos en zona de policía deben ser compatibles con la preservación del régimen de avenidas en general y de la zona de flujo preferente en particular.

En la zona de flujo preferente son autorizables actuaciones que no supongan una alteración significativa del relieve, tales como usos agrícolas, zonas verdes, zonas deportivas y otros espacios libres.

En la zona inundable fuera de la zona de flujo preferente, tanto dentro como fuera de la zona de policía, se atenderá a lo previsto en la legislación de protección civil.

Igualmente, el PGM en la asignación de usos del suelo debe tener en cuenta la compatibilidad con el Plan de Gestión de Riesgos de Inundación (aprobado por Real Decreto 18/2016) elaborado en cumplimiento del Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación y en colaboración con las Comunidades Autónomas.

La zona de riesgo afectada por la rotura de las presas de "La Estanca del Perdiguero" y del "Embalse de Enciso" se asumen tal cual, no considerándose como una limitación urbanística, sino como una afección al territorio generada por un accidente; debiendo incluirse en el Plan de Protección Civil del municipio.

La zona de riesgo producida por la rotura de la Presa de la "Estanca del Perdiguero" se ha obtenido a partir de la información SIG proporcionada por el ingeniero redactor del Plan de Emergencia.

**Estudio de Inundabilidad**

En el caso de la Presa del "Embalse de Enciso", se ha utilizado la información disponible en el Plan de Emergencia, digitalizando la zona de inundación.

**5.2 Criterios de la Comunidad Autónoma de La Rioja**

Los criterios técnicos básicos de protección civil en materia de inundabilidad se exponen en el apartado VII del Anexo V, del Documento de Recomendaciones Técnicas de aplicación de la LOTUR 5/2006 para coordinar y agilizar el procedimiento de redacción y aprobación del planeamiento urbanístico, editado por el Gobierno de La Rioja en marzo de 2015.

En dicho documento se establecen las afecciones por inundabilidad y limitaciones según las clasificaciones urbanísticas (suelos urbanos, suelos urbanizables y suelos no urbanizables).

Este Documento integra la legislación hidráulica estatal comentada en el apartado anterior y desarrolla en detalle los usos permitidos en la zona inundable para el territorio de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Según esto, en todo caso debe quedar constancia en documentos (licencias, escrituras, proyectos...) y planos de la afección debida a la inundabilidad, así como la prohibición a la construcción de sótanos.

A modo de resumen, en los suelos urbanos y urbanizables:

- Dentro de la zona de periodo de retorno de 100 años (T-100) se prohíben todos aquellos usos que comporten edificaciones, excepto depuradoras que cuenten con medidas apropiadas de defensa y drenaje.
- En la zona comprendida entre el límite de periodo de retorno de 100 años (T-100) y el límite de 500 años (T-500) con calados mayores de 0,4 m y una velocidad superior a 1 m/s, se deben evitar aquellos usos que comporten edificaciones, excepto depuradoras que cuenten con medidas apropiadas de defensa y drenaje.

Conforme a este último criterio se define que *"la línea de limitaciones urbanísticas es la envolvente exterior de la T-100, la T-500 en su isobata de 0,40 m y la T-500 en su isolínea de 1 m/s"*

El estudio de 2013 se realizó en base a la normativa estatal y anteriormente al Documento de Recomendaciones Técnicas de 2015, por lo que no contemplaba la delimitación de esta línea de limitaciones urbanísticas.

Por tanto, se asume la delimitación de la zona de flujo preferente y los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años, así como los mapas de calados y riesgos del estudio de 2013; pero es necesario determinar la línea de limitaciones urbanísticas.

Para definir esta línea se han utilizado los mapas de calado y velocidad de la avenida de 500 años en formato ráster y se han editado mediante las herramientas del programa ArcGIS para obtener dos nuevos ráster de resultados:

- Ráster de calados superiores a 0,4 m
- Ráster de velocidades superiores a 1 m/s.

**Estudio de Inundabilidad**

Mediante la unión de ambos rásteres y la obtención de su línea perimetral queda definida la avenida de 500 años en su isobata de 0,40 m y su isolínea de 1 m/s.

Superponiendo esta con la línea de 100 años se ha definido la envolvente de ambas.

Como la línea obtenida proviene de un ráster con la precisión del MDT utilizado como base (1 m x 1 m) se ha procedido a su suavizado y adaptación a las curvas de nivel de la topografía de detalle proporcionada por el Ayuntamiento.

La línea de limitaciones urbanísticas obtenida se muestra en el Plano nº 5, junto con las afecciones provocadas por la rotura de las presas y la ordenación propuesta en la Revisión del PGM de Calahorra.

## **6.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

En la colección de planos se incluyen los planos de planta con la delimitación del dominio público hidráulico, las zonas inundables (T10, T100 y T500), la zona de flujo preferente y la línea de limitaciones urbanísticas, sobre la cartografía general y la ordenación propuesta en la Revisión del PGM de Calahorra

A continuación se realiza un análisis de dichos resultados para cada uno de los periodos de retorno estudiados.

### **6.1 Periodo de retorno de 10 años**

Es el periodo de retorno de menor caudal y por tanto el que ocurre con mayor frecuencia, por lo que se cataloga en los mapas de peligrosidad como de Alta Probabilidad de Inundación.

Se observa que en el tramo inicial y el tramo urbano, la zona inundada por esta avenida queda limitada al cauce habitual y la vega cercana. En el tramo final entre la zona urbana y la desembocadura en el río Ebro, la zona inundada es mayor, debido al 'efecto tapón' de la propia desembocadura y a tratarse de una zona más llana. Se aprecia como el embalsamiento provocado por la desembocadura en el Ebro se extiende aguas arriba, extendiéndose casi hasta el cruce con el Canal de Lodosa.

La inundabilidad afecta prácticamente en su totalidad a zonas forestales y agrícolas, destacando como punto de interés la afección a la EDAR de Calahorra que se encuentra en la zona de influencia de la desembocadura en el río Ebro.

En el tramo urbano la afección es casi nula, ocupando una mínima franja del parque fluvial. No hay afección a actividades comerciales ni industriales.

En cuanto a edificaciones, se produce afección únicamente a viviendas dispersas en el medio rural, por lo que el estudio estima que los habitantes directamente afectados por esta avenida son 70, con la posibilidad de riesgo de 1 herido. (Dato obtenido de la información disponible en el visor SITEbro)

La afección estimada a zonas protegidas es inexistente, únicamente se señala una afección leve a la captación de aguas.

## **6.2 Periodo de retorno de 100 años**

Es el periodo de retorno intermedio tanto en caudal como en ocurrencia, por lo que se cataloga en los mapas de peligrosidad como de Media Probabilidad de Inundación.

En este caso se observa como en el tramo inicial y el urbano la avenida se mantiene dentro de la vega del río Cidacos, sin excesivos desbordamientos laterales excepto en zonas puntuales. El tramo final sigue siendo el más afectado, extendiéndose el efecto de la desembocadura hasta el viaducto del FFCC.

Del mapa de riesgo de actividades económicas se observa que la inundación sigue afectando mayoritariamente a zonas forestales y agrarias, así como a edificaciones dispersas del medio rural (casillas, fincas de recreo...). La infraestructura más afectada sigue siendo la EDAR de Calahorra.

En este caso los posibles habitantes afectados directamente por la inundación se estiman en 113, con riesgo posible de 2 heridos.

En el tramo urbano la afección se limita al parque fluvial, sin llegar a las edificaciones de los sectores cercanos al río. El Sector S-2 "Cidacos" ubicado aguas abajo del puente de la AP-68 en la margen izquierda, y que se encuentra parcialmente urbanizado tampoco resulta afectado por esta avenida. (Ver apartado 6.4)

Se mantiene la inexistencia de afección a zonas protegidas y el nivel de afección leve a las captaciones de agua.

## **6.3 Periodo de retorno de 500 años**

Es el periodo de retorno de mayor caudal y menor ocurrencia, por lo que se cataloga en los mapas de peligrosidad como de Baja Probabilidad de Inundación. Es además el criterio más desfavorable de cálculo a considerar y el que determina la Zona Inundable.

En el tramo inicial se mantiene dentro del valle formado por el río Cidacos afectando en su mayoría a zonas forestales y agrícolas. En la margen izquierda se afecta una zona de huertas tradicionales y fincas de recreo junto al Camino de Mancabla, que ocupan la primera terraza del río.

En el tramo urbano, entre el viaducto de la Autopista AP-68 y el viaducto de la N-232, la mayor afección se produce en la margen derecha, ocupando la zona de huertas y varias parcelas urbanizadas junto al puente de la N-232. Esto último se debe principalmente al efecto barrera del terraplén de la carretera que impide la circulación del flujo por la margen derecha.

En la margen izquierda de este tramo, la inundación ocupa la práctica totalidad del parque fluvial, llegando hasta el borde de los viales (Avda. La Rioja) cercanos al mismo y afectando a dos zonas urbanas:

- La parte baja de las parcelas existentes entre la Calle Costa Rica y la Calle Rio Cidacos, afectando únicamente a zonas de jardín y huertas, no existiendo afección a ninguna vivienda.
- El borde perimetral y el extremo oriental del Sector S-2 "Cidacos", sin afectar a ninguna vivienda puesto que este sector sólo se ha desarrollado parcialmente. De hecho cuando se ejecuten los viales y la urbanización a la cota prevista, quedará

**Estudio de Inundabilidad**

por encima de la avenida de 500 años y desaparecerá la afección. (Ver apartado 6.4)

Agua abajo del viaducto de la carretera N-232 la avenida se extiende en ambos márgenes como consecuencia del efecto tapón de la desembocadura en el río Ebro, pero la afección es mayor en el margen izquierdo por la existencia de un mayor número de edificaciones dispersas y explotaciones agrarias (invernaderos, naves...) destacando nuevamente la EDAR de Calahorra como la infraestructura afectada de mayor importancia. El estudio también señala como punto de especial importancia la Catedral de Santa María, por su valor histórico-cultural, ya que la avenida se queda a escasa distancia de la misma.

Del análisis de esta avenida destaca el efecto barrera provocado por los estribos y terraplenes de los viaductos existentes, especialmente el del FFCC y el de la carretera N-232, lo que provoca el embalsamiento de la avenida aguas arriba de los mismos.

En este caso los posibles habitantes afectados directamente por la inundación se estiman en 139, con riesgo posible de 2 heridos.

Se mantiene la inexistencia de afección a zonas protegidas y el nivel de afección leve a las captaciones de agua.

#### **6.4 Problemática concreta del Sector S-2 Cidacos**

Tras examinar la información presentada para la aprobación inicial de la revisión del Plan General Municipal de Calahorra, SOS Rioja emitió un informe en referencia a los riesgos naturales de inundabilidad, que indicaba lo siguiente:

*"El Plan General Municipal y su Estudio de Inundabilidad prevén, para evitar situaciones de vulnerabilidad ante inundaciones, la incorporación de las limitaciones urbanísticas previstas al respecto en el "Documento de recomendaciones técnicas para la interpretación y aplicación de la Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja y otras normativas sectoriales con incidencia en la materia, para coordinar y agilizar el procedimiento de redacción y aprobación del planeamiento urbanístico", apartado VII.- SOS Rioja, 1.- "Criterios básicos de protección civil en materia de inundabilidad", en las zonas con riesgo de inundabilidad. No obstante en el Plan General Municipal y Estudio de Inundabilidad que nos ocupan no se aplican estas limitaciones (prohibición de usos que comporten edificaciones) en los terrenos afectados con calados superiores a 0'40 cms. en la avenida con periodo de retomo de 500 años del sector urbanizable delimitado S-2 Cidacos, al preverse en estos espacios aprovechamientos edificatorios."*

Y concluía que:

*"Debe aportarse plano en el que se indique la isobata de 0'40 cms. en la avenida de periodo de retorno de 500 años del río Cidacos a su paso por Calahorra y plano de limitaciones urbanísticas por inundabilidad que tenga en cuenta esta línea. La escala de los planos debe ser útil urbanísticamente."*

##### **6.4.1.- ESTADO ACTUAL – PROBLEMÁTICA DETECTADA**

El documento presentado para la aprobación inicial de la revisión del PGM de Calahorra cuenta con un estudio de inundabilidad en el cual se incluye un plano con la línea de limitaciones urbanísticas obtenida según los criterios del "Documento de recomendaciones técnicas para la interpretación y aplicación de la Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación

**Estudio de Inundabilidad**

del Territorio y Urbanismo de La Rioja y otras normativas sectoriales con incidencia en la materia, para coordinar y agilizar el procedimiento de redacción y aprobación del planeamiento urbanístico", apartado VII.- SOS Rioja, 1.- "Criterios básicos de protección civil en materia de inundabilidad".

Esta línea se definió como la envolvente exterior de la T-100, la T-500 en su isobata de 0,40 m y la T-500 en su isolinia de 1 m/s. Estas líneas a su vez, fueron obtenidas a partir de los datos proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Ebro, correspondientes al Estudio realizado del río Cidacos (código Cid-02) para su inclusión en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) al estar Calahorra incluida en una de las Areas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIS) denominada 35.- Cidacos.

El problema reside en que las líneas de inundación de la cartografía oficial del SNCZI no coinciden con las graficadas en el Estudio de Inundabilidad de la Revisión del PGM de Calahorra, afectando las avenidas de 100 y 500 años al Sector S-2 Cidacos.

Esta discrepancia se debe a que la topografía utilizada en el Estudio del SNCZI no refleja el estado actual del Sector S-2 Cidacos, mientras que el Estudio de Inundabilidad del PGM de Calahorra tiene en cuenta el estado definitivo del Sector S-2 una vez desarrollado.

El Sector S-2 Cidacos cuenta con un Estudio de Detalle aprobado y se empezó a desarrollar, paralizándose a consecuencia de la crisis, quedando en estado 'semiurbanizado', ejecutándose únicamente la explanación de los viales y la red de saneamiento.

En las siguientes figuras capturadas del visor 'SITEbro' de la Confederación, se representa el mapa de calados de la avenida de 500 años sobre la ortofoto del año 2013 y sobre el Modelo Digital del Terreno utilizado para el Estudio del SNCZI.

En la figura 1 se observa como en el año 2013 el Sector estaba en obras; mientras que en la figura 2 se comprueba que el MDT (en gris) no concuerda con la nueva orografía del Sector.



Figura 1: T500 sobre ortofoto 2013

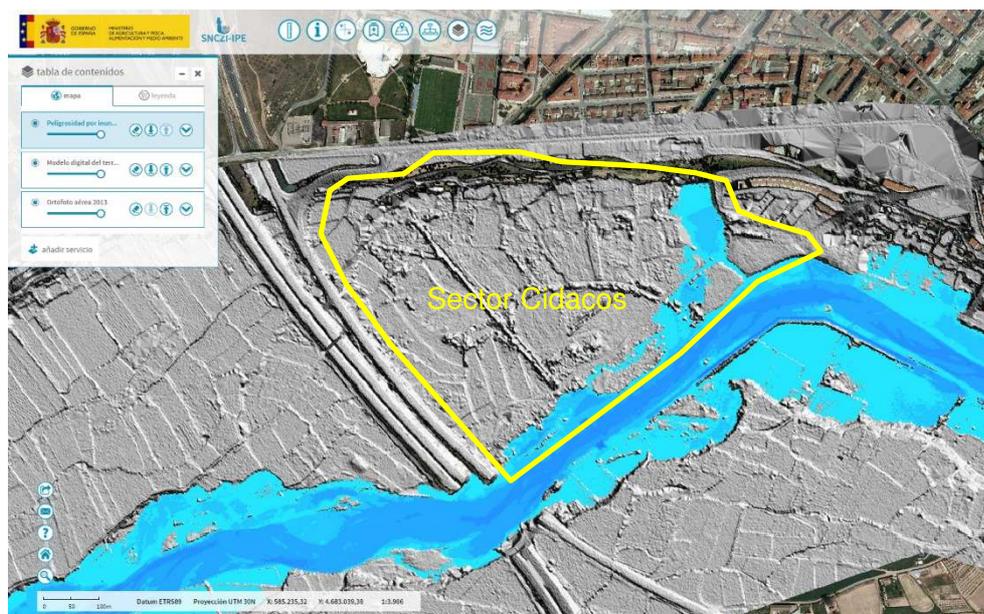


Figura 2: T500 sobre Modelo Digital del Terreno

El estado actual del Sector se puede apreciar con mayor detalle en los planos sobre ortofoto que se adjuntan al final del presente documento, junto con las líneas de inundación y el mapa de calados obtenidos del estudio del SNCZI. Esta información se puede consultar tanto en el visor web del SNCZI (<http://sig.mapama.es/snczi/visor.html>) como en el visor de la Confederación Hidrográfica del Ebro: (<http://iber.chebro.es/SitEbro/sitebro.aspx>)

#### 6.4.2.- ESTADO DEFINITIVO DEL SECTOR S-2 CIDACOS

Para demostrar que una vez que el Sector S-2 Cidacos se encuentre desarrollado la afección por inundabilidad desaparece, tal y como se indica en el Estudio de Inundabilidad del PGM de Calahorra, se han incluido al final del presente documento los planos del Estudio de detalle aprobado para el Sector S-2 Cidacos.

En el plano de Zonificación y usos pormenorizados se ha superpuesto la zona inundable de la avenida de 500 años para delimitar la afección que sufriría la urbanización según el Estudio del SNCZI.

Para demostrar que dicha afección no existe si el Sector se desarrolla como está previsto en su Estudio de detalle se incluye el plano de Alineaciones y rasantes de los viales, donde se indica la cota definitiva de la urbanización en varios puntos identificados con sus coordenadas UTM.

A lo largo de la orilla izquierda se han señalado en este mismo plano una serie de puntos, indicando sus coordenadas UTM y la cota de la lámina de agua para la avenida de 500 años, de forma que se demuestra por comparación con las cotas de los viales, que la urbanización está por encima de la avenida de 500 años y por tanto no hay afección por inundabilidad.

Dado que la cota de la avenida de 500 años en los puntos señalados en la orilla izquierda no se puede consultar directamente, se ha obtenido a partir de los datos del Estudio del SNCZI como la suma de la cota del terreno obtenida del MDT y el calado de T-500 años. Esta operación se puede hacer consultando directamente la información disponible en los visores geográficos indicados anteriormente.

## 6.5 Zona de Flujo Preferente

Siguiendo lo establecido en el Artículo 9, del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, el estudio de 2013 incluye el cálculo de la Zona de Flujo Preferente. El Artículo 9, establece en el apartado 2 lo siguiente:

*"2. Sin perjuicio de la modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el artículo 6.2 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, la zona de policía podrá ampliarse, si ello fuese necesario, para incluir la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo, al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas, y reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas por el organismo de cuenca aquellas actividades no vulnerables frente a avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dichas zonas, en los términos previstos en los artículos 9 bis, 9 ter y 9 quater.*

*La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, 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.*

*A los efectos de la aplicación de la definición anterior, 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 m<sup>2</sup>/s.*

*Se entiende por vía de intenso desagüe 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.*

*En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río."*

Como ya se ha citado en apartados anteriores, en la Comunidad Autónoma de La Rioja, la línea utilizada para delimitar los usos urbanísticos admitidos en zona inundable es la envolvente exterior de la T-100, la T-500 en su isobata de 0,40 m y la T-500 en su isolínea de 1 m/s"

No obstante, en el presente estudio se ha tenido en cuenta la zona de flujo preferente, incluyéndola en el plano nº 5 – Limitaciones urbanísticas, a modo comparativo con la línea determinada por las recomendaciones técnicas de la LOTUR 5/2006.

## **6.6 Línea de limitaciones urbanísticas**

La línea de limitaciones urbanísticas obtenida a partir de los datos del estudio de 2013 y que ha sido considerada para la redacción de la Revisión del Plan General Municipal de Calahorra se muestra en el plano nº 5, junto con la zona de flujo preferente y las zonas de riesgo producidas por la rotura de las Presas de "La Estanca del Perdiguero" y el "Embalse de Ecniso", a modo comparativo.

Analizando los resultados se pueden obtener las siguientes conclusiones referentes a la línea de limitaciones urbanísticas:

- Es más restrictiva que la Zona de Flujo Preferente (ZFP), como era de esperar, puesto que se calcula con la avenida de T500, mientras que la ZFP se calcula con la avenida de T100.
- En zonas donde existe circulación del flujo, la línea de limitaciones urbanísticas es muy similar a la avenida de T100. El criterio de velocidad tiene más peso que el de calado.
- En zonas de escasa velocidad, la línea de limitaciones urbanísticas es prácticamente la de la avenida de T500. El criterio de calado predomina sobre el de velocidad.
- El Sector Cidacos que está urbanizado parcialmente y se mantiene en la Revisión del Plan General Municipal, siendo el más cercano al río, respeta la línea de limitaciones urbanísticas, por lo que puede mantenerse la ordenación prevista y desarrollarse completamente.
- La inclusión de las afecciones producidas por la rotura de las Presas de La Estanca del Perdiguero y de Enciso, genera nuevas afecciones al territorio en materia de inundabilidad que no habían sido consideradas hasta el momento, pero no modifican la ordenación prevista.

## **7.- ASPECTOS A RECOGER POR LA REVISIÓN DEL PLAN**

La Revisión del Plan General Municipal de Calahorra debe recoger tanto los aspectos indicados en el Informe del avance emitido por la Confederación Hidrográfica del Ebro, como lo dispuesto en la LOTUR 5/2006 y el Documento de Recomendaciones Técnicas para aplicación de dicha Ley.

### **7.1 Consideraciones del Informe de la Confederación Hidrográfica del Ebro**

En lo que respecta a las afecciones al Dominio Público Hidráulico y el régimen de las corrientes, el Informe dicta que deberá tenerse en cuenta lo siguiente

#### 7.1.1 CON CARÁCTER GENERAL

Los planos de ordenación incluirán la delimitación del dominio público hidráulico de los cauces que atraviesan o lindan con las zonas de desarrollo, según los criterios recogidos en los artículos 4 y 240 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Los cauces públicos que no discurran o lindan con las zonas de desarrollo, deberán estar incluidos en el suelo no urbanizable, considerándose preciso incluir en la categoría de

**Estudio de Inundabilidad**

*Suelo No Urbanizable de Especial Cauces. Márgenes y Sotos* tanto el dominio público hidráulico como la zona de policía de ambas márgenes.

Los terrenos situados en las márgenes de los cauces públicos están sometidos a unas zonas de servidumbre y policía, con unas anchuras de 5 m y 100 m respectivamente, medidas a partir de los límites del dominio público hidráulico.

La zona de servidumbre debe quedar, con carácter general y salvo causa justificada, expedita de cualquier construcción que impida los usos definidos para la misma, entre los que se encuentran el paso público peatonal o para el desarrollo de determinados servicios.

En la zona de policía las actuaciones que se propongan no deberán suponer con carácter general afección al régimen de las corrientes, ni a la zona de flujo preferente definida en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (artículo 9, 9 bis, 9 ter y 9 quáter). Son autorizables en zona de flujo preferente actuaciones que no supongan una alteración significativa del relieve, tales como usos agrícolas, zonas verdes, zonas deportivas y otros espacios libres. En la zona inundable fuera de la zona de flujo preferente, tanto dentro como fuera de la zona de policía, que debería cumplir, entre otras, labores de retención o alivio de los flujos de agua y carga sólida transportada durante las avenidas o de resguardo contra la erosión, se atenderá a lo previsto al respecto en la legislación de Protección Civil.

En lo que respecta a todos los canales, acequias y balsas que se localicen en el término municipal de Calahorra, se recuerda al Ayuntamiento que en caso de realizar algún tipo de actuación en las zonas colindantes a estas infraestructuras se deberá disponer de informe favorable o autorización del titular de las mismas, por si dichos terrenos estuviesen sujetos a algún tipo de limitación en cuanto a usos.

El Plan General Municipal deberá ser objeto de informe por parte de este Organismo de cuenca según lo dispuesto en el artículo 25.4 del Texto Refundido de la Ley de Aguas.

### 7.1.2 CON CARÁCTER PARTICULAR

En el caso de los suelos destinados a Espacios Libres Públicos correspondientes a terrenos pertenecientes al dominio público hidráulico del río Cidacos señalar que teniendo en cuenta el propio carácter de espacio libre, para el que han sido definidos, estos suelos serán susceptibles de ser informados favorablemente siempre que su desarrollo se base en criterios de mínima intervención y de protección del dominio público hidráulico.

Los bienes de dominio público son inalienables, inembargables e imprescriptibles, siendo pertenecientes al demanio natural del Estado (que en ningún caso podrán ser incluidos como superficie para calcular aprovechamientos, ni estar inscritos a favor de Ayuntamientos...)

## **7.2 Consideraciones de la LOTUR 5/2006**

El principal aspecto a tener en cuenta en la Revisión del Plan General Municipal de Calahorra en lo referente a la inundabilidad, es la determinación de las clases de suelo en base a la línea de limitaciones urbanísticas que determina el Documento de Recomendaciones Técnicas para la aplicación de la LOTUR 5/2006.

**Estudio de Inundabilidad**

### 7.2.1 LIMITACIONES EN SUELO URBANO

#### En la avenida con periodo de retorno de 100 años (T-100)

En las zonas afectadas por el riesgo de inundación de acuerdo con la avenida con periodo de retorno de 100 años (T-100) definida en el Estudio de Inundabilidad se deben prohibir usos que comporten edificaciones (excepto depuradoras con medidas de drenaje, defensa y protección) o instalaciones que alteren el flujo de las aguas.

#### Entre la avenida de 100 años y la línea de limitaciones urbanísticas

En las zonas afectadas por el riesgo de inundación comprendidas entre el límite de la avenida de inundación con periodo de retorno de 100 años (T-100) y el límite de la avenida con periodo de retorno de 500 años (T-500), con calados indefinidos o que superen los 0'4 m. de altura o velocidades indefinidas o superiores a 1 m/s. se deben evitar usos que comporten edificaciones (excepto depuradoras con medidas de drenaje, defensa y protección) o instalaciones que alteren el flujo de las aguas.

No obstante pueden permitirse edificaciones o instalaciones siempre y cuando se cumplan las siguientes especificidades:

1. Anteriormente al proceso de elaboración del Plan General Municipal se encontraban en situación de urbanos.
2. Los usos se deben desarrollar a una cota tal que queden exentos de los riesgos de inundación.
3. No son permisibles usos sanitarios, sociales, educativos, de seguridad pública, de protección civil o servicios públicos similares o afines.
4. Se tendrá en cuenta la situación de riesgo existente y que las nuevas construcciones no incrementen el riesgo, ni en el propio sitio ni en el entorno.
5. Las nuevas construcciones se realizan con medidas adecuadas ante la inundabilidad.

#### En las avenidas con periodos de retorno de 100 o 500 años (T-100 o T-500)

Junto a lo indicado en los apartados anteriores del ámbito de los suelos urbanos en las zonas afectadas por el riesgo de inundación en avenidas con periodo de retorno de 100 o 500 años:

1. En licencias, escrituras de transmisión (compraventa, cesiones, etc.), instrumentos de gestión (reparcelaciones, convenios, etc.) y documentos y proyectos de ordenación o urbanizaciones debe figurar el riesgo de inundabilidad como afección a ese espacio.
2. Ficha de afección ZI "Zona inundable" en la que deberán figurar las condiciones vinculadas a zona inundable y a la que se remitan todos los ámbitos afectados por inundabilidad. Estas condiciones deberán reflejarse en las fichas de ordenación correspondientes.
3. Plano a escala útil urbanísticamente en el que figure la afección de inundabilidad y la previsión de usos.
4. Prohibición de construcción de sótanos.

### 7.2.2 LIMITACIONES EN SUELO NO URBANIZABLE

Se clasificarán como suelos no urbanizables de categoría especial las zonas afectadas por el riesgo de inundación de acuerdo con la avenida con periodo de retorno de 500 años (T-500) definida en el Estudio de Inundabilidad, que anteriormente al proceso de elaboración del P.G.M. no se encontraban en situación de urbanos o urbanizables.

**Estudio de Inundabilidad**

En las zonas afectadas por el riesgo de inundación en avenidas con periodo de retorno de 500 años:

1. En licencias, escrituras de transmisión (compraventa, cesiones, etc.), instrumentos de gestión (reparcelaciones, convenios, etc.) y documentos y proyectos de ordenación o urbanizaciones debe figurar el riesgo de inundabilidad como afección a ese espacio.
2. Fichas de ordenación: incorporación de condiciones vinculadas a zona inundable.

### 7.2.3 LIMITACIONES EN SUELO URBANIZABLE

#### En la avenida con periodo de retorno de 100 años (T-100)

En las zonas afectadas por el riesgo de inundación de acuerdo con la avenida con periodo de retorno de 100 años (T-100) definida en el Estudio de Inundabilidad se deben prohibir usos que comporten edificaciones (excepto depuradoras con medidas de drenaje, defensa y protección) o instalaciones que alteren el flujo de las aguas.

#### Entre la avenida de 100 años y la línea de limitaciones urbanísticas

En las zonas afectadas por el riesgo de inundación comprendidas entre el límite de la avenida de inundación con periodo de retorno de 100 años (T-100) y el límite de la avenida con periodo de retorno de 500 años (T-500), con calados indefinidos o que superen los 0'4 m. de altura o velocidades indefinidas o superiores a 1 m/s que anteriormente al proceso de elaboración del P.G.M. se encontraban en situación de urbanizable delimitado se deben prohibir usos que comporten edificaciones (excepto depuradoras con medidas de drenaje, defensa y protección) o instalaciones que alteren el flujo de las aguas.

#### En las avenidas con periodos de retorno de 100 o 500 años (T-100 o T-500)

Junto a lo indicado en los apartados anteriores del ámbito de los suelos urbanos en las zonas afectadas por el riesgo de inundación en avenidas con periodo de retorno de 100 o 500 años:

1. En licencias, escrituras de transmisión (compraventa, cesiones, etc.), instrumentos de gestión (reparcelaciones, convenios, etc.) y documentos y proyectos de ordenación o urbanizaciones debe figurar el riesgo de inundabilidad como afección a ese espacio.
2. Ficha de afección ZI "Zona inundable" en la que deberán figurar las condiciones vinculadas a zona inundable y a la que se remitan todos los ámbitos afectados por inundabilidad. Estas condiciones deberán reflejarse en las fichas de ordenación correspondientes.
3. Plano a escala útil urbanísticamente en el que figure la afección de inundabilidad y la previsión de usos.
4. Prohibición de construcción de sótanos.

## **8.- CONCLUSIONES**

El presente estudio de inundabilidad asume los resultados del estudio de detalle realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro en 2013 para la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación, tras haberse comprobado que dicho estudio es de máxima actualidad y fiabilidad en todos los aspectos.

Igualmente se asumen los resultados de la simulación hidráulica de rotura de la Presa incluida en el Plan de Emergencia de la "Balsa La Estanca del Perdiguero" y el "Embalse de Enciso".

Se han determinado las líneas de inundación de los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, así como la línea de limitaciones urbanísticas, cumpliendo con lo indicado en Informe del avance del PGM de la CHE y en el Documento de Recomendaciones Técnicas para la aplicación de la LOTUR 5/2006.

Dichas líneas se han utilizado en la Revisión del Plan General Municipal de Calahorra para la determinación de las afecciones y la clasificación de los suelos según los criterios expuestos.

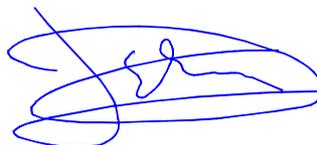
En el análisis de los resultados realizado se ha comprobado que las afecciones por inundabilidad no afectan a las viviendas existentes del casco urbano, ni a las futuras del Sector S-2 "Cidacos". La inundabilidad afecta principalmente a suelos forestales y agrarios de la vega del río Cidacos, así como a algunas edificaciones dispersas (naves, almacenes, casillas y alguna industria) existentes en dichos suelos.

Destaca como punto de especial importancia la afección a la EDAR de Calahorra, debido a su ubicación en la zona baja y de confluencia con el río Ebro. Dicha ubicación es la habitual en este tipo de infraestructuras, como queda reflejado en la propia LOTUR 5/2006 al ser el único uso permitido en zona inundable por la avenida de 100 años. Para evitar la afección sería necesario acometer costosas obras de defensa y protección.

También destaca la inclusión de nuevas zonas afectadas por la inundabilidad generadas por la rotura de la presa de la Balsa de "La Estanca del Perdiguero" y del "Embalse de Enciso", que deberán tenerse en cuenta en el correspondiente Plan de Protección Civil.

Tras todo lo expuesto anteriormente, se puede concluir que la Revisión del Plan General Municipal de Calahorra ha tenido en cuenta todos los aspectos requeridos por la Confederación Hidrográfica del Ebro y la LOTUR 5/2006 y que los desarrollos previstos son totalmente compatibles con las afecciones por inundabilidad.

Calahorra, diciembre 2020.



Fdo.: Luis Turiel Díaz.  
Arquitecto Director del Equipo

Fdo.: Joaquín Salanueva Etayo.  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos

**APENDICE N° 1: MEMORIA RESUMEN DE LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO DE INUNDACIÓN ELABORADOS PARA EL SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFIA DE ZONAS INUNDABLES EN 2013.**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO



SISTEMA NACIONAL DE  
CARTOGRAFÍA DE  
ZONAS INUNDABLES

# SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



## MEMORIA RESUMEN DE LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO DE INUNDACIÓN

DICIEMBRE 2013

En UTE:



## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.- ÁMBITO TERRITORIAL .....</b>	<b>4</b>
<b>3.- MAPAS DE PELIGROSIDAD .....</b>	<b>7</b>
3.1.- GENERACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA .....	7
3.2.- HIDROLOGÍA .....	11
3.3.- HIDRÁULICA .....	14
3.3.1.- MODELO HIDRÁULICO UNIDIMENSIONAL.....	16
3.3.2.- MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL .....	17
3.3.3.- CALIBRACIÓN .....	19
3.4.- GEOMORFOLOGÍA.....	21
3.5.- INFORMACIÓN GRÁFICA .....	27
<b>4.- MAPAS DE RIESGO .....</b>	<b>29</b>
4.1.- ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN AFECTADA .....	29
4.2.- ESTIMACIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA AFECTADA.....	31
4.3.- ESTIMACIÓN DE LOS DAÑOS MEDIOAMBIENTALES.....	36
4.4.- INFORMACIÓN GRÁFICA .....	38

## FIGURAS

Figura 1.- Tramos de cauce para los que se han elaborado los Mapas de Peligrosidad y los Mapas de Riesgo. En rojo tramos de Riesgo A1 Alto Significativo, en naranja Riesgo A2 Alto Importante, en marrón tramos de conexión.....	6
Figura 2.- Productos LIDAR generados para modelo del río Jerea en Cadiñanos (Burgos) .....	8
Figura 3.-A la izquierda, la ortofoto del PNOA de máxima actualidad en el entorno de Fraga (Huesca) y a la derecha, el fotograma del vuelo del 56 georreferenciado para la misma zona. ....	9
Figura 4.- Croquis del puente colgante de Amposta.....	10
Figura 5.- Distribución espacial del coeficiente de rugosidad de Manning a partir la cartografía de usos del suelo del SIOSE y su revisión con la ortofoto PNOA de Máxima Actualidad (imagen correspondiente al entorno de Fraga, Huesca).....	10
Figura 6.- Consultas de caudales en CAUMAX para cuencas superiores a 50 Km <sup>2</sup> (método de ajuste foronómico) y para cuencas inferiores a 50 Km <sup>2</sup> (método racional modificado).....	11
Figura 7.- Umbral de escorrentía (P <sub>0</sub> ) en condiciones medias de humedad y características agrológicas (R).....	12
Figura 8.- Ejemplo de estudio hidrológico de detalle para la cuenca del Noguera Pallaresa .....	13
Figura 9.- Visión en 3D de la desembocadura de un cauce de pequeña entidad con líneas de rotura en la base del lecho. ....	18

Figura 10.- Distribución de velocidades en la entrada del modelo. Se aprecia la distribución del flujo desde la zona de entrada por la llanura de inundación. Estos valores no pueden considerarse válidos. ....19

Figura 11.- Arriba: marcas de humedad en las escuelas de Sádaba tras la avenida de octubre de 2012. Abajo: extensión de la lámina de agua obtenida a partir del modelo hidráulico para un caudal equivalente. ....20

Figura 12.- Ejemplo de evolución geomorfológica: Río Ebro al sur del casco urbano de Pina de Ebro .25

Figura 13.- Representación de una de las tendencias que pueden darse en la diferenciación de las opciones de DPHP, desde la década de los 50, arriba, hasta la actualidad, abajo. Fuente. Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. ....26

Figura 14.- Ejemplo de definición geomorfológica del DPHP: río Gállego en Zuera (Zaragoza): tramo afectado por presiones Urbanísticas y labores extractivas.....27

Figura 15.- Distribución de calados para una avenida de 500 años de periodo de retorno en el tramo medio del Ebro. ....28

Figura 16.- Mapa de densidad de población empleado para la estimación de la población afectada. ....30

Figura 17.- Mapa de actividades económicas sin y con aportación de capa BTN-25 .....33

Figura 18.- Mapa de actividades económicas final. Zaragoza.....34

Figura 19.- Mapa de actividades económicas clasificada según valor económico. Zaragoza. (€/m2)....36

Figura 20.- Imagen del SITEbro .....39

## 1.- INTRODUCCIÓN

Las inundaciones en España constituyen el riesgo natural que, a lo largo del tiempo, ha producido los mayores daños, tanto materiales como en pérdida de vidas humanas. Por otra parte, y desde un punto de vista legal, la seguridad de las personas y bienes frente a las inundaciones está recogida en textos fundamentales, como son tanto el Texto Refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, como la Ley 10/2001 de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, modificada por la Ley 11/2005, de 22 de junio.

Anteriormente más atrás en el tiempo, la Ley 2/1985, de 21 de enero, de Protección Civil, desarrollada mediante la Norma Básica de Protección Civil, aprobada por el Real Decreto 407/1992 de 24 de abril, incluye, entre los planes especiales de protección civil a elaborar por la Administración General del Estado y por las Comunidades Autónomas, los correspondientes al riesgo por inundación. En el marco de esta legislación destaca la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones, aprobada por acuerdo de Consejo de Ministros de 9 de diciembre de 1994, la cual establece el marco sobre el que se han desarrollado los planes especiales de protección civil ante el riesgo de inundaciones y que puede considerarse como la primera disposición que relaciona expresamente el nivel de riesgo de inundación del territorio con la planificación territorial y los usos del suelo.

El Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Suelo, establece en su articulado la necesidad de incluir en los instrumentos de ordenación territorial mapas de riesgos naturales y de la realización de informes de las administraciones hidrológicas en relación con la protección del dominio público hidráulico.

En el ámbito europeo, la 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 (Directiva Marco del Agua), incorporada a nuestro ordenamiento jurídico mediante el artículo 129 de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social, incluye entre sus objetivos que el marco para la protección de las aguas debe contribuir a paliar los efectos de las inundaciones y sequías. Su transposición al derecho español se realizó a través del Texto refundido de la Ley de Aguas.

La Directiva 2007/60/CE de "Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundación", que entró en vigor el 26 de noviembre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación (Directiva 2007/60/CE), obliga a los Estados Miembros, en su Capítulo II, a la realización de una Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (en adelante EPRI), en todo el ámbito territorial de la demarcación, según la cual se deben identificar las zonas en las que exista un riesgo potencial significativo de inundación.

En cumplimiento del artículo 7 del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que traspone la Directiva 2007/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo,

de 23 de octubre de 2007, y tras el preceptivo periodo de consulta pública, la Confederación Hidrográfica del Ebro aprobó la EPRI en la demarcación del Ebro. En esta primera fase de los trabajos, se identifican mediante análisis histórico, hidráulico, geomorfológico, etc. las Áreas de Riesgo Potencial Significativo por Inundación (ARPSIs) dentro del ámbito referido. Estas áreas engloban la mayor parte del riesgo potencial del territorio asociado a los episodios de inundación con origen fluvial, tanto en lo relativo a posibles pérdidas de vidas humanas como en lo referente a daños económicos y a la afección al medio ambiente. En una segunda fase se elaboran los mapas de peligrosidad y riesgo, que son los que se desarrollan en este trabajo.

De acuerdo con la Directiva 2007/60/CE, para cada una de las ARPSIs identificadas debe realizarse un plan de gestión del riesgo (antes del 22 de diciembre de 2015) basado en la elaboración de mapas de peligrosidad y de riesgo. Esta es la tercera fase contemplada en la citada Directiva.

Como consecuencia de lo anterior, la Confederación Hidrográfica del Ebro, en colaboración con los órganos correspondientes de las CCAA afectadas, ha elaborado los citados mapas de peligrosidad y riesgo, que se presentan mediante este documento y se someten a consulta pública.

Los mapas de peligrosidad comprenden la delimitación gráfica de la superficie anegada por las aguas para la ocurrencia de avenidas con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, valores que se han convenido como referencia para los eventos de alta, media y baja probabilidad, respectivamente (en aplicación del artículo 8.1 del Real Decreto 903/2011). Esta información, acompañada de la estimación de las variables que caracterizan el efecto potencial adverso de las crecidas, permite establecer el grado de exposición al fenómeno de las distintas partes del territorio. Adicionalmente y en cumplimiento de Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, los mapas de peligrosidad incluyen también tanto la delimitación de la Zona de Flujo Preferente como la definición del Dominio Público Hidráulico estimado.

Adicionalmente, al cruzar la información anterior con la relativa a la vulnerabilidad del territorio en lo relativo a la salud humana, el medio ambiente y la actividad económica, se llega a determinar el riesgo por inundación y a elaborar los mapas asociados, que son los que deben servir de punto de partida para la posterior redacción de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación.

Los **mapas de peligrosidad** que se han elaborado incluyen las láminas de inundación en los siguientes escenarios:

- a) Alta probabilidad de inundación (periodo de retorno mayor o igual a 10 años).
- b) Probabilidad media de inundación (periodo de retorno mayor o igual a 100 años).
- c) Baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (periodo de retorno igual a 500 años).

Adicionalmente, en los mapas de peligrosidad se representa la delimitación del Dominio Público Hidráulico estimado, de las zonas de servidumbre y policía que se le asocian, así como la zona de flujo preferente.

Por su parte, los **mapas de riesgo** incluyen:

- a) Número indicativo de habitantes que pueden verse afectados.
- b) Tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada.
- c) Instalaciones industriales a que se refiere el anejo I de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrado de la Contaminación que puedan ocasionar contaminación accidental en caso de inundación así como las estaciones depuradoras de aguas residuales.
- d) Zonas protegidas para la captación de aguas destinadas al consumo humano, masas de agua de uso recreativo y zonas para la protección de hábitats o especies que pueden resultar afectadas.

En conjunto, los mapas de peligrosidad y riesgo aquí presentados, al proporcionar una visión realista y precisa del problema, constituyen un instrumento eficaz para la gestión futura del riesgo de inundación asociado a las zonas más problemáticas del territorio, asegurando un eficiente empleo de los recursos económicos disponibles para la mitigación de los daños potenciales y una compatibilización más sostenible de las necesidades de desarrollo de la sociedad con los riesgos naturales del medio físico ocupado.

## 2.- ÁMBITO TERRITORIAL

El ámbito territorial es la Demarcación Hidrográfica del Ebro, que comprende el territorio español de la cuenca hidrográfica del río Ebro y sus aguas de transición, de la cuenca hidrográfica del río Garona y de las demás cuencas hidrográficas que vierten al océano Atlántico a través de la frontera con Francia (excepto las de los ríos Nive y Nivelle), además la cuenca endorreica de la Laguna de Gallocanta. Las aguas costeras tienen como límite sur la línea con orientación 122,5° que pasa por el extremo meridional de la playa de Alcanar y como límite norte la línea con orientación 90.º que pasa por el Cabo de Roig. Cuenta con una extensión de 85.534.2 km<sup>2</sup> en territorio español, que comparten nueve comunidades autónomas: Aragón, Cantabria, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, La Rioja, Navarra, País Vasco y Valencia. La pueblan unos tres millones de habitantes, de los que el 50% se encuentran en tan sólo nueve núcleos de población, entre los que destaca Zaragoza con la cuarta parte de la población de la demarcación. Fuera de estos ámbitos urbanos la población es escasa, de forma que casi el 40% del territorio se encuentra en el umbral de la despoblación, por debajo de 5 hab./km<sup>2</sup>. Dentro del ámbito de estudio se identificaron 46 ARPSIs en el marco de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación:

Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación			
01	HIJAR-EBRO	24	ÉSERA
02	ALTO EBRO	25	ALTO SEGRE
03	EBRO-LOGROÑO-CASTEJÓN	26	BAJO SEGRE
04	MEDIO EBRO	27	NOGUERA RIBAGORZANA
05	BAJO EBRO	28	NOGUERA PALLARESA
06	NELA-TREMA-TRUEBA-JEREA	29	GARONA
07	BAIAS	30	RUDRÓN
08	ZADORRA-AYUDA	31	OCA-HOMINO
09	EGA	32	ORONCILLO
10	ARAKIL	33	OJA
11	ALTO ARGÁ	34	BAJO NAJERILLA

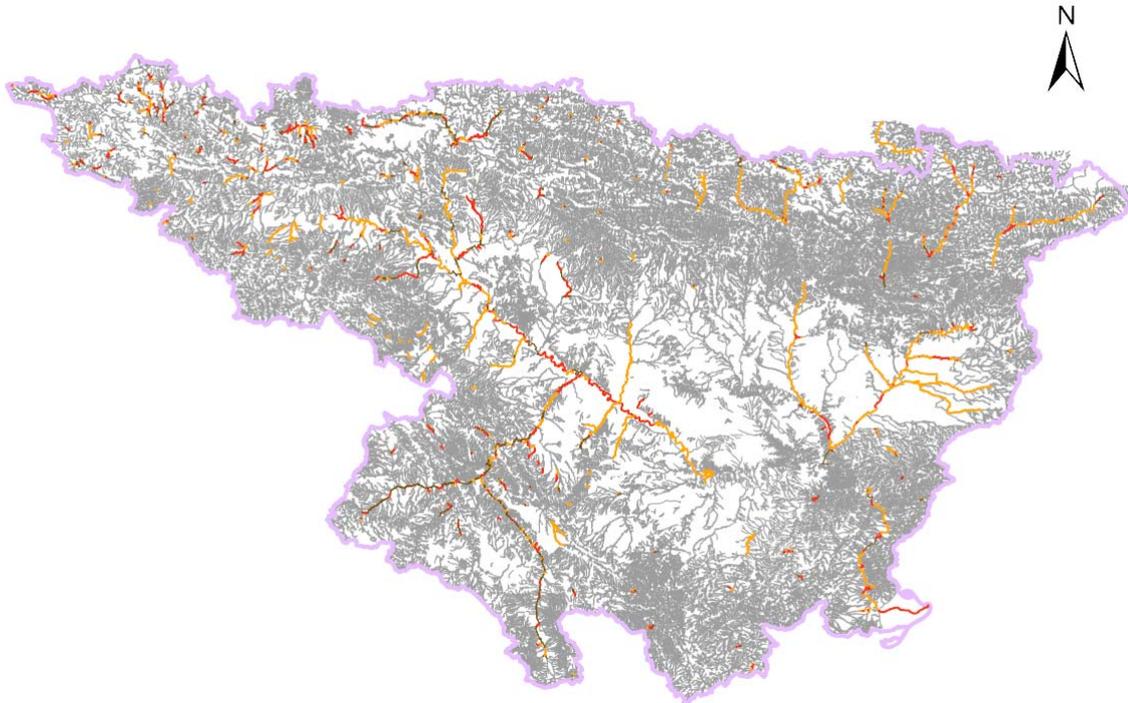
Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación			
12	BAJO ARGÁ	35	CIDACOS
13	ARAGÓN-ARAGÓN SUBORDAN	36	LINARES-ALHAMA-AÑAMAZA
14	BAJO ARAGÓN	37	QUEILES
15	ESCÁ-VERAL	38	HUECHA
16	IRATI-SALAZAR	39	ALTO JALÓN
17	ZIDACOS	40	BAJO JALÓN
18	ONSELLA	41	JILOCA
19	ARBA	42	HUERVA
20	ALTO GÁLLEGO	43	AGUAS VIVAS
21	BAJO GÁLLEGO	44	MARTÍN
22	ALCANADRE	45	GUADALOPE
23	CINCA	46	MATARRAÑA

Dentro de estas ARPSIs están englobados todos aquellos tramos que presentan un Riesgo A1 Alto Significativo de inundación. De todos ellos se han elaborado los mapas de peligrosidad y los mapas de riesgo para su posterior remisión a Europa.

Además existen una serie de tramos con Riesgo A2 Alto Importante (de acuerdo con la metodología seguida en la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación) en los que también se han realizado mapas de peligrosidad y riesgo para dar continuidad a los distintos tramos con riesgo A1.

Por último, a raíz de los distintos episodios de inundación acaecidos en otoño de 2012 y primavera de 2013, se han incluido distintos tramos en los que se han registrado daños y que no habían sido identificados previamente en la EPRI como de riesgo A1.

De esta forma se han elaborado los mapas de peligrosidad y los mapas de riesgo de 1.344 km de tramos de cauces con nivel de riesgo A1 Alto Significativo y se han realizado estudios en un total de 3347 km de cauces , tal y como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 1.- Tramos de cauce para los que se han elaborado los Mapas de Peligrosidad y los Mapas de Riesgo. En rojo tramos de Riesgo A1 Alto Significativo, en naranja Riesgo A2 Alto Importante, en marrón tramos de conexión**

### 3.- MAPAS DE PELIGROSIDAD

El segundo hito del proceso de implantación de la Directiva 2007/60 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación, es la elaboración para cada ARPSI de los mapas de peligrosidad de inundación de acuerdo con lo establecido en los artículos 8, 9 y 10 del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de los riesgos de inundación. Estos mapas de peligrosidad, complementan lo establecido en la legislación existente en materia de aguas, protección civil y ordenación del territorio sobre cartografía de zonas inundables y se podrán consultar en el visor cartográfico del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, así como en el SITebro (Sistema de Información Territorial del Ebro).

Los mapas de peligrosidad por inundación constituyen una herramienta eficaz de información y una base adecuada para el establecimiento de prioridades y la toma de decisiones adicionales de índole técnica, económica y política relativa a la gestión del riesgo de inundación.

Para la realización de estos mapas, se han acometido trabajos topográficos, hidrológicos, hidráulicos y geomorfológicos cuya descripción se presenta a continuación.

#### 3.1.- Generación de la cartografía

La información de partida para la elaboración de los mapas de peligrosidad es fundamentalmente la cartográfica en los tramos de estudio; en especial se requieren los siguientes elementos:

- El modelo digital del terreno (MDT) de cada tramo fluvial a estudiar y de su cuenca con la mejor resolución disponible.
- Ortofoto actual de la zona de estudio a la mejor resolución posible.
- Fotografías aéreas históricas georreferenciadas. Si bien existen otros vuelos históricos, en general el vuelo de referencia es el vuelo americano 1956-57.
- Croquis de las dimensiones y las cotas de los elementos o infraestructuras localizadas en la zona de estudio que pueden afectar a la inundabilidad, como puentes, motas, encauzamientos, azudes, etc.
- Información sobre elementos localizados aguas arriba y abajo del tramo de estudio que ayude a definir las condiciones de contorno o de borde de la simulación, como por ejemplo niveles de embalses, niveles de marea, azudes, puentes, etc.
- Información sobre usos del suelo para determinar las pérdidas de energía del agua.

Para la realización de los estudios geomorfológicos e hidráulicos es necesario disponer de una cartografía de precisión que represente fielmente la realidad del terreno en el tramo de estudio. Para ello, se ha utilizado un modelo digital del terreno generado mediante la tecnología LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging), el cual ha sido tratado para eliminar los valores correspondientes a elementos diferenciados del terreno: vegetación, puentes, etc.

Se han utilizado vuelos LIDAR de distintas procedencias, en su mayoría corresponden a los realizados por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), A pero también a las Comunidades Autónomas de Navarra, País Vasco y Cataluña, que los han puesto a disposición de los trabajos. La mayor parte del trabajo se ha realizado en ETRS89, basándose exclusivamente en vértices REGENTE de la Red Geodésica Nacional, con la única salvedad de los procedentes de la Generalitat de Cataluña, donde el sistema de referencia ha sido el ED1950. En todo el ámbito se ha dispuesto de una resolución cartográfica homogénea y alta (con una densidad media de 0,5 puntos referenciados por metro cuadrado), pudiéndose estimar la precisión en cota en 15 cm.

A partir de los vuelos se ha procedido a la elaboración de diferentes productos: el Modelo Digital de Superficies (MDS), el Modelo Digital de Intensidades (MDI) y diferentes Modelos Digitales del Terreno (MDT) en los que se eliminan los edificios, la vegetación y los puentes y otros en los que se modelizan los edificios. En la práctica totalidad del área se ha trabajado sobre malla 1x1 m<sup>2</sup> y en alguna zona ya estudiada se ha recurrido a un mallado 2x2 m<sup>2</sup>. En la documentación generada asociada a los mapas se indica tanto la procedencia de la cartografía como el tamaño de malla.

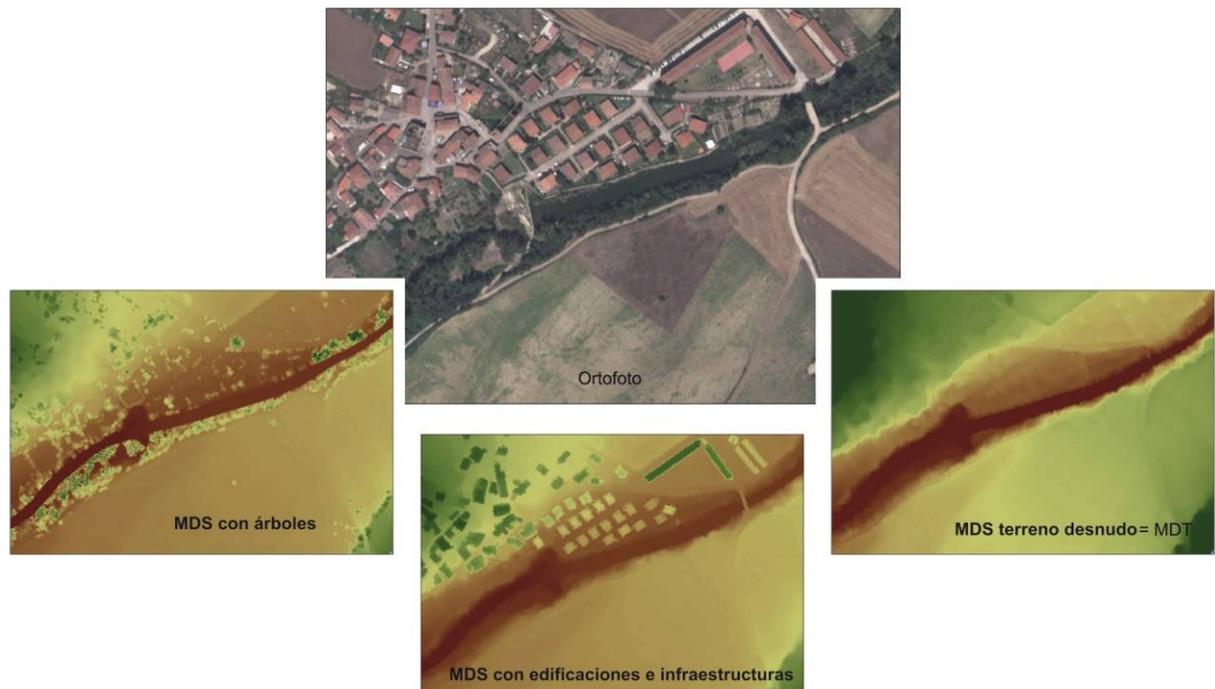


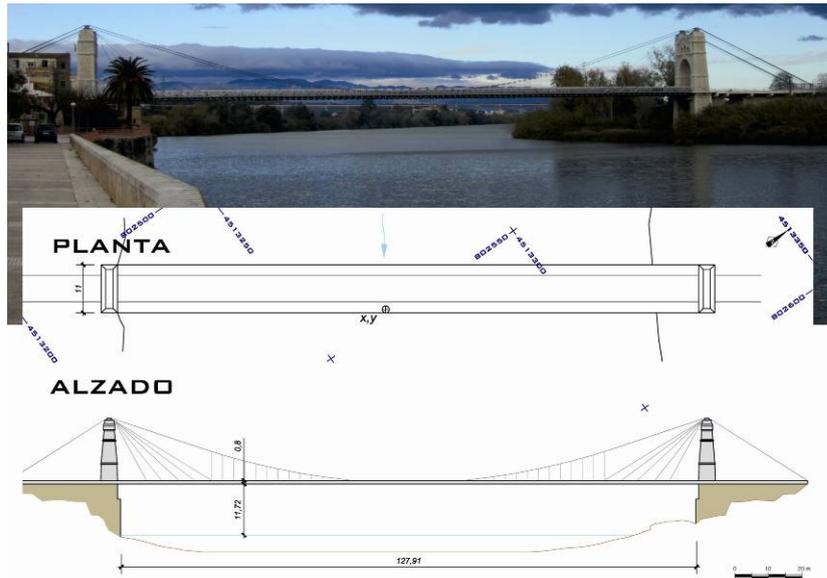
Figura 2.- Productos LIDAR generados para modelo del río Jerea en Cadiñanos (Burgos)

En cuanto a las ortofotos, se han utilizado las más recientes disponibles en el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), que es un proyecto de cooperación cofinanciado entre la Administración General del Estado (AGE) y las comunidades autónomas, enmarcado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) y coordinado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Como fotografías históricas se han utilizado y georreferenciado las correspondientes al vuelo americano de 1956-57.



**Figura 3.-A la izquierda, la ortofoto del PNOA de máxima actualidad en el entorno de Fraga (Huesca) y a la derecha, el fotograma del vuelo del 56 georreferenciado para la misma zona.**

Como complemento a la cartografía general anterior se han desarrollado trabajos batimétricos consistentes en la obtención del lecho y márgenes del cauce en determinadas secciones transversales. También se han identificado los elementos que afectan a la inundabilidad (puentes, motas, encauzamientos, azudes, etc.) y de cada uno de ellos, por topografía clásica, se ha elaborado un croquis con sus características geométricas y cotas.



**Figura 4.- Croquis del puente colgante de Amposta**

Para la definición de las pérdidas de carga en la modelación hidráulica se ha obtenido toda la información disponible sobre usos del suelo en cada tramo de estudio. Se ha utilizado el mapa del SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España), combinado con las ortofotos del PNOA en aquellas zonas donde ha sido preciso abordar alguna corrección de dicha base cartográfica.



**Figura 5.- Distribución espacial del coeficiente de rugosidad de Manning a partir la cartografía de usos del suelo del SIOSE y su revisión con la ortofoto PNOA de Máxima Actualidad (imagen correspondiente al entorno de Fraga, Huesca)**

### 3.2.- Hidrología

Desde el punto de vista hidrológico, los datos de caudales requeridos en cada tramo se refieren a la Máxima Crecida Ordinaria (MCO), de acuerdo con la definición establecida en el Artículo 4 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico según la modificación de Real Decreto 9/2008, así como a las crecidas correspondientes a periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, que, como se ha visto, caracterizan los eventos de alta, media y baja probabilidad, respectivamente.

Dentro del ámbito del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, encargó al CEDEX, mediante un Convenio de colaboración, la elaboración de un mapa de los caudales máximos asociados a distintas probabilidades de recurrencia en diferentes cuencas hidrográficas españolas. Este mapa ofrece datos de caudal para cada tramo en celdas de 500 m.

Este trabajo dio como resultado la aplicación CAUMAX, integrada en un sistema de información geográfica, en la que es posible consultar los caudales máximos instantáneos en régimen natural asociados a distintos periodos de retorno para los cauces con una cuenca superior a 50 km<sup>2</sup> y calcular estos caudales mediante el método racional modificado para cauces con cuencas inferiores a 50 km<sup>2</sup>.

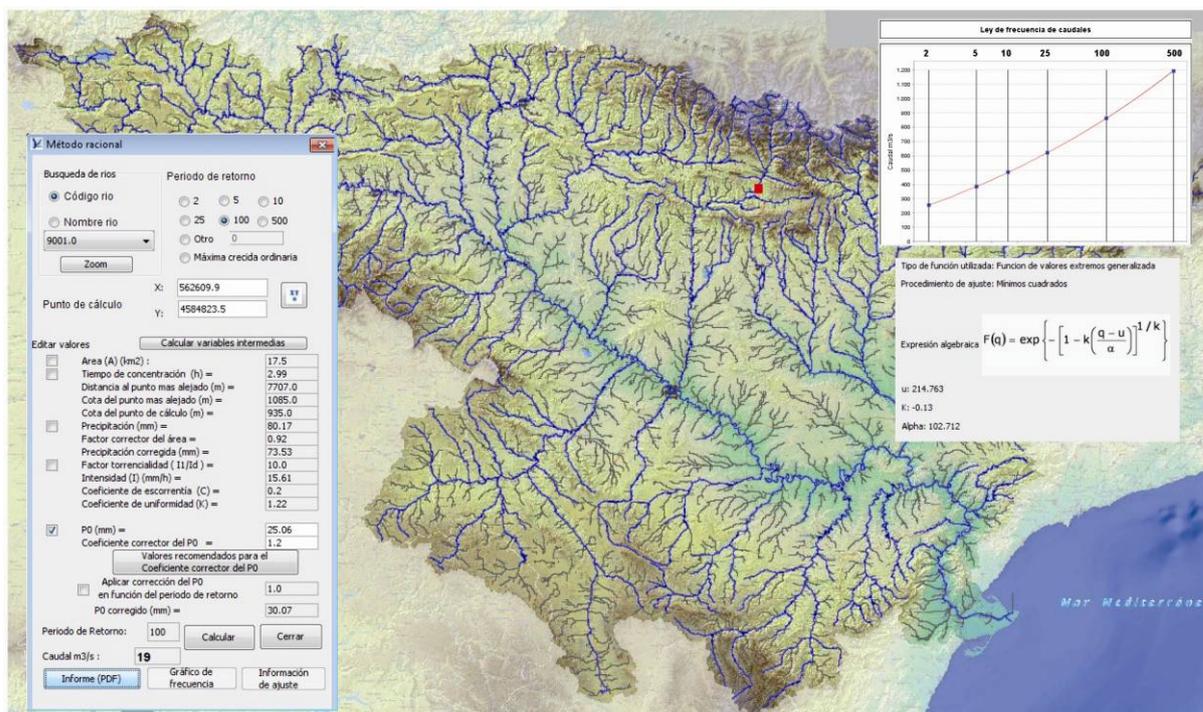


Figura 6.- Consultas de caudales en CAUMAX para cuencas superiores a 50 Km<sup>2</sup> (método de ajuste foronómico) y para cuencas inferiores a 50 Km<sup>2</sup> (método racional modificado)

Como es lógico, en el presente trabajo y como base de partida general se han utilizado los resultados proporcionados por CAUMAX, que corresponden al régimen natural en cuanto a régimen de caudales, esto es, sin tener en consideración las minoraciones en los caudales máximos que producen los embalses situados agua arriba de cada uno de los tramos estudiados.

Los resultados anteriores han sido contrastados con los derivados de otros trabajos, que ha producido excepciones al procedimiento general como las siguientes:

- En algún caso ha sido preciso trabajar sobre cuencas inferiores a 10 km<sup>2</sup>. Estas cuencas no están tratadas en CAUMAX, por lo que se han resuelto por aplicación directa del método racional. En estos casos se sigue la misma propuesta de modificación del método racional que aplica la herramienta, pero se emplean capas de cálculo con mayor detalle a nivel de cuenca, fundamentalmente la relativa al umbral de escorrentía donde se recurre a un paso de malla de 25 metros, frente a los 500 m de CAUMAX.

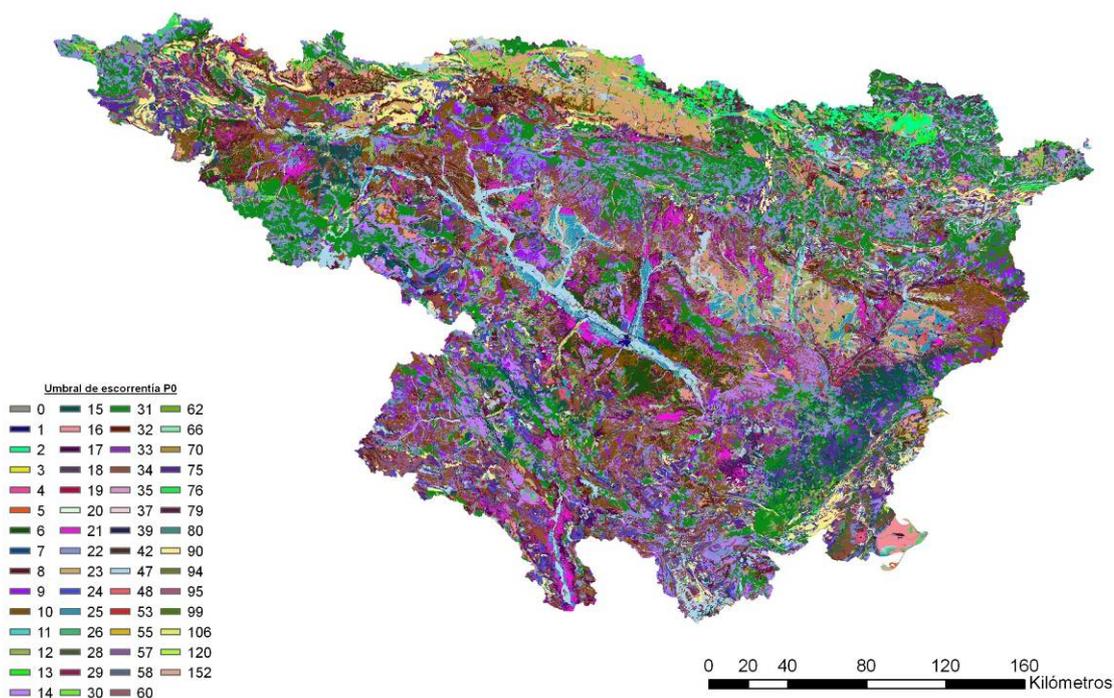


Figura 7.- Umbral de escorrentía ( $P_0$ ) en condiciones medias de humedad y características agrológicas (R ).

- En el tramo bajo del Ebro, la incidencia de las obras de regulación existentes en toda la cuenca es tan importante que la laminación de las avenidas es muy significativa. Ello ha hecho que en este tramo se haya trabajado con el régimen alterado, lo que reduce apreciablemente los caudales punta de cálculo respecto al régimen natural, asimilando el régimen de avenidas al que ahora se conoce.

- En algunas zonas existen trabajos distintos de CAUMAX que proporcionan mejores resultados que este. Se trata de estudios de detalle de un ámbito mucho más reducido y, por tanto, capaces de considerar las particularidades locales. En estos casos los resultados de la modelación hidráulica, se aproximan más a lo que indican las evidencias geomorfológicas, se han adoptado dichos caudales.

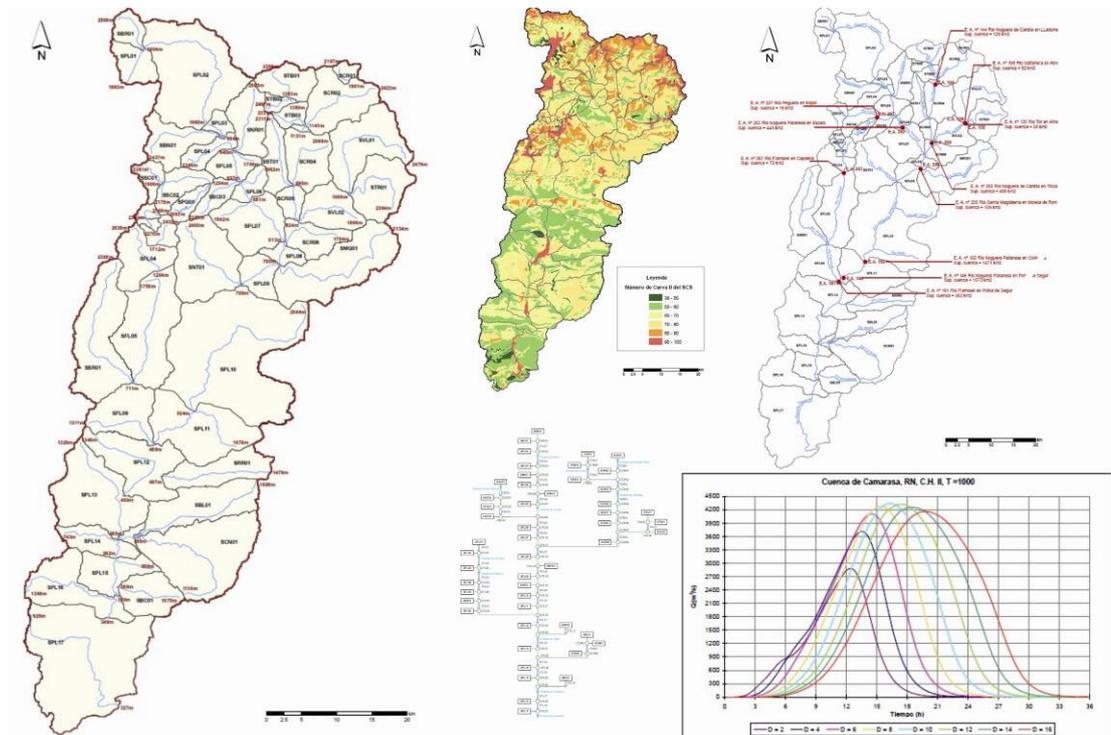


Figura 8.- Ejemplo de estudio hidrológico de detalle para la cuenca del Noguera Pallaresa

- Algunas CCAA han desarrollado también trabajos de ámbito general que cubren, cada uno de ellos, parcialmente la cuenca del Ebro y que, por su menor extensión territorial, pueden considerarse en principio como más ajustados al caso concreto. Los resultados de estos estudios han sido considerados y contrastados, en un proceso semejante al descrito en el párrafo anterior. También en este caso se ha optado por trabajar con los caudales que mejor representan las evidencias geomorfológicas, optando, en caso de duda, por los previamente utilizados.

El proceso anterior ha permitido mantener la coherencia territorial de los trabajos en todo el ámbito de la cuenca por una parte y, por otra, ha incorporado las singularidades locales cuando estas tienen incidencia práctica.

En cualquier caso, los valores de caudales finalmente adoptados y su procedencia han quedado reflejados en la documentación elaborada.

### 3.3.- Hidráulica

A la hora de abordar el estudio hidráulico se debe contar con una serie de datos básicos como la topografía, obtenida a partir de los modelos digitales del terreno ya comentados. En la modelación hidráulica de los tramos estudiados se ha utilizado el modelo digital del terreno sin edificios, que proporciona láminas de inundación continuas y permite aplicar la metodología para la obtención de los mapas de riesgo que se detallará más adelante. Sin embargo, en el caso de cauces de pequeña entidad y de carácter torrencial puede ser necesario tener en cuenta la desviación del flujo que pueden provocar los edificios. En estos casos se ha considerado dicho efecto mediante la introducción de muros (“obstrucciones” en el caso de los modelos unidimensionales) de poca altura que orienten el flujo de acuerdo a la realidad, pero que a su vez se vean desbordados para obtener una lámina de inundación continua.

La simulación hidráulica se ha llevado a cabo con caudales uniformes, ya que con un régimen permanente se obtienen resultados que quedan del lado de la seguridad.

Los coeficientes de rugosidad de Manning se han obtenido a partir de los usos del suelo del SIOSE de acuerdo con la siguiente tabla de equivalencias:

Cobertura simple	Etiqueta	Número de Manning propuesto
Arroz	CHA	0.040
Cultivos herbáceos distintos de arroz	CHL	0.040
Cítricos	LFC	0.060
Frutales no cítricos	LFN	0.060
Viñedo	LVI	0.050
Olivar	LOL	0.060
Otros cultivos leñosos	LOC	0.040
Prados	PRD	0.045

Cobertura simple	Etiqueta	Número de Manning propuesto
Pastizales	PST	0.045
Perennifolias	FDP	0.070
Caducifolias	FDC	0.070
Coníferas	CNF	0.070
Matorral	MTR	0.060
Playas, dunas y arenales	PDA	0.025
Ramblas	RMB	0.035
Roquedo	RQD	No existe
Acantilados marinos	ACM	0.025
Afloramientos rocosos y roquedos	ARR	0.035
Coladas lávicas cuaternarias	CLC	0.030
Canchales	CCH	0.035
Suelo desnudo	SDN	0.025
Zonas quemadas	ZQM	0.040
Glaciares y nieves permanentes	GNP	0.025
Edificación	EDF	Se propone distinguir entre 0,04 para el supuesto de modelización con edificios y 0,12 para modelización sin edificios
Zona verde artificial y arbolado urbano	ZAU	0.090
Lámina de agua artificial	LAA	0.015

Cobertura simple	Etiqueta	Número de Manning propuesto
Vial, aparcamiento, zona peatonal sin vegetación	VAP	0.040
Suelo no edificado	SNE	0.040
Otras construcciones	OCT	0.040
Zonas de extracción o vertido	ZEV	0.040
Zonas pantanosas	HPA	0.040
Turberas	HTU	0.040
Salinas continentales	HSA	0.040
Marismas	HMA	0.040
Salinas marinas	HSM	0.040
Cursos de agua	ACU	0.040
Lagos y lagunas	ALG	0.025
Embalses	AEM	0.025
Lagunas costeras	ALC	0.030
Estuarios	AES	0.030
Mares y océanos	AMO	0.025

### 3.3.1.- MODELO HIDRÁULICO UNIDIMENSIONAL.

En el caso de cauces relativamente encajados o cuando se ha querido contrastar y comparar estudios existentes se ha recurrido a modelos hidráulicos unidimensionales.

Como herramienta para la modelización de la propagación de avenidas en régimen unidimensional, se ha utilizado el programa HEC-RAS 4.0 desarrollado por el *Hidrologic Engineering Center* del *U.S.Army Corps of Engineers*, junto con la herramienta de pre- y postproceso HEC-GeoRAS.

Como norma general se han ubicado secciones cada 100 metros en zona rústica y cada 25 metros en zona urbana.

### Condiciones de contorno.

Las condiciones de contorno empleadas son las siguientes:

- Hidrograma. Se ha introducido un caudal constante como condición de contorno aguas arriba.
- Pendiente uniforme. La pendiente uniforme se utiliza como condición de contorno de aguas abajo. Esta opción utiliza la ecuación de Manning para calcular el calado en función del caudal.

### **3.3.2.- MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL**

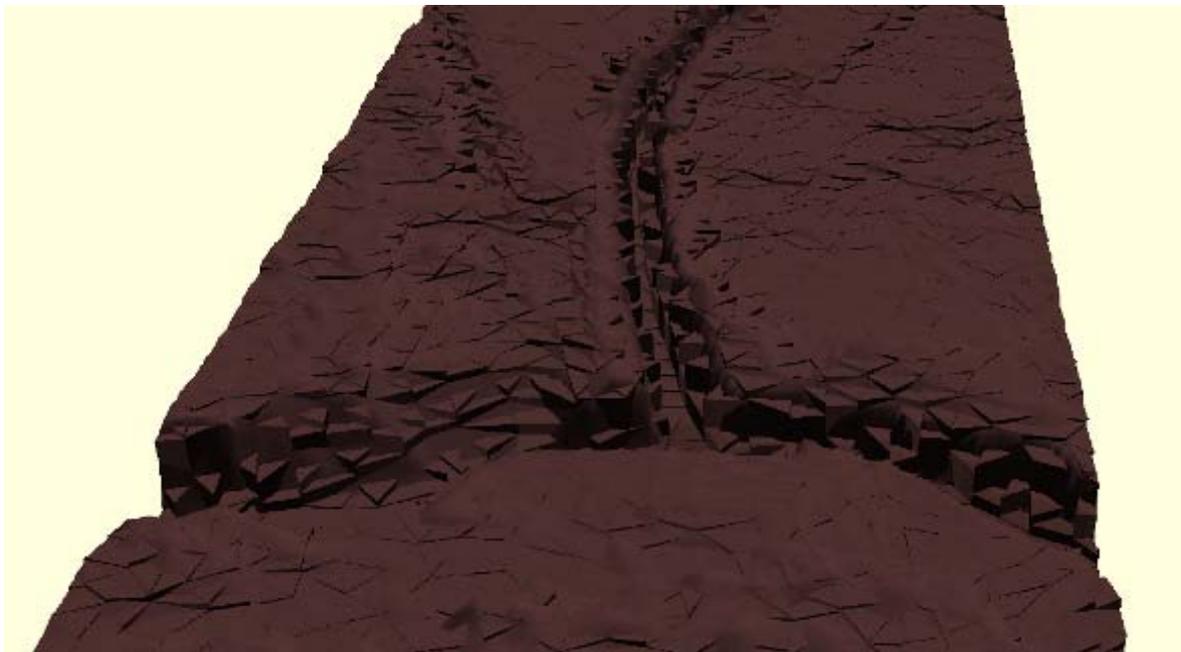
La utilización de modelos bidimensionales se hace indispensable en zonas en las que el campo de velocidades, tanto la componente en el sentido del flujo como en sentido transversal tienen importancia. Este es el caso grandes llanuras aluviales o zonas en las que se producen desbordamientos laterales significativos. Estos modelos proporcionan resultados más exactos desde el punto de vista de la distribución de velocidades.

Los modelos bidimensionales resuelven las ecuaciones de Saint-Venant en los nodos de una malla de cálculo generada a partir de la topografía, según el método de volúmenes finitos o el método de los elementos finitos, siguiendo distintos esquemas de cálculo.

Para el presente trabajo se ha utilizado el programa de cálculo hidráulico bidimensional INFOWORKS ICM.

Se ha realizado un mallado sensible al terreno, que permite una mejor adaptación de los elementos a la topografía. Cuando la anchura del cauce a modelizar es pequeña comparada con el tamaño mínimo de triángulo del mallado del modelo, se han introducido líneas de rotura (éstas definen por dónde

deben pasar las aristas de los elementos del mallado) en la base del mismo para conseguir una mejor representación.



**Figura 9.- Visión en 3D de la desembocadura de un cauce de pequeña entidad con líneas de rotura en la base del lecho.**

Las condiciones de contorno de cada tramo son la de entrada, que es el caudal y la de salida. Para ésta última se ha adoptado como norma general la condición de “calado normal” (este calado se calcula considerando que la pendiente final del tramo se prolonga indefinidamente), si bien en tramos que desembocuen en embalses o en el mar se ha adoptado un nivel fijo para la lámina de agua.

En cualquier caso, para evitar efectos de contorno se han adoptado unas longitudes de acomodación que se han añadido en los extremos inicial y final del tramo a modelizar. Como longitud de acomodación en la entrada se ha adoptado la anchura de la llanura de inundación, de esta forma se permite una correcta distribución del flujo. En la salida, la longitud de acomodación es función de la pendiente al final del tramo para disipar los posibles errores al asumir la condición de “calado normal” a la salida del modelo.

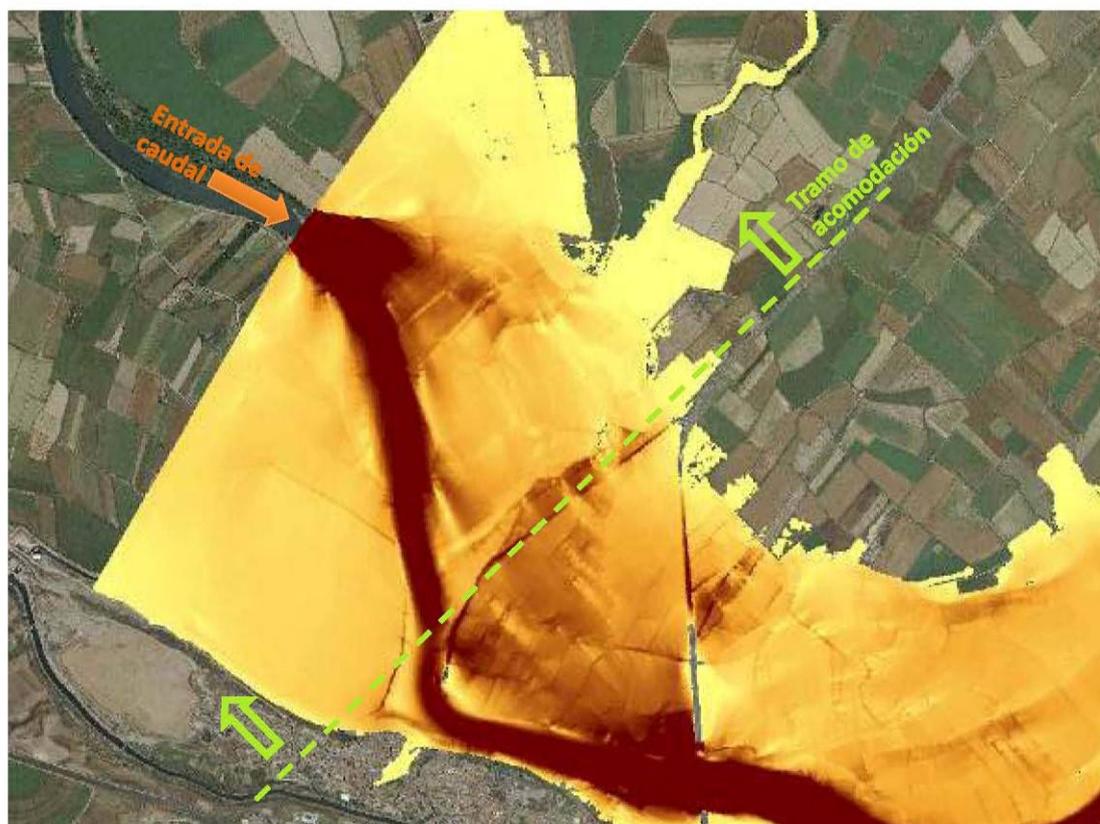


Figura 10.- Distribución de velocidades en la entrada del modelo. Se aprecia la distribución del flujo desde la zona de entrada por la llanura de inundación. Estos valores no pueden considerarse válidos.

### 3.3.3.- CALIBRACIÓN

Consiste en ajustar la superficie de inundación que obtiene el modelo hidráulico con las producidas en la realidad.

En aquellos casos en los que se disponía de información de detalle de inundaciones históricas se ha llevado a cabo una calibración del modelo bastante precisa. En este sentido resulta de gran ayuda disponer de fotografías aéreas de la inundación en las que se pueda apreciar la extensión de la misma. Se trata de una información de amplia extensión, por lo que no se ve influida por efectos locales.

En su defecto se ha recopilado información de niveles que han alcanzado las avenidas señalados en fachadas, por los sólidos flotantes, etc. Al contrario que en el caso anterior, esta información puede verse influida por efectos locales, como obstrucciones del cauce, rotura de motas, etc.



Figura 11.- Arriba: marcas de humedad en las escuelas de Sádaba tras la avenida de octubre de 2012. Abajo: extensión de la lámina de agua obtenida a partir del modelo hidráulico para un caudal equivalente.

En el proceso de calibración se han determinado los valores asignados a los coeficientes de rugosidad, mejorando las estimaciones realizadas inicialmente. En ocasiones, el ajuste del modelo unidimensional puede requerir la modificación de otros elementos como la ubicación de algunas secciones transversales, de zonas de flujo inefectivo, etc.

### 3.4.- Geomorfología

En las zonas emergidas terrestres, el principal agente del modelado es el agua, autora de forma directa o indirecta de buena parte de los principales rasgos morfológicos del terreno. En nuestras latitudes, son los cursos fluviales, entendidos éstos en su más amplia acepción, los responsables de dicho modelado, si bien buena parte de las formas ligadas a su acción resultan, a escala temporal humana, antiguas y, por tanto, no activas.

Dentro de los diferentes factores que intervienen en el desarrollo del modelado fluvial, uno de los aspectos a tener en cuenta son las consecuencias derivadas de las continuas variaciones que registra el volumen de agua circulante por sus cauces. En condiciones ordinarias, estos caudales ocupan una parte del cauce y su flujo es relativamente lento, con lo que los mecanismos de modelado predominantes son el transporte y la sedimentación de partículas finas arrastradas por las aguas, teniendo lugar estos fenómenos exclusivamente en el lecho fluvial. Cuando los caudales circulantes aumentan de forma significativa, el patrón de modelado cambia, disminuyendo la sedimentación primero, aumentando el transporte y apareciendo nuevos fenómenos de erosión, los cuales llegan a ser predominantes en situaciones de avenida y pueden conllevar una modificación efectiva del trazado del río por migración.

La migración fluvial puede representar desde un proceso lento, apenas perceptible a escala humana, hasta otro extraordinariamente rápido, de cambios en el trazado fluvial con resultados catastróficos.

Lógicamente, la intensidad de los cambios en el modelado y la extensión del área afectada dependen en todo momento de la energía disponible en el medio; es decir, son función del caudal circulante, el cual depende a su vez del calado y la velocidad a la que circula el agua.

Partiendo de esta premisa, parecería deducirse que serían las grandes avenidas, las de periodo de retorno muy elevado, las principales responsables del modelado y que, por tanto, los cambios morfológicos introducidos por ellas afectarían a la práctica totalidad del área inundada. Sin embargo, la mera observación desvela que son las zonas sujetas a crecidas frecuentes donde se registran las mayores alteraciones morfológicas. Esto último es consecuencia precisamente de la mayor reiteración de los fenómenos de crecida y del mayor calado y velocidad que tiene el agua fluyente en estas zonas.

Por tanto, en el entorno de los cauces se tiende a registrar repetidos **periodos de erosión**, seguidos siempre de **episodios de sedimentación** al disminuir el volumen de agua circulante, que suelen dejar huella de su existencia en las márgenes fluviales. Los ribazos escarpados, canales secundarios y surcos erosivos son evidencias de los primeros y las barras o dunas de arena y/o grava o playazos de los segundos. En cambio, en zonas más alejadas del cauce, en especial las situadas a una cota sensiblemente superior a la de éste, aun cuando la avenida sea muy importante y la zona inundada

muy extensa, el reducido calado de la lámina de agua y la moderada o escasa velocidad del flujo hace que no se registren (o sean de muy escasa entidad) los fenómenos erosivos, dándose tan sólo una cierta deposición de partículas, en general finas, arrastradas por el río, generándose delgados lechos limo-arenosos sin repercusión geomorfológica apreciable, puesto que con frecuencia tienden a confundirse con los suelos ya existentes y, cuando esto no ocurre, quedan difuminados por la vegetación o por las prácticas antrópicas habituales asociadas a la riberas fluviales.

Como resumen, puede afirmarse que las modificaciones geomorfológicas del entorno ligadas a la actividad fluvial tienden a concentrarse en las inmediaciones del cauce, en las zonas afectadas por las crecidas ordinarias y por avenidas de bajo periodo de retorno. Sin embargo, en zonas más alejadas del cauce, en especial las situadas a cotas sensiblemente superiores al lecho, su repercusión es mucho menor, incluso despreciable. Es decir, en avenidas y crecidas, las afecciones por el agua incluyen la modificación de los rasgos morfológicos preexistentes en el entorno del cauce en cuestión, mientras que en zonas alejadas la lámina de agua tiende a adaptarse a los rasgos existentes sin modificarlos en grado significativo.

Por tanto, el análisis de los rasgos geomorfológicos del entorno fluvial permite definir con precisión adecuada las zonas de inundabilidad elevada (las que se inundan frecuentemente por el desbordamiento de los ríos) disminuyendo la fiabilidad del criterio geomorfológico a medida que su grado de inundabilidad se reduce. Por este motivo, el análisis geomorfológico de las ARPSIs de la Cuenca Hidrográfica del Ebro se ha centrado fundamentalmente en definir el dominio correspondiente al cauce, entendiendo como tal lo recogido en el artículo 4 del Texto Refundido de la Ley de Aguas: “el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias”.

Para ello se han efectuado dos series de cartografías geomorfológicas de los tramos fluviales afectados. Las características básicas de estos trabajos son las siguientes:

- Cartografía geomorfológica de los cauces en su situación actual, que en muchos casos refleja el estado y rasgos de unos cauces bajo condiciones alteradas, derivadas de las obras de regulación y derivación de caudales y de los tratamientos de márgenes y encauzamientos efectuados en las últimas décadas. El análisis se ha realizado fundamentalmente a partir de la interpretación de las ortoimágenes del PNOA en combinación con los Modelos Digitales del Terreno (derivados de los registros LIDAR tratados que han sido utilizados en la modelación hidráulica) y el apoyo de imágenes estereoscópicas. Se ha digitalizado esta cartografía directamente sobre las ortoimágenes del PNOA.
- Cartografía geomorfológica de los cauces a mediados del siglo XX, correspondiente, según los casos, a una situación seminatural o natural. Se ha efectuado a partir del análisis de los fotogramas aéreos del denominado “vuelo americano” (1956-57) con el apoyo de los fotomapas elaborados por la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro (1927). La cartografía se ha digitalizado sobre fotogramas del “vuelo americano” georreferenciados a tal efecto y, en el caso de Cataluña, sobre ortoimágenes del citado vuelo desarrolladas por el

Institut Cartogràfic de Catalunya. Como consecuencia de las deformaciones resultantes a pesar de la rectificación de los fotogramas de este vuelo, en ambos casos se han tenido que realizar pequeños ajustes finales manuales.

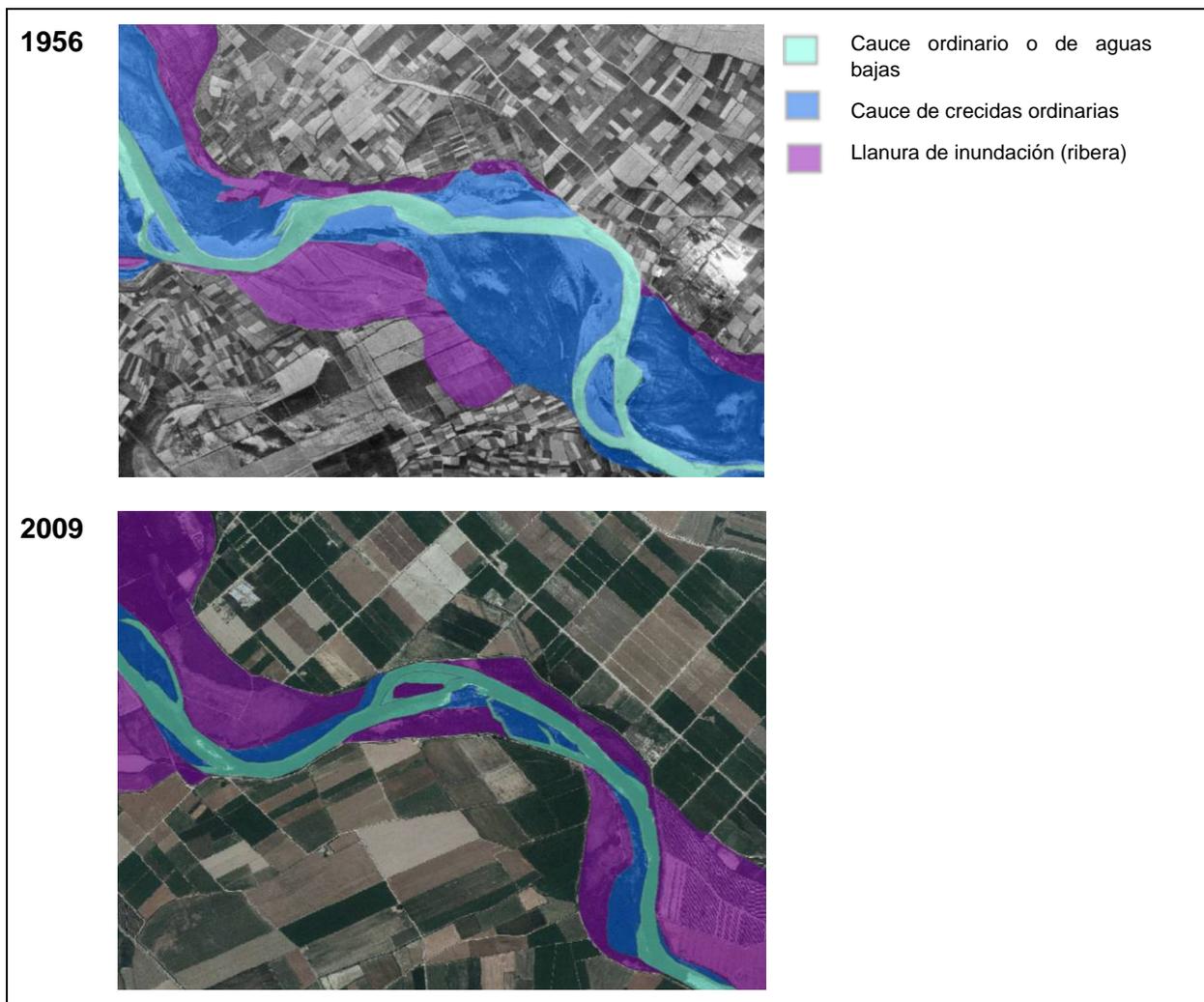
El Texto Refundido de la Ley de Aguas, en su artículo 6, diferencia dentro del cauce la zona de ribera, definiendo las riberas como “las fajas laterales de los cauces situadas por encima del nivel de aguas bajas”.

Por su parte, la Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, en el capítulo 4 (Análisis Histórico) considera la existencia de un canal de aguas bajas y una zona ribereña cuyas características serían intermedias entre las del cauce y las del resto de la llanura aluvial. De acuerdo con dicha definición, esta zona ribereña podría incluir la ribera definida por el Texto Refundido de la Ley de Aguas y terrenos situados fuera de la misma y, por tanto, externos al cauce.

Ante esta falta de concordancia entre el cauce legal y el geomorfológico, en unos casos se ha optado por recoger en la cartografía, tanto en la situación actual como en la histórica, exclusivamente el dominio ocupado por el cauce y en otros se ha efectuado una zonificación geomorfológica del mismo, definiendo distintas unidades geomorfológicas asociables a él, como las siguientes:

UNIDAD	DEFINICIÓN	EJEMPLO
<p>Cauce ordinario o de aguas bajas</p>	<p>Canal natural del río delimitado por orillas más o menos netas y ocupado por las aguas en situación ordinaria.</p> <p>Forma parte del Dominio Público Hidráulico</p>	
<p>Cauce de crecidas ordinarias</p>	<p>Sector de canal natural del río delimitado por orillas más o menos netas y ocupado por las aguas en situación de crecida ordinaria (inferiores a la máxima crecida ordinaria).</p> <p>Forma parte del Dominio Público Hidráulico</p>	

UNIDAD	DEFINICIÓN	EJEMPLO
Llanura de inundación (ribera)	Sector de la llanura aluvial del río situado fuera del lecho morfológico y ocupado por las aguas en situación de máxima crecida ordinaria. Forma parte del Dominio Público Hidráulico	
Cauce soterrado	Cauce artificial construido en túnel o falso túnel que sustituye o modifica al cauce natural. Forma parte del Dominio Público Hidráulico	
Fondo de Val	Valle de fondo plano sin cauce definido y habitualmente seco que en condiciones de crecida se inunda en su práctica totalidad. Forma parte del Dominio Público Hidráulico	
Derrame lateral	Lóbulo deposicional asimilable a abanico aluvial generado por la acción de aguas de escorrentía difusa y encauzada que actúa en parte como llanura de inundación. Puede formar parte del Dominio Público Hidráulico	
Otros cauces	Cauces artificiales que complementan o sustituyen al cauce natural. Forman parte del Dominio Público Hidráulico	
	Cauce natural de río tributario que interfiere con el del curso estudiado. Forman parte del Dominio Público Hidráulico	



**Figura 12.- Ejemplo de evolución geomorfológica: Río Ebro al sur del casco urbano de Pina de Ebro**

Para la definición cartográfica del cauce en el sentido recogido por el Texto Refundido de la Ley de Aguas se estudia la situación actual alterada y la histórica. El Dominio Público Hidráulico Potencial con criterios meramente geomorfológicos, se ha definido según lo propuesto en la Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, definiéndose tres categorías de dominio público potencial:

- Dominio Público Hidráulico Potencial de tipo a (DPHPa), que sería el correspondiente al cauce natural en la situación actual.
- Dominio Público Hidráulico Potencial de tipo b (DPHPb), que correspondería a zonas de cauce histórico que en la actualidad, por causas diversas (naturales o no), ya no forman parte del DPHPa.
- Dominio Público Hidráulico Potencial de tipo c (DPHPc), que obedece a tramos fluviales o zonas que por acción humana directa sobre el terreno han sido detraídos del cauce artificialmente, mediante relleno o a partir de obras de defensa, del DPHPa.

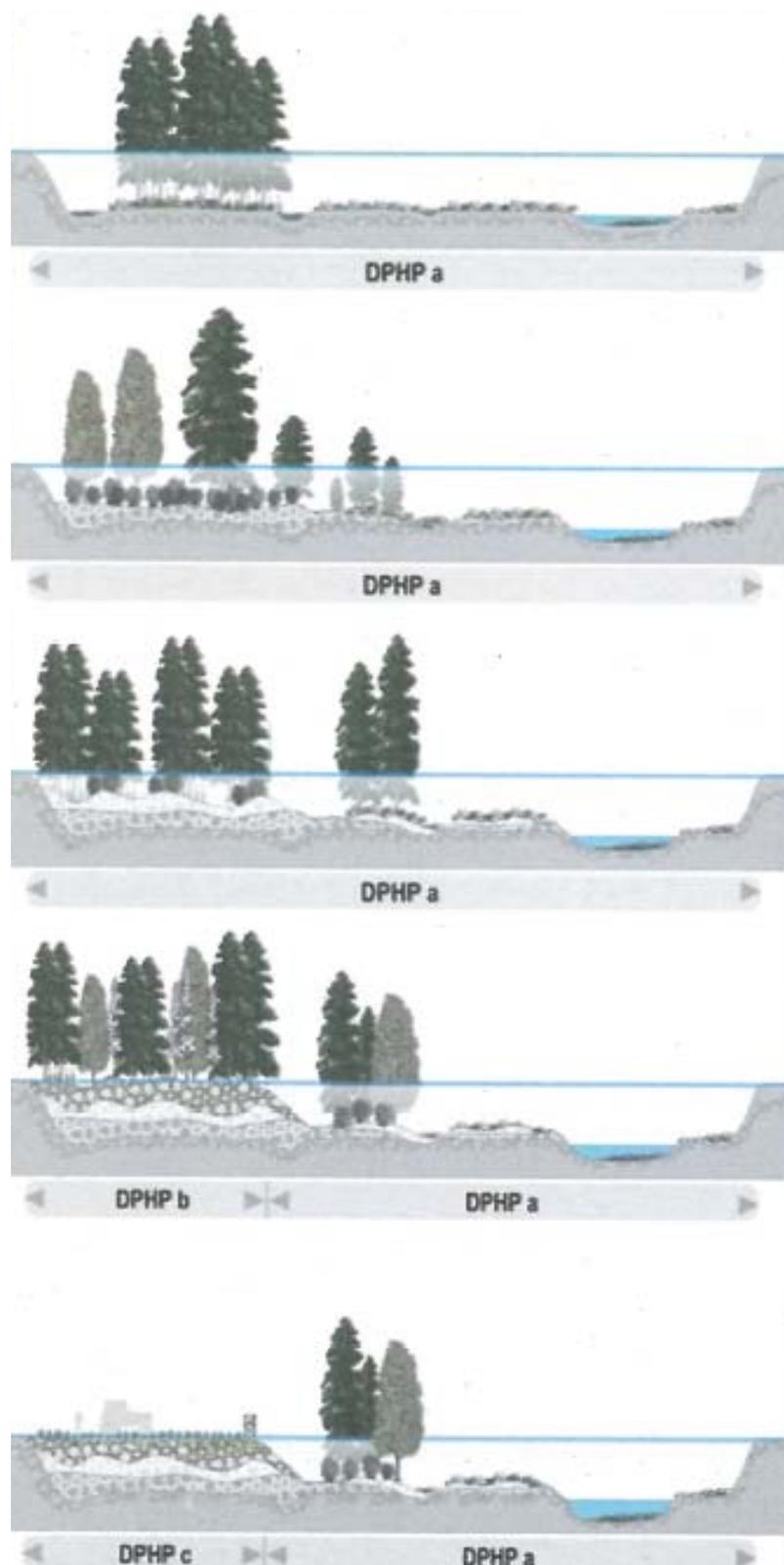


Figura 13.- Representación de una de las tendencias que pueden darse en la evolución del DPHP, desde la década de los 50, arriba, hasta la actualidad, abajo. Fuente. Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

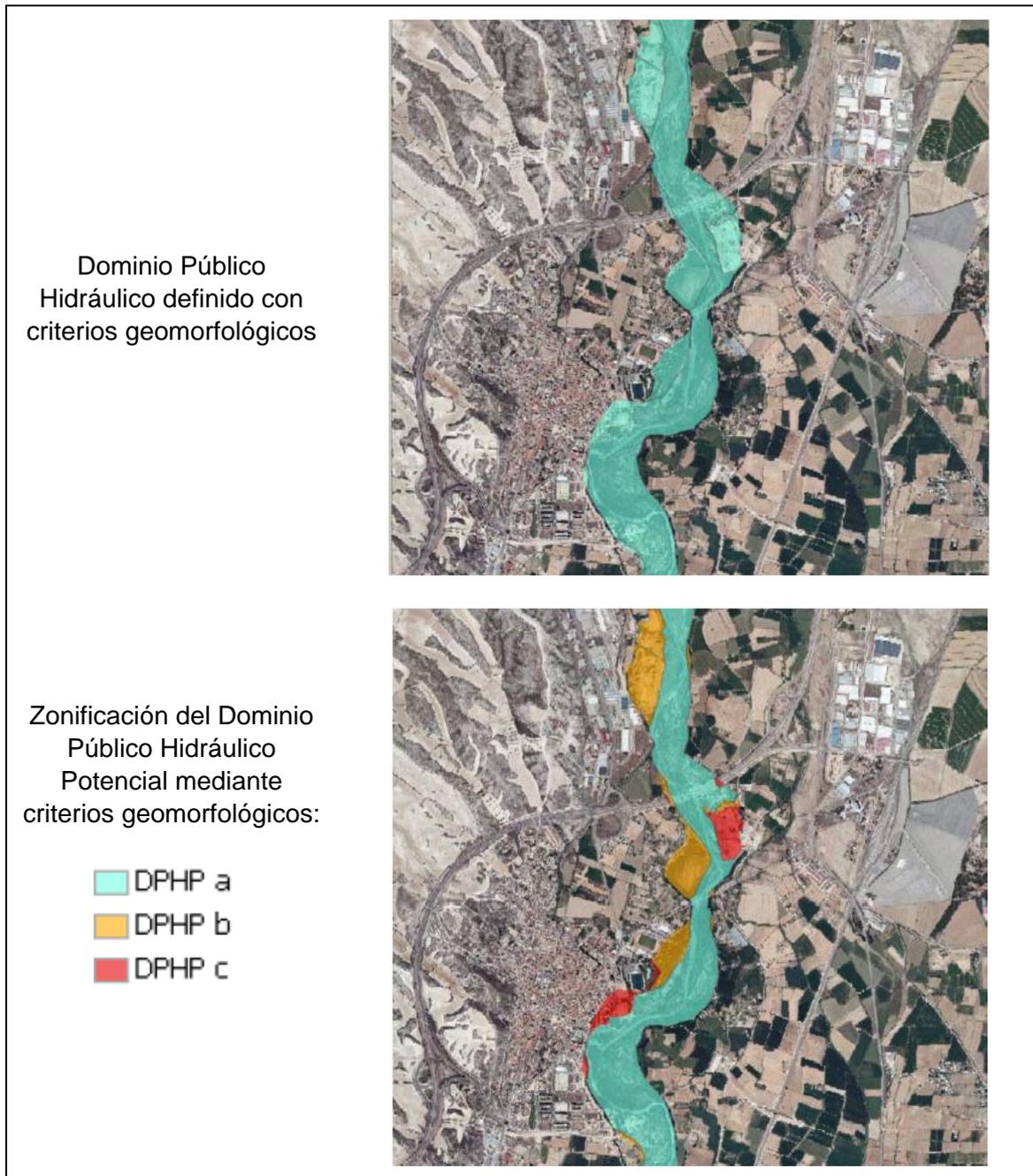


Figura 14.- Ejemplo de definición geomorfológica del DPHP: río Gállego en Zuera (Zaragoza): tramo afectado por presiones Urbanísticas y labores extractivas

### 3.5.- Información gráfica

Los mapas de peligrosidad incluyen láminas de inundación y calados para los siguientes escenarios:

- a) Alta probabilidad de inundación (periodo de retorno mayor o igual a 10 años).
- b) Probabilidad media de inundación (periodo de retorno mayor o igual a 100 años).

- c) Baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (periodo de retorno igual a 500 años).

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, la delimitación de la zona de dominio público marítimo-terrestre, la ribera del mar en caso de que difiera de aquella y su zona de servidumbre de protección.

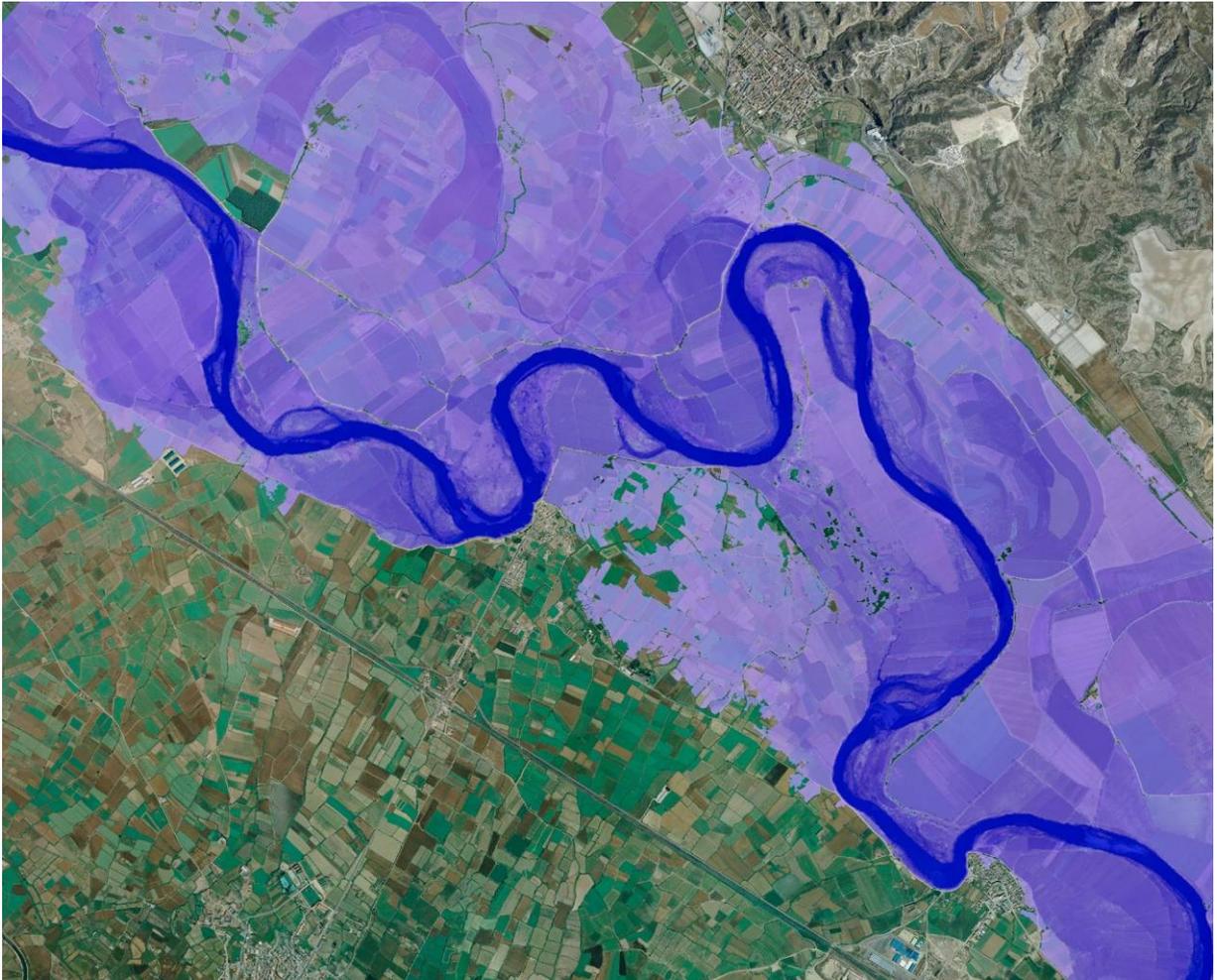


Figura 15.- Distribución de calados para una avenida de 500 años de periodo de retorno en el tramo medio del Ebro.

## 4.- MAPAS DE RIESGO

El principal objetivo de los mapas de riesgo es aportar la información fundamental para la elaboración de los futuros planes de gestión del riesgo. Por tanto, el alcance y contenido de esta cartografía está condicionado por el de los planes de gestión dentro del marco establecido por la Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación y su trasposición a la normativa estatal mediante el Real Decreto 903/2010, de “Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación”.

Los mapas de riesgo servirán, además, para poder estimar los daños asociados a inundaciones, tanto en lo concerniente a salud humana como en lo relativo a medio ambiente, patrimonio cultural y actividad económica, de tal forma que proporcionen “una base adecuada para el establecimiento de prioridades y toma de decisiones adicionales de índole técnica, económica y política, relativas a la gestión del riesgo (...)” tal y como se indica en las Consideraciones Iniciales de la Directiva de Inundaciones en su número 12. De esta forma, se podría valorar y priorizar medidas dentro de un ARPSI, así como realizar una comparativa entre diferentes ARPSIs.

### 4.1.- Estimación de la población afectada

Se ha seguido el proceso establecido en la “Propuesta de mínimos para la metodología de realización de los mapas de riesgo de inundación” elaborada por el MAGRAMA, llegando a determinar la afección a la población clasificada por municipios para cada tramo de cada ARPSI. El procedimiento ha sido el siguiente:

- Se ha partido de la información del INE (Instituto Nacional de Estadística) para la población municipal, de la Agencia Europea de Medioambiente para la densidad de población (cuadrícula de 1 ha) del SIOSE para la clasificación territorial y del IGN para la superficie edificada (capas BCN25/BTN25).

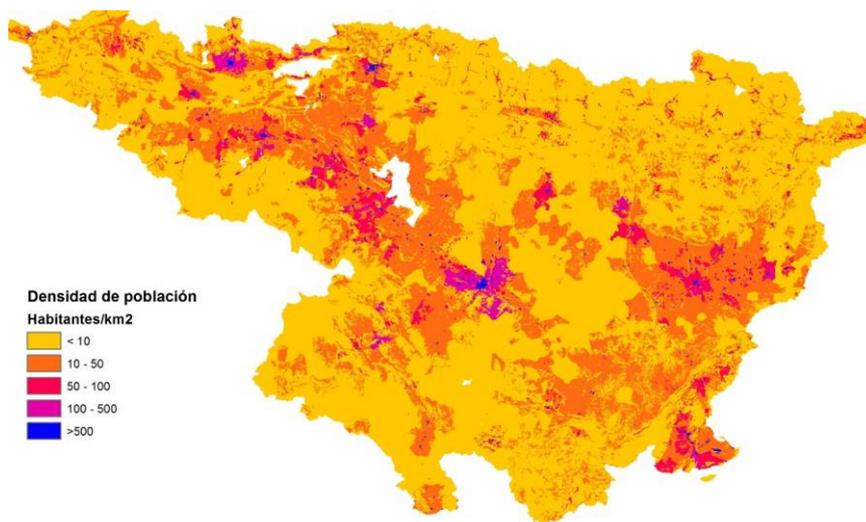


Figura 16.- Mapa de densidad de población empleado para la estimación de la población afectada.

- A partir de la información antes elaborada y plasmada en los mapas de peligrosidad (calados y velocidades) se ha establecido un índice de peligrosidad para los eventos de alta, media y baja probabilidad (periodos de retorno de 10, 100 y 500 años). Este índice viene expresado por la fórmula:

$$HR = d(v + 0.5) + DF$$

- Donde HR es el índice de peligrosidad, d es el calado en m, v es la velocidad en m/s, con redondeo al entero superior y acotado superiormente en el valor 3, y DF es el índice de flujo de escombros (oscila entre 0 y 1 y es función a su vez del calado, de la velocidad y de las características de uso de la zona).
- Por otra parte se evalúa el Área Vulnerable (AV), función de la existencia y operatividad de los sistemas de preaviso de inundaciones, de la rapidez en la formación de la riada y de las características de edificación en la zona. En la cuenca del Ebro, este factor oscila entre un mínimo de 3 y un máximo de 7.
- El producto de los valores anteriores HR y AV, acotado superiormente en 100, representa una estimación del porcentaje de la población total en la zona inundable que se encuentra en riesgo. La población en la zona inundable se estima a partir del mapa de densidad de población antes obtenido.
- Estimación de la población especialmente vulnerable (ancianos y enfermos) a partir de los datos INE como porcentaje de la población total en el municipio y expresado en tanto por uno.
- Estimación del número de heridos, simplemente como producto de la población en la zona inundable por el porcentaje (en tanto por uno) de personas en riesgo y por la fracción de población especialmente vulnerable.

- Estimación del número de muertos esperados para los eventos considerados por aplicación al valor del número de heridos anterior de una tasa de mortalidad, evaluada como dos veces el valor del índice de peligrosidad (HR antes calculado).

La integración de la información geográfica generada a nivel de tramo de ARPSI y municipio y la consideración de las probabilidades asociadas a la frecuencia de los eventos estudiados permite establecer el número anual esperado de muertos y heridos.

#### 4.2.- Estimación de la actividad económica afectada

La estimación de la actividad económica afectada por la ocurrencia de avenidas se basa fundamentalmente en la calidad de la información disponible para evaluar tanto las diferentes actividades económicas como los daños económicos esperados.

Con estos dos factores, se llega a una clasificación de las diferentes categorías económicas.

Como ya se ha comentado antes, la metodología aplicada en el presente trabajo se basa en la *“Propuesta de mínimos para la metodología de realización de los mapas de riesgo de inundación”*, publicada recientemente por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. En esta guía, se propone una clasificación que se corresponda con las categorías de la Reporting Guidance, marcadas por la Comisión Europea, para homogeneizar los mapas de riesgo, no solo para las cuencas españolas, sino para todas las cuencas europeas.

De esta manera, los mapas de riesgo de actividades económicas y los daños económicos debido a las inundaciones en la cuenca del Ebro pueden ser comparados con los del resto de cuencas estatales y europeas.

La clasificación de las distintas actividades económicas es la siguiente:

Categoría en Mapa de riesgo nacional	Categoría para WISE
Urbano concentrado	Urban
Urbano disperso	
Asociado a urbano	
Infraestructura social	Social Infrastructure
Terciario	Commercial
Industrial concentrado	Industrial
Industrial disperso	
Agrícola-Secano	Rural land use
Agrícola-Regadío	
Otros usos rurales	
Forestal	Forests

Categoría en Mapa de riesgo nacional
Infraestructuras: carreteras
Infraestructuras: ferrocarriles
Infraestructuras aeroportuarias
Infraestructuras: energía
Infraestructuras: Comunicaciones
Infraestructuras hidráulico-sanitarias
Infraestructuras: Residuos
Masas de agua
Otras áreas sin riesgo

Categorías de los mapas de riesgo.

Categoría para WISE
Infraestructures
Waterbodies
Other

Categorías de la Reporting Guidance

Como información de partida se ha utilizado la información de usos del suelo suministrada por SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España), atendiendo a los porcentajes mayoritarios de usos correspondientes a cada polígono, y comprobando la idoneidad de la categoría asignada mediante su visualización por medio de ortofotos recientes, con el fin de verificar el grado de actualización de dicha información.

La equivalencia entre los usos del suelo del SIOSE y las categorías de actividades económicas es la expuesta en la citada guía de “*Propuesta de mínimos para la metodología de realización de los mapas de riesgo de inundación*”.

Sin embargo, el empleo único de la capa del SIOSE, se demostró insuficiente a la hora de representar el mapa de actividades económicas, ya que discrimina muchas de las edificaciones, tanto de índole industrial, como urbano en el que el porcentaje de ocupación de este uso en un polígono no es mayoritario. Esta dificultad para asignar un uso mayoritario a cada polígono (deficiencia notoria en especial en edificaciones diseminadas) se llega a observar incluso en entornos muy urbanizados.

También es insuficiente a la hora de valorar los daños económicos esperados, ya que, puede ocurrir que sólo se encuentre en zona inundable una pequeña porción de ese polígono y que casualmente se corresponda con uno de los porcentajes minoritarios, que en el caso de edificaciones son además las que más valor económico tienen.

Por ello, se ha utilizado como fuente de información complementaria la capa BCN/BTN-25, segregando de la capa del SIOSE los valores porcentuales de edificación, aprovechando la correcta digitalización de los mismos en la capa BTN-25.

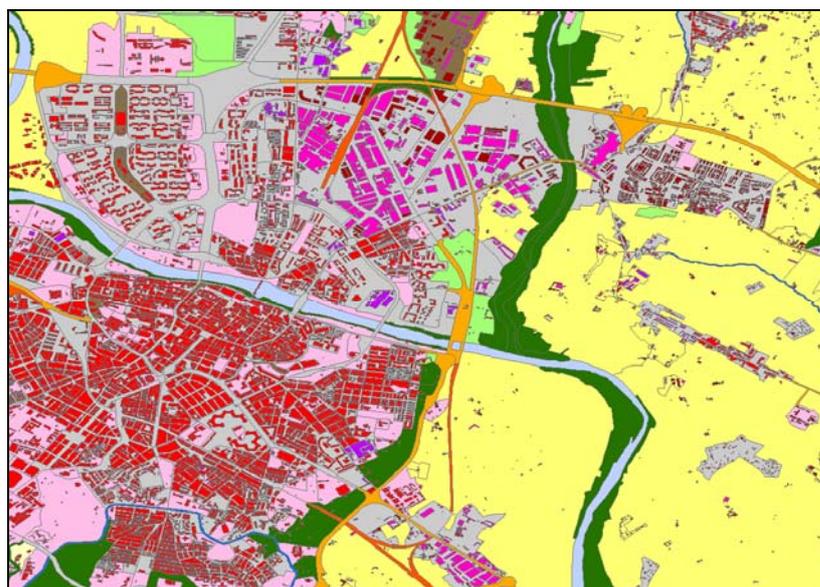


Figura 17.- Mapa de actividades económicas sin y con aportación de capa BTN-25

A continuación se describen las diferentes fases para la generación de la capa de vulnerabilidad desde el punto de vista de las actividades económicas.

- Fase 1. Filtrado de capas BTN/BCN 25
- Fase 2. Procesado de la capa entidades población.
- Fase 3. Identificación de los edificios que son de categoría urbano concentrado o urbano disperso.
- Fase 4. Identificación de las instalaciones industriales que son de naturaleza industrial concentrado o industrial disperso.
- Fase 5. Acondicionamiento de las capas BTN/BCN-25.
- Fase 5. Modificaciones de la capa SIOSE por el uso del BTN/BCN-25
- Fase 6. Cálculo de los usos de máxima ocupación

A continuación se muestra el resultado de la capa, clasificando los polígonos según la actividad económica:



**Figura 18.- Mapa de actividades económicas final. Zaragoza.**

La estimación de los daños económicos esperados debido a las inundaciones es un proceso difícil de evaluar. Esto se debe a varios factores, entre los que cabe destacar:

- La gran heterogeneidad que presenta la valoración de las actividades económicas en una cuenca de gran superficie como la del Ebro.
- Los múltiples factores de los que dependen los daños económicos, i.e. calado, velocidad, tiempo de exposición,.. etc.
- La calidad de la información disponible acerca de las diferentes actividades económicas.

En el presente trabajo, se han evaluado únicamente los daños económicos directos, ya que son cuantificables y contrastables con avenidas reales.

Para determinar los daños de manera precisa, se emplea una función de daños que permita considerar el efecto diferencial de una avenida en función de su magnitud. Esta magnitud es el calado del agua. A partir de valores experimentales y de la cuantificación de los daños en eventos históricos se han obtenido distintos tipos de curvas en las que el porcentaje de daños aumenta a medida que lo hace el calado. En el presente proyecto, se ha aplicado la curva de daños que propone la guía de “Propuesta de mínimos para la metodología de realización de los mapas de riesgo de inundación”. Se trata de una función de daños compuesta por cuatro escalones. Cada uno de ellos tiene asociado un coeficiente minorizante, que reduce los daños asociados al mismo.

Calado (m)	Coficiente minorizante
0-0.3	0.2
0.3-0.7	0.6
0.7-2	0.9
>2	1

**Función escalón de daños.**

En las conclusiones derivadas del proyecto PREEMPT (Policy-relevant assessment of socio-economic effects of droughts and floods) promovido por la Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la CE y que el Centro Vasco para el Cambio Climático ha aplicado de forma práctica en la cuenca del Ebro, se concluye que para cualquier tipo de uso, calados mayores de 2 metros suponen una afección total al elemento considerado.

Para calados de 0.7 m se produce un punto de inflexión importante a partir del cual se ven afectados los elementos principales de las edificaciones, como objetos en mesas (PCs, impresoras), cuadros, libros, almacenaje, electrodomésticos sobre encimeras, etc., por lo que para calados entre 0.7 y 2 m., se considera una afección casi total.

Por otro lado, calados inferiores a 0,3 m provocan poca afección al contenido de edificios.

Finalmente, teniendo en cuenta la posibilidad de que en las edificaciones e instalaciones pueda haber elementos significativos por encima de 30 cm (televisores, electrodomésticos a baja altura, enchufes, instalaciones industriales...) se ha incluido un escalón intermedio entre la cota 0.3 y 0.7 m.

Considerando las categorías propuestas para la valoración económica del riesgo, se propone el uso homogéneo de los siguientes valores para cada uso del suelo. **Los valores de riesgo son orientativos hasta que se realice una calibración de precios unitarios, sin embargo, la homogeneidad de precios en la cuenca para cada uso permite comparar y establecer de prioridades en la selección de actuaciones.**

A continuación se muestra la valoración económica en función de las actividades económicas establecidas:

Uso del suelo	Valor del riesgo (€/m <sup>2</sup> )
Urbano concentrado	500
Urbano disperso	500
Asociado a urbano	200
Infraestructura social	200
Terciario	500
Industrial concentrado	600
Industrial disperso	600
Agrícola	20
Otros usos rurales	5
Forestal	0
Infraestructuras: carreteras	450
Infraestructuras: ferrocarriles	500
Infraestructuras: aeroportuarias	550
Infraestructuras: energía	600
Infraestructuras: comunicaciones	600
Infraestructuras: hidráulico sanitarias	600
Masas de agua	0
Otras áreas sin riesgo	0

Valor (€/m<sup>2</sup>) en función de la actividad económica.

Finalmente, se muestra el resultado final de la capa que permitirá evaluar los daños económicos en función del calado, clasificando los polígonos según el valor por metro cuadrado:

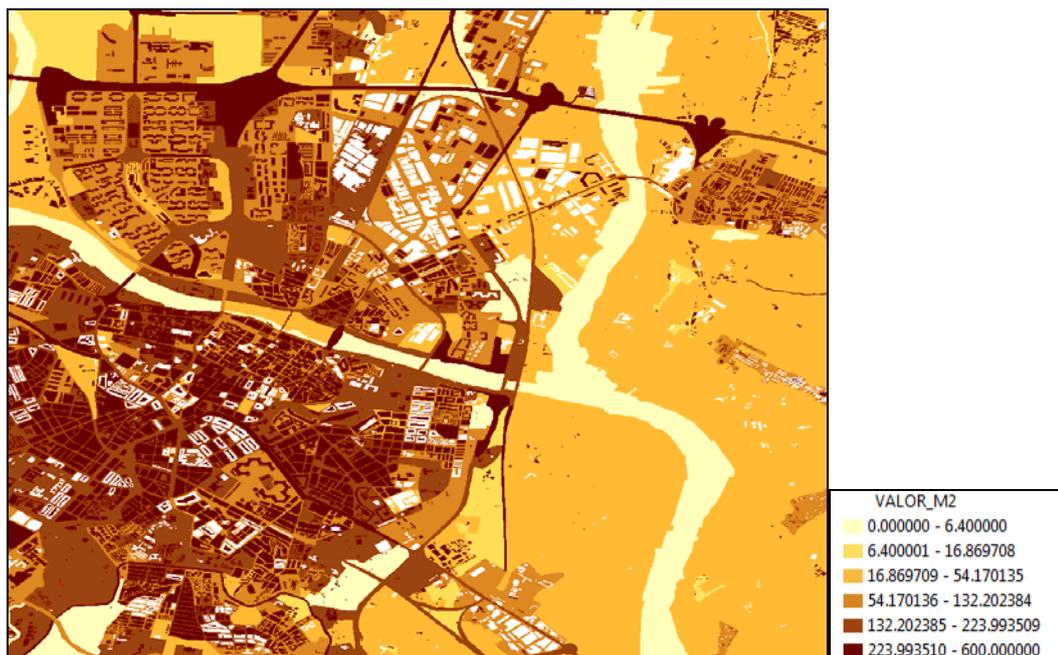


Figura 19.- Mapa de actividades económicas clasificada según valor económico. Zaragoza. (€/m<sup>2</sup>).

### 4.3.- Estimación de los daños medioambientales

Con respecto a las **Áreas de Importancia Ambiental** se crea previamente una capa (Shape) que contiene todos los polígonos que delimitan las zonas de interés ambiental:

- AREA DE IMPORTANCIA AMBIENTAL\_ARPSIS: polígonos de Masas de Agua de la DMA, Zonas protegidas de captación de agua, Zonas protegidas de aguas de baño, Zonas protegidas LICs y ZEPAs. Cada uno contiene su código correspondiente (incluido el código ARPSI) y una descripción de las afecciones en caso de inundación. Esta capa cuenta ya con la siguiente estructura:
  - ID\_ZOPR: Código para cada polígono y escenario.
  - COD\_ARPSI: Código del ARPSI para poder relacionarlo con las ARPSIS
  - COD\_MA\_DMA: Se deja en blanco si no hay o se pone el Código de la masa de agua (o masas de agua) de la DMA asociadas al ARPSI
  - AFE\_MA\_DMA: Breve descripción del objetivo medioambiental de la masa de agua, su estado y los posibles efectos sobre el estado de las masas de agua de la Directiva Marco
  - Z\_P\_CAPT\_A: Se deja en blanco si no hay o se pone el código de la Zona protegida de captación de agua

- AFE\_CAPT\_A: Breve descripción de los posibles efectos sobre las zonas de captación de aguas.
- Z\_P\_RECREA: Se deja en blanco o se pone el código de la Zona protegida de aguas de baño
- AFE\_RECREA: Breve descripción de los posibles efectos sobre las zonas de baño afectadas
- Z\_P\_HABITA: Se deja en blanco o se pone el código de la Zona protegida LICs,....
- AFE\_HABITA: Breve descripción de los posibles efectos sobre las zonas protegidas y hábitats. Indica por ejemplo, porcentaje de la zona inundable que es LIC, etc...
- OTRAS\_AFE: Descripción de los otros posibles efectos ambientales que provocaría la inundación de la zona

Posteriormente se seleccionan los contornos de las láminas de inundación para T10, T100 y T500 obtenidos en los Mapas de Peligrosidad. A estas capas se les da la misma estructura de campos anteriormente expuesta y la denominación siguiente:

- ES091\_ARPS\_XXX\_T10\_ZOPR\_1
- ES091\_ARPS\_XXX\_T100\_ZOPR\_1
- ES091\_ARPS\_XXX\_T500\_ZOPR\_1

Cada uno de estos contornos se intersecta con la capa "AREA DE IMPORTANCIA AMBIENTAL\_ARPSIS" y en cada uno de sus campos se concatena la información de todos los polígonos que contiene. De esta forma, aunque la capa original (AREA DE IMPORTANCIA AMBIENTAL\_ARPSIS) contenida dentro del contorno esté formada por varios polígonos, la capa "ES091\_ARPS\_XXX\_TXX\_ZOPR\_1" será un único polígono que englobará la información de todos los anteriores.

En cuanto a los **Puntos de Importancia Ambiental** se crea igualmente una capa de puntos que contiene todos los puntos de interés ambiental:

- PUNTOS\_IMPORTANCIA\_AMBIENTAL\_ARPSIS: puntos de Instalaciones PRTR, EDAR y Patrimonio Cultural. Cada punto contiene su código (incluido el código ARPSI). Esta capa cuenta ya con la siguiente estructura:
  - ID\_MEDAMB: Código para cada punto y escenario.
  - COD\_ARPSI: Código del ARPSI para poder relacionarlo con las ARPSIS

- TIPO\_AFECC: A seleccionar entre IPPC, EDAR, PROTECCIÓN CIVIL, PATRIMONIO CULTURAL
- COD\_PRTR: Código PRTR de la instalación IPPC
- NOMBR\_INST: Nombre PRTR del complejo afectado
- CNAE\_2009: Código CNAE de la tipología de la actividad
- ACTIV\_ECO: Descripción CNAE de la actividad económica
- COD\_EDAR: Código de la EDAR obtenido de SIG MAGRAMA
- COD\_PCULT: Código de elemento patrimonio cultural o de protección civil afectado.
- NOM\_PCULT: Nombre del elemento afectado
- CLASI\_AFEC: Aclaraciones sobre los daños previsibles: Leves (inundación de poco porcentaje y/o poco calado), grave (afección más del 25% superficie, y calados superiores a 30 cm, etc..) muy grave, afección a más del 50% de la superficie y calados superiores a 70 cm.

Esta capa se intersecta con los contornos de las láminas de inundación para T10, T100 y T500, asignándole a cada punto la denominación (ID\_MEDAMB) que le corresponde en función del ARPSI y del periodo de retorno, así como un número correlativo:

- ES091\_ARPS\_XXX\_T10\_MA\_X
- ES091\_ARPS\_XXX\_T100\_MA\_X
- ES091\_ARPS\_XXX\_T500\_MA\_X

#### 4.4.- Información gráfica

Los mapas de riesgo incluyen:

- a) Número indicativo de habitantes que pueden verse afectados.
- b) Tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada.
- c) Instalaciones industriales a que se refiere el anejo I de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrado de la Contaminación que puedan ocasionar contaminación accidental en caso de inundación así como las estaciones depuradoras de aguas residuales.
- d) Zonas protegidas para la captación de aguas destinadas al consumo humano, masas de agua de uso recreativo y zonas para la protección de hábitats o especies que pueden resultar afectadas.

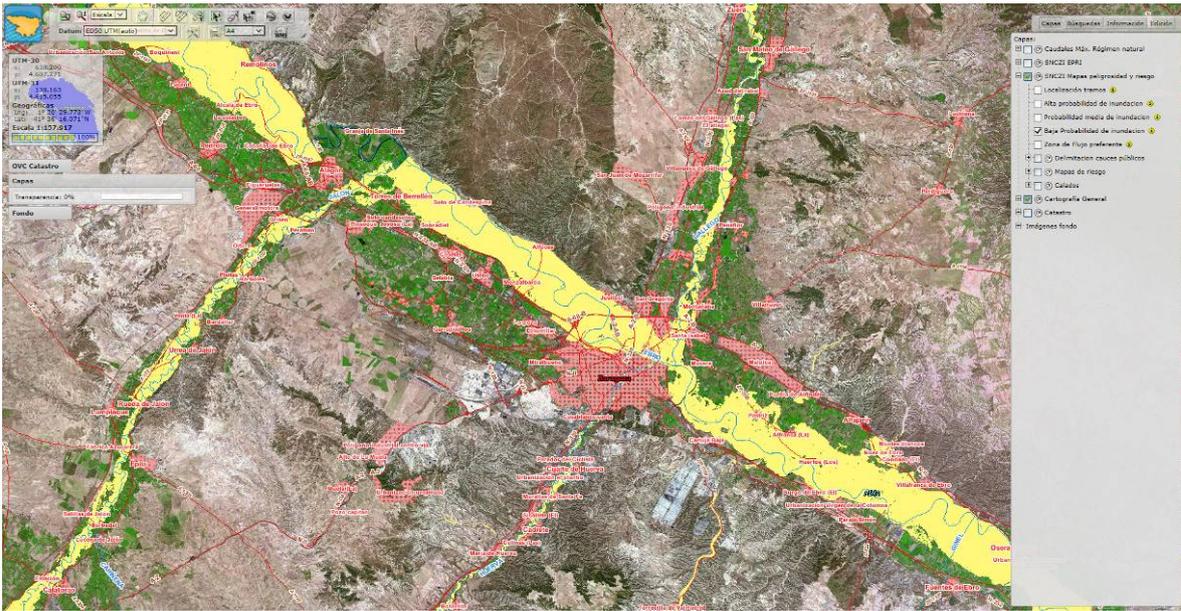


Figura 20.- Imagen del SITEbro

**APÉNDICE Nº 2**  
**FICHAS RESUMEN DE LAS ARPSIS (2º CICLO)**

## DATOS DEL TRAMO ARPSI

Nombre del ARPSI	35.-Cidacos
Código del ARPSI	ES091_ARPS_CID
Código del tramo ARPSI	ES091_ARPS_CID-02
Longitud del tramo ARPSI (Km)	8.51
Ciclo de definición	Primer ciclo de la Directiva de Inundaciones
Origen de la inundación	Fluvial
Cauce	Río Cidacos
Término municipal	Calahorra
Comunidad Autónoma	La Rioja
Nº de eventos registrados en el ARPSI	6
Fecha del último evento registrado	02/11/2003
Masa de agua de la DMA	ES091MSPF288

## DATOS DE LA EVALUACIÓN EN EL 2º CICLO

### INFORMACIÓN HISTÓRICA EN EL CICLO 2012-2018

Nº de eventos significativos	Fecha de los eventos	Fuente
1	24/03/2015	

### NUEVA INFORMACIÓN SOBRE INUNDABILIDAD EN EL CICLO 2012-2018

Tramo informado por el Organismo de Cuenca	Tramo informado
Tramo informado por representantes de las CCAA	Tramo no informado
Tramo afectado por la actualización del Plan de Protección Civil	Tramo no afectado
Valoración del riesgo en el Plan de Protección Civil previo	No procede
Valoración del riesgo en el Plan de Protección Civil nuevo	No procede
Nuevos estudios de inundabilidad en el tramo	No existente
Alegaciones recibidas en el primer ciclo de la Directiva en relación a la EPRI	No recibidas

### CAMBIOS DE USOS DEL SUELO EN EL CICLO 2012-2018

Identificación de cambios de usos del suelo	Con cambios significativos en la estructura urbana e infraestructuras
---	---

### ANÁLISIS DE FENÓMENOS DE INUNDACIÓN PLUVIAL

Análisis de fenómenos de inundación pluvial en el tramo	Nº muy alto de siniestros en el periodo 2005-2017 (más de 100)
---	--

### ANÁLISIS DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Análisis	Tramo no afectado	Valoración	% de cambio en la precipitación acumulada inferior al umbral (menos de un 10%)
----------	-------------------	------------	--

### ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA COORDINACIÓN TRANSFRONTERIZA

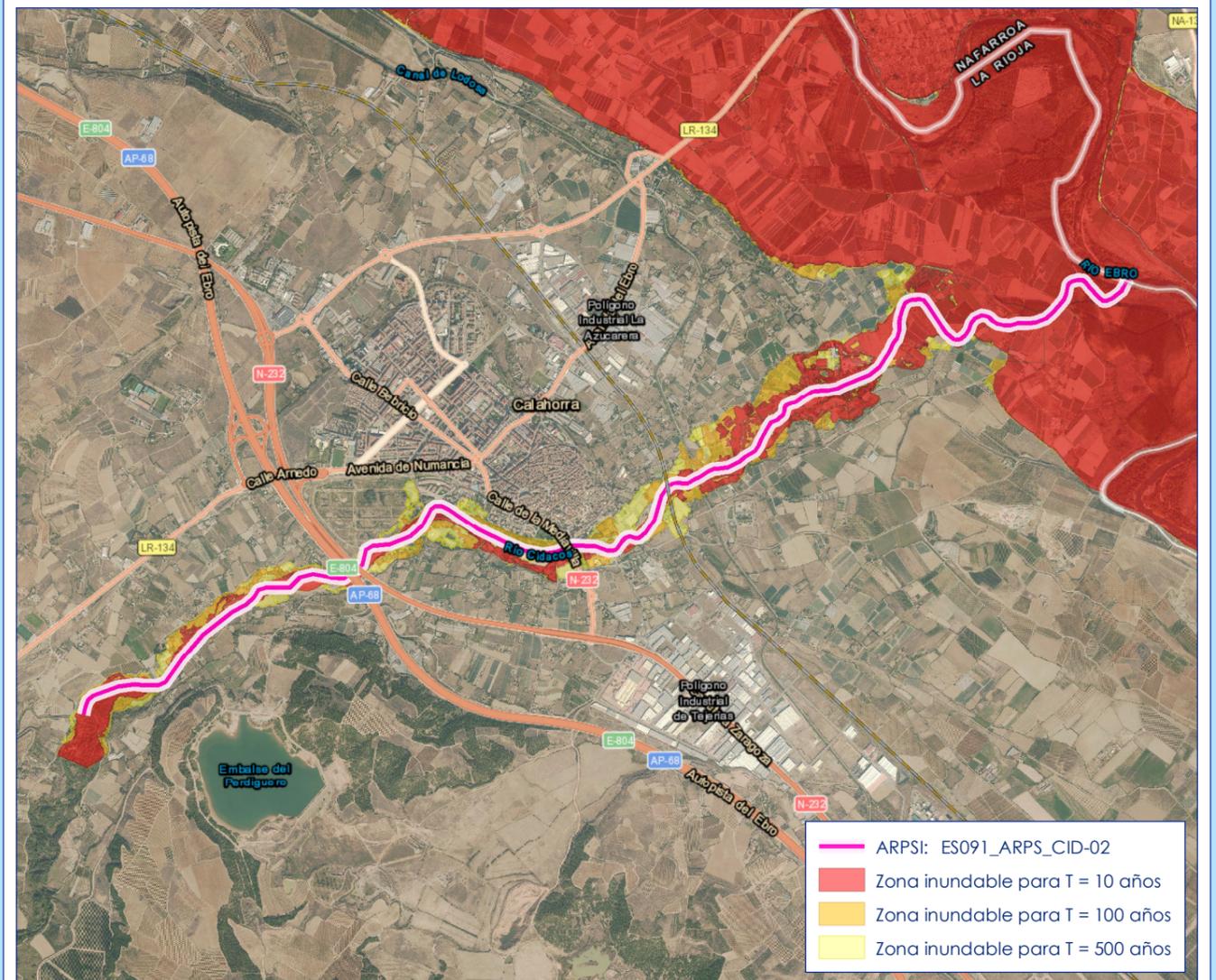
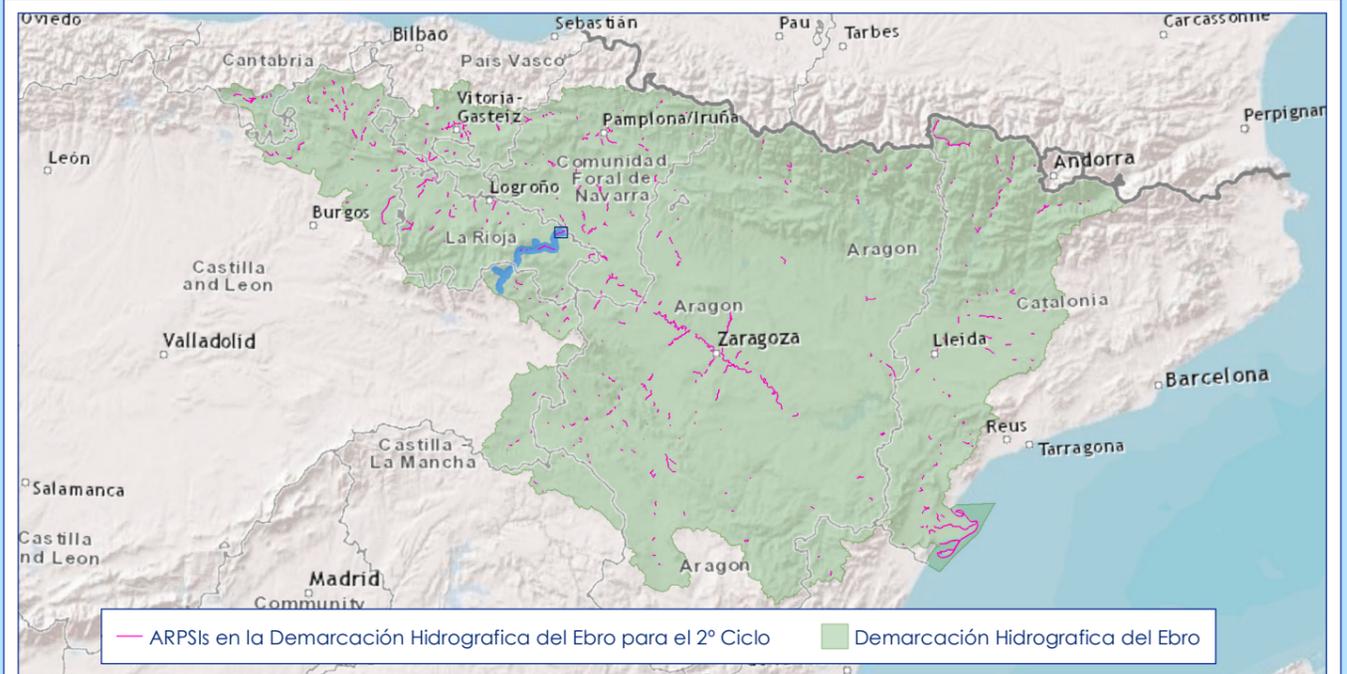
Análisis	Tramo no afectado	Valoración	-
----------	-------------------	------------	---

## RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN EN EL 2º CICLO

Longitud final del tramo ARPSI (Km)	8.51
Nuevos municipios	-
Nuevas masas de agua de la DMA	-
Nuevos cauces	-

**Se mantiene el tramo en el 2º ciclo**

## PLANO DE SITUACIÓN DEL TRAMO ARPSI



## DATOS DEL TRAMO ARPSI

Nombre del ARPSI	03.-Ebro-Logroño-Castejón
Código del ARPSI	ES091_ARPS_LEB
Código del tramo ARPSI	ES091_ARPS_LEB-05
Longitud del tramo ARPSI (Km)	4.87
Ciclo de definición	Primer ciclo de la Directiva de Inundaciones
Origen de la inundación	Fluvial
Cauce	Río Ebro
Término municipal	Azagra y Calahorra
Comunidad Autónoma	Comunidad Foral de Navarra / La Rioja
Nº de eventos registrados en el ARPSI	27
Fecha del último evento registrado	14/01/2010
Masa de agua de la DMA	ES091MSPF416

## DATOS DE LA EVALUACIÓN EN EL 2º CICLO

### INFORMACIÓN HISTÓRICA EN EL CICLO 2012-2018

Nº de eventos significativos	Fecha de los eventos	Fuente
2	01/02/2015; 27/02/2015	Organismo de cuenca

### NUEVA INFORMACIÓN SOBRE INUNDABILIDAD EN EL CICLO 2012-2018

Tramo informado por el Organismo de Cuenca	Tramo informado
Tramo informado por representantes de las CCAA	Tramo no informado
Tramo afectado por la actualización del Plan de Protección Civil	Tramo afectado
Valoración del riesgo en el Plan de Protección Civil previo	Riesgo intermedio
Valoración del riesgo en el Plan de Protección Civil nuevo	Riesgo intermedio
Nuevos estudios de inundabilidad en el tramo	No existente
Alegaciones recibidas en el primer ciclo de la Directiva en relación a la EPRI	No recibidas

### CAMBIOS DE USOS DEL SUELO EN EL CICLO 2012-2018

Identificación de cambios de usos del suelo	Con cambios significativos en la estructura urbana
---	--

### ANÁLISIS DE FENÓMENOS DE INUNDACIÓN PLUVIAL

Análisis de fenómenos de inundación pluvial en el tramo	Nº muy alto de siniestros en el periodo 2005-2017 (más de 100)
---	--

### ANÁLISIS DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Análisis	Tramo no afectado	Valoración	% de cambio en la precipitación acumulada inferior al umbral (menos de un 10%)
----------	-------------------	------------	--

### ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA COORDINACIÓN TRANSFRONTERIZA

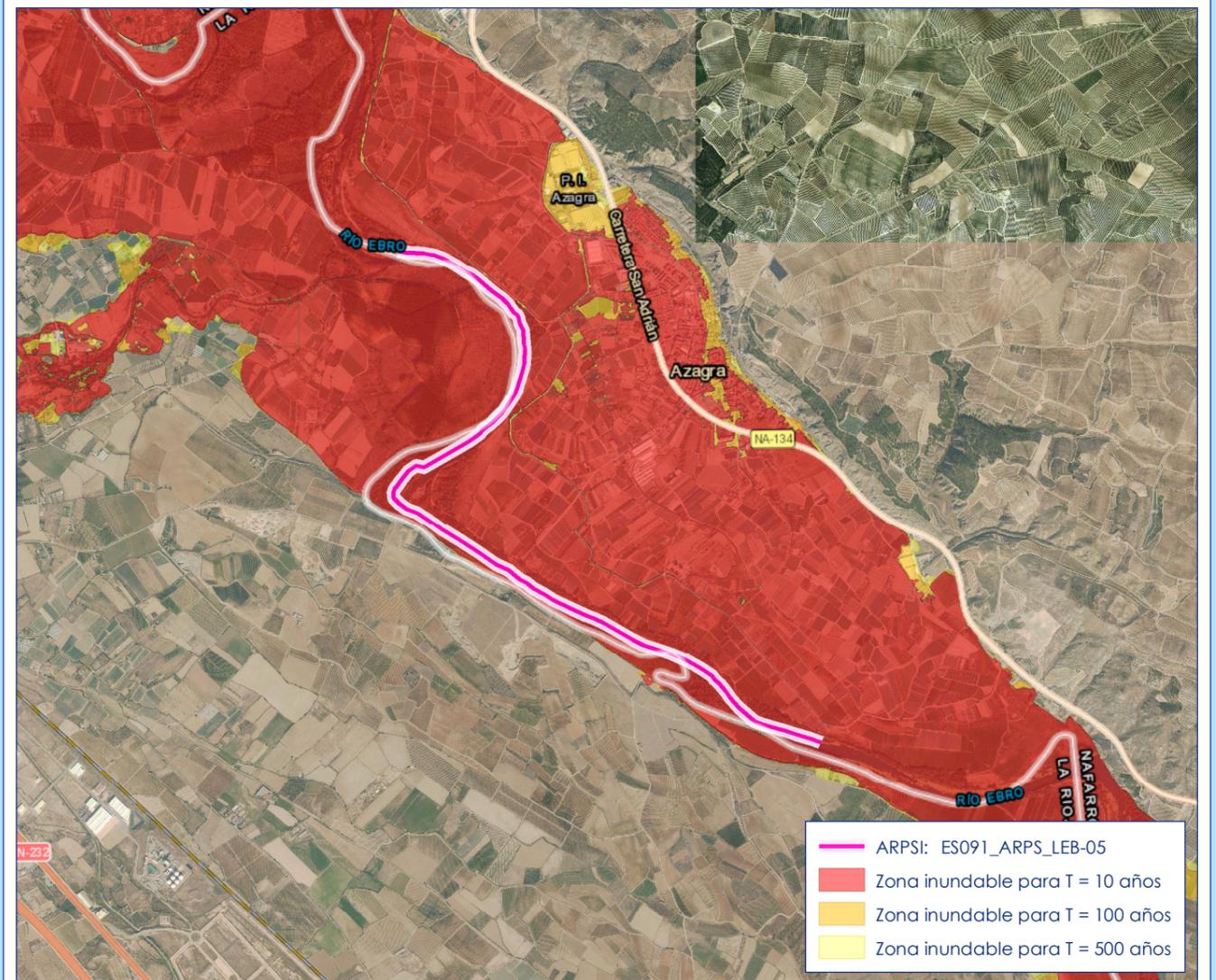
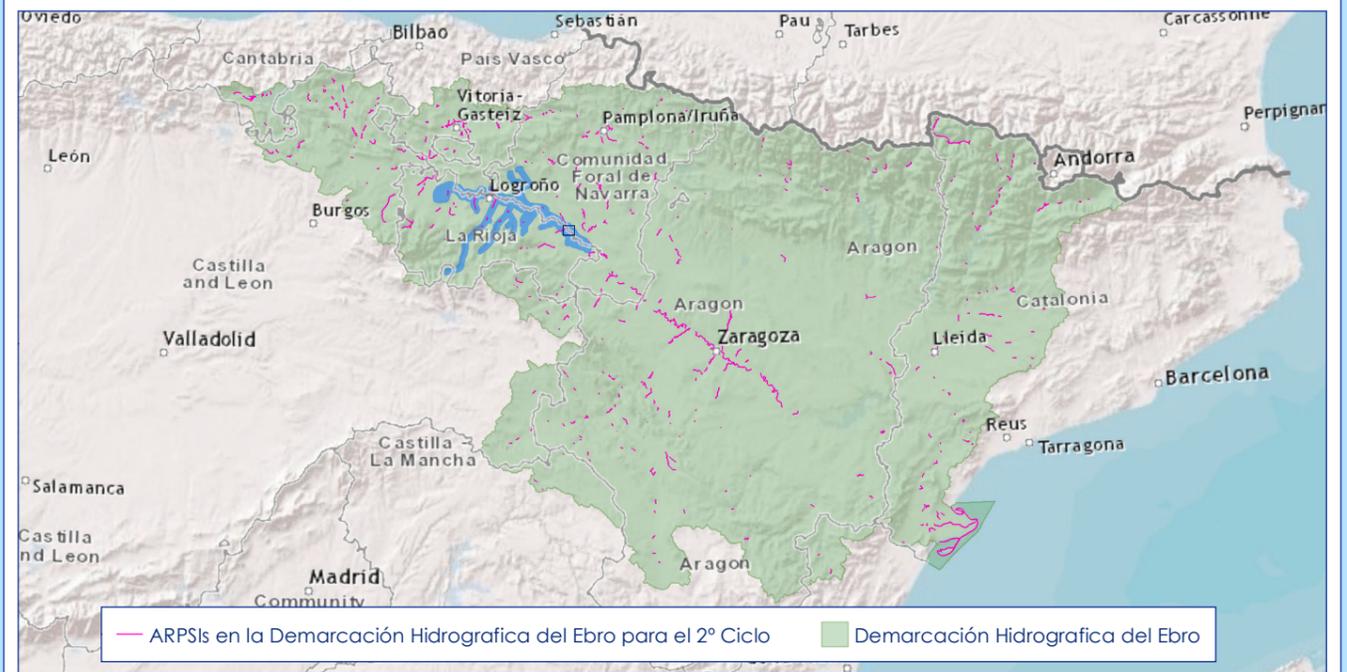
Análisis	Tramo no afectado	Valoración	-
----------	-------------------	------------	---

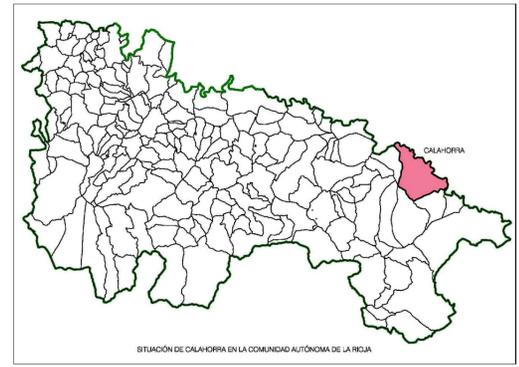
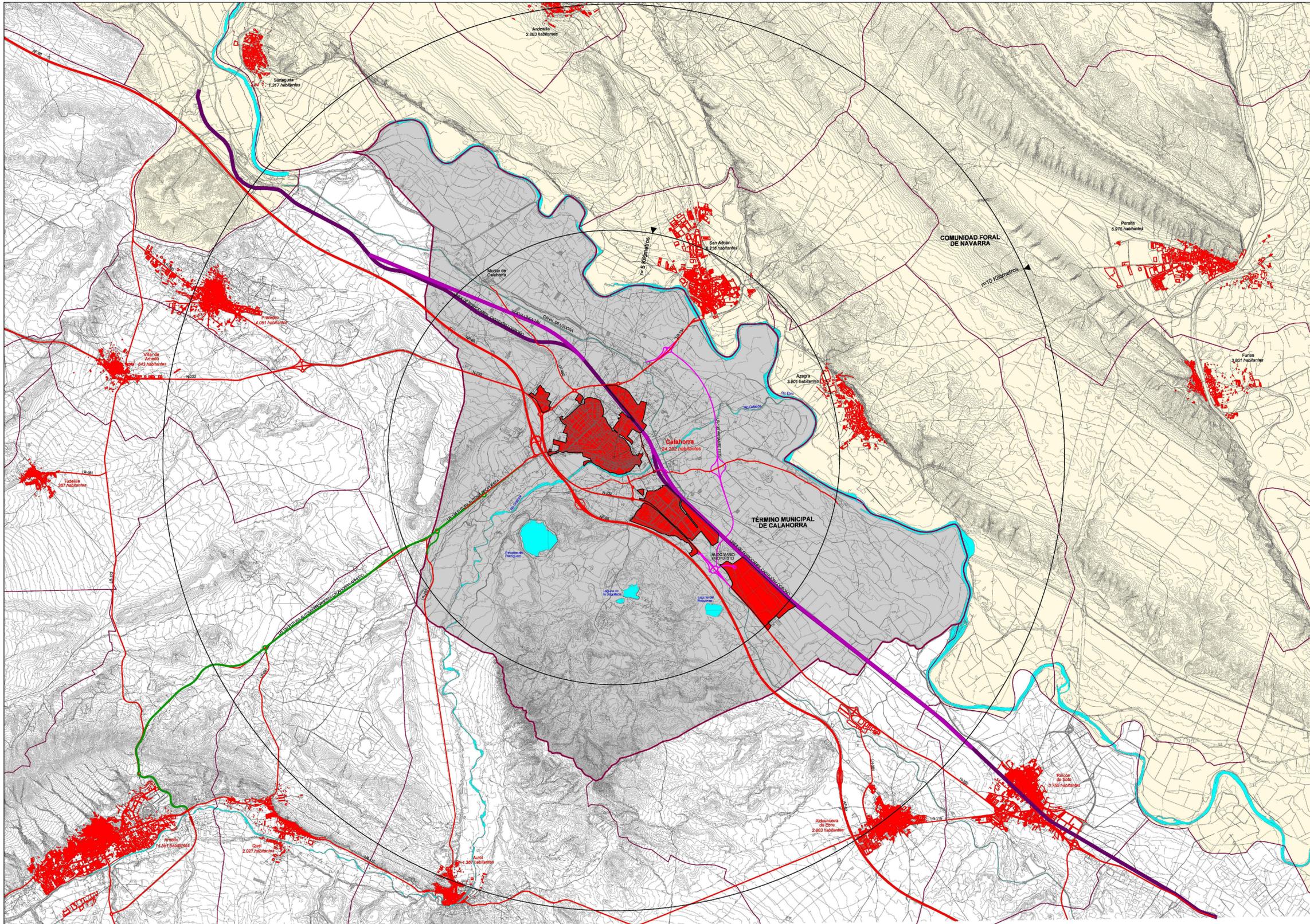
## RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN EN EL 2º CICLO

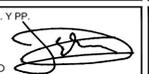
Longitud final del tramo ARPSI (Km)	4.87
Nuevos municipios	-
Nuevas masas de agua de la DMA	-
Nuevos cauces	-

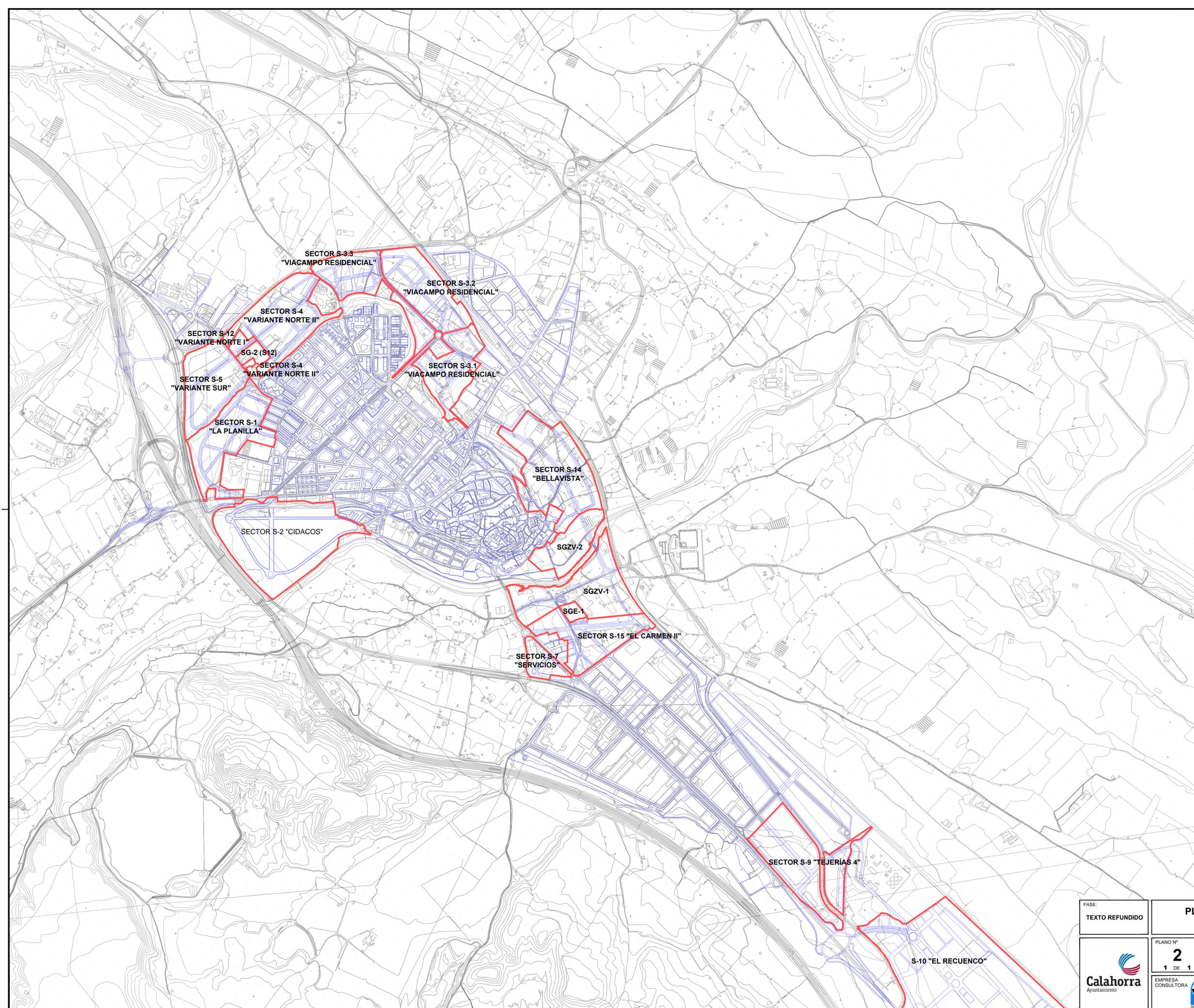
**Se mantiene el tramo en el 2º ciclo**

## PLANO DE SITUACIÓN DEL TRAMO ARPSI

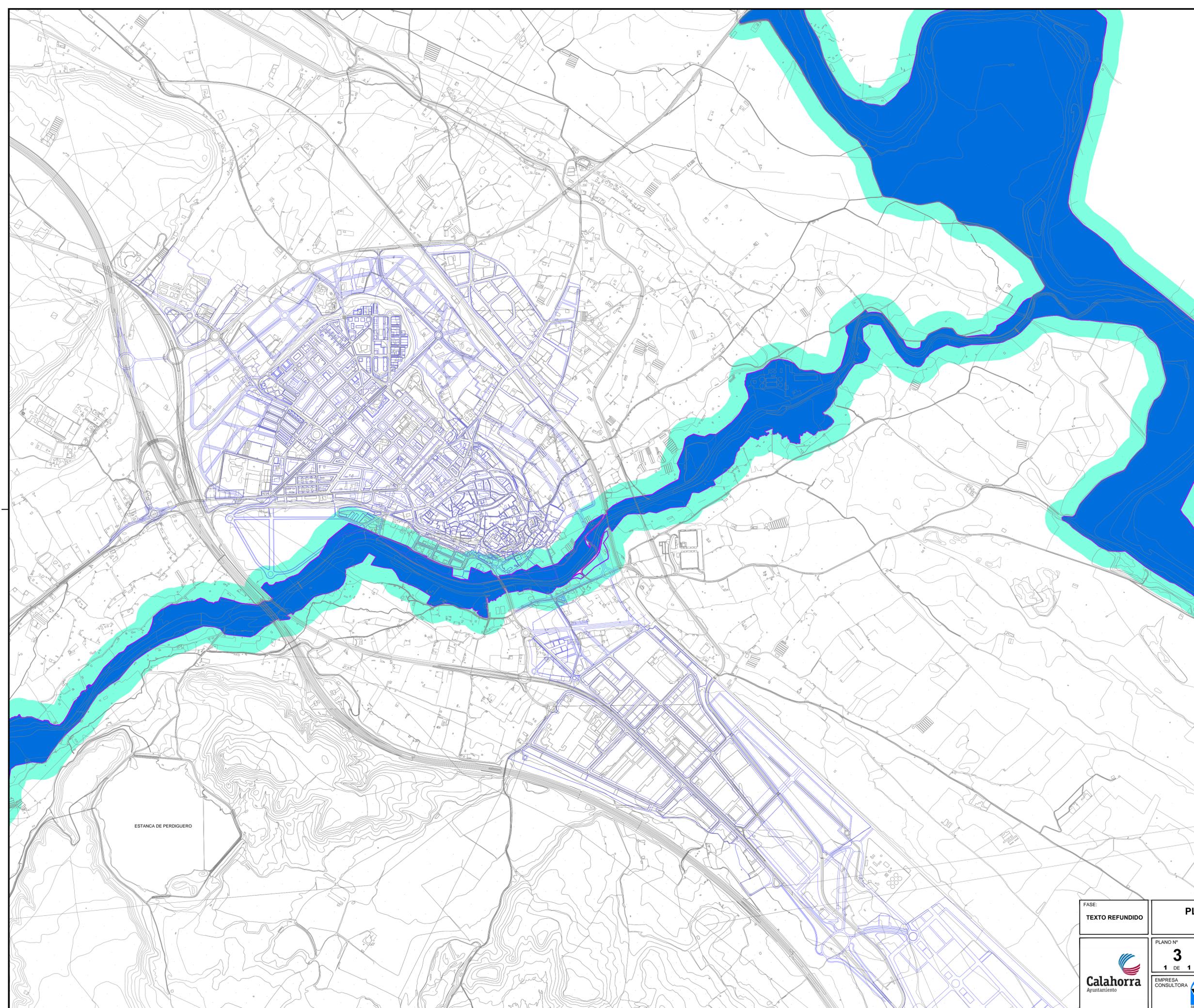




FASE: TEXTO REFUNDIDO	<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA ESTUDIO DE INUNDABILIDAD</b>		
 <b>Calahorra</b> Ayuntamiento	PLANO Nº <b>1</b> 1 DE 1	DESIGNACION DEL PLANO <b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b> 1_Situ.empla.DWG	ESCALA S/E 1/1
	EMPRESA CONSULTORA  <b>MVS</b> SERVICIOS Y URBANISMO S.L.	INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP. JOAQUIN SALANUEVA ETAYO 	



FASE: TEXTO REFUNDIDO		<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA</b> ESTUDIO DE INUNDABILIDAD	
 <b>Calahorra</b> Ayuntamiento	PLANO Nº <b>2</b>	DESIGNACIÓN DEL PLANO <b>PLANTA GENERAL DE ORDENACIÓN</b>	ESCALA 1/10.000
	1 DE 1	2_Pl.gen.ordenacion.DWG	1/1
EMPRESA CONSULTORA  SERVICIOS Y URBANISMO S.L.	INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP. JOAQUIN SALANUEVA ETAYO		FECHA DICIEMBRE 2020

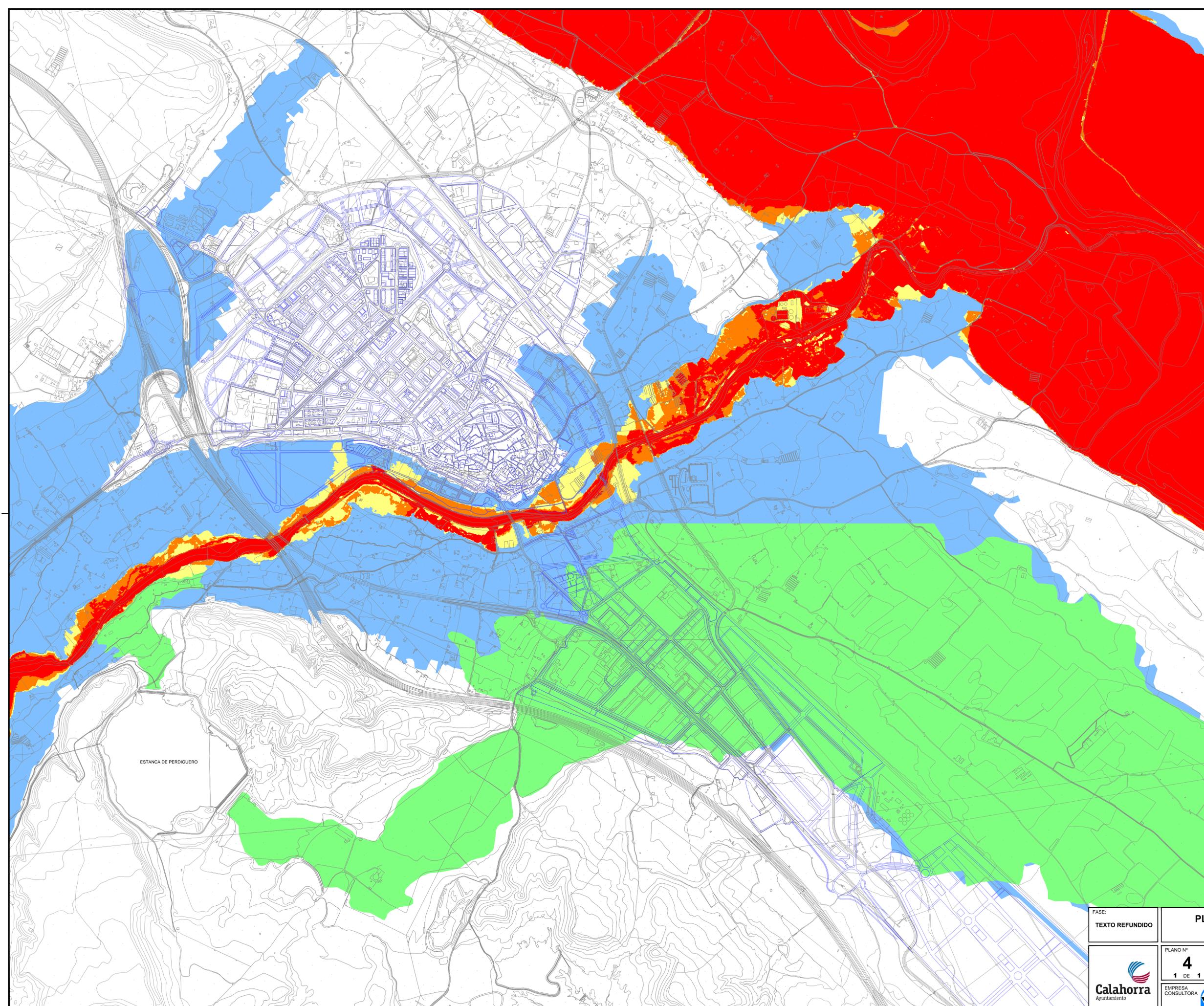


**LEYENDA**

	DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
	SERVIDUMBRE (5.00 m. EXPEDITOS)
	ZONA DE POLICÍA (100 m.)

ESTANCA DE PERDIGUERO

FASE: TEXTO REFUNDIDO	<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA ESTUDIO DE INUNDABILIDAD</b>		
 <b>Calahorra</b> Ayuntamiento	PLANO Nº <b>3</b> 1 DE 1	DESIGNACION DEL PLANO <b>DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO</b> 3_Dominio publico hidra.DWG	ESCALA <b>1/10.000</b> 1/1
	EMPRESA CONSULTORA  SERVICIOS Y URBANISMO S.L.	INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP.  JOAQUIN SALANUEVA ETAYO	FECHA DICIEMBRE 2020



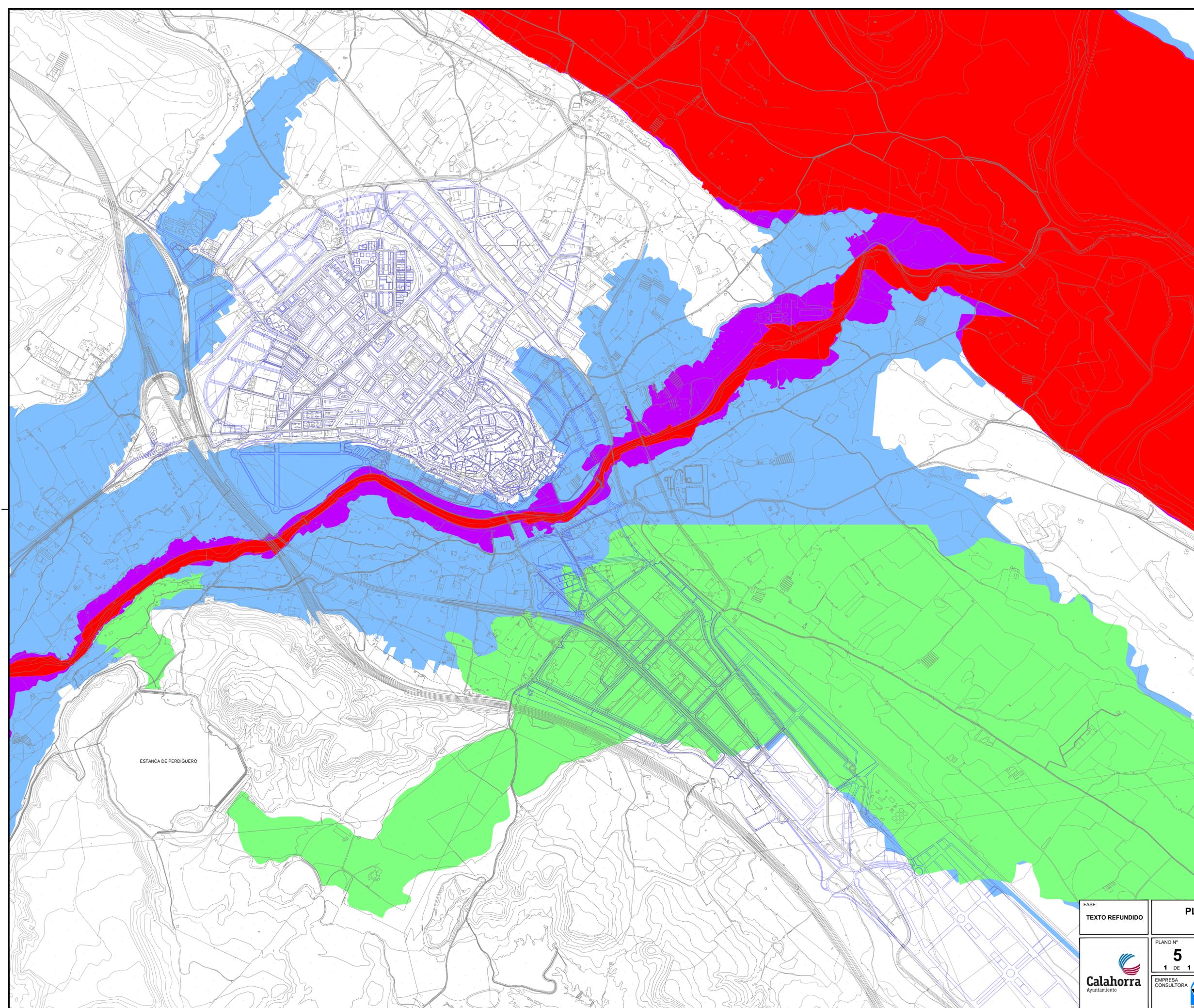
ESTANCA DE PERDIGUERO

INUNDABILIDAD DE ORIGEN FLUVIAL	
<span style="color: red;">■</span>	T10 AÑOS (PELIGROSIDAD ALTA)
<span style="color: orange;">■</span>	T100 AÑOS (PELIGROSIDAD MEDIA)
<span style="color: yellow;">■</span>	T500 AÑOS (PELIGROSIDAD BAJA)

INUNDABILIDAD DE ORIGEN ACCIDENTAL	
<span style="color: blue;">■</span>	ROTURA PRESA DE ENCISO
<span style="color: green;">■</span>	ROTURA PRESA DE PERDIGUERO

FASE: TEXTO REFUNDIDO	<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA</b> ESTUDIO DE INUNDABILIDAD		
	PLANO Nº <b>4</b> 1 DE 1	DESIGNACION DEL PLANO <b>ZONAS INUNDABLES</b> 4_Zonas inundables.DWG	ESCALA 1/10.000 1/1
	EMPRESA CONSULTORA  MVS SERVICIOS Y URBANISMO S.L.	INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP. JOAQUIN SALANUEVA ETAYO 	FECHA DICIEMBRE 2020



LEYENDA

- LIMITACIONES URBANÍSTICAS (LOTUR 5/2006)
- ZONA FLUJO PREFERENTE DE ORIGEN FLUVIAL SEGÚN REAL DECRETO 9/2008
- ZONA DE GRAVE RIESGO PROVOCADA POR LA ROTURA DE LA PRESA DE ENCISO
- ZONA DE GRAVE RIESGO PROVOCADA POR LA ROTURA DE LA PRESA DE PERDIGUERO

ESTANCA DE PERDIGUERO

FASE: TEXTO REFUNDIDO	<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA</b> <b>ESTUDIO DE INUNDABILIDAD</b>		ESCALA 1/10.000 1/1
<b>5</b> 1 DE 1	DESIGNACION DEL PLANO <b>LIMITACIONES URBANÍSTICAS</b> <small>S_Limitaciones urbanísticas.DWG</small>		INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP. 
	EMPRESA CONSULTORA 	JOAQUÍN SALANUEVA ETAYO	

CALAHORRA

SECTOR S-2  
CIDACOS

LEYENDA

- AVENIDA DE 100 AÑOS SEGÚN SNCZI
- AVENIDA DE 500 AÑOS SEGÚN SNCZI

FASE:  
TEXTO REFUNDIDO

PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA  
ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

PLANO Nº  
**6**  
1 DE 6

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
**SECTOR S-2 CIDACOS**  
ESTADO ACTUAL - INUNDABILIDAD SOBRE ORTOFOTO 2013  
6\_Sector Cidacos.dwg

ESCALA  
**1/4.000**

Calahorra  
Ayuntamiento

EMPRESA CONSULTORA

**MVS**  
SERVICIOS Y URBANISMO S.L.

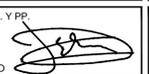
INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP.  
JOAQUIN SALANUEVA ETAYO

FECHA  
DICIEMBRE  
2020



CALAHORRA

SECTOR S-2  
CIDACOS

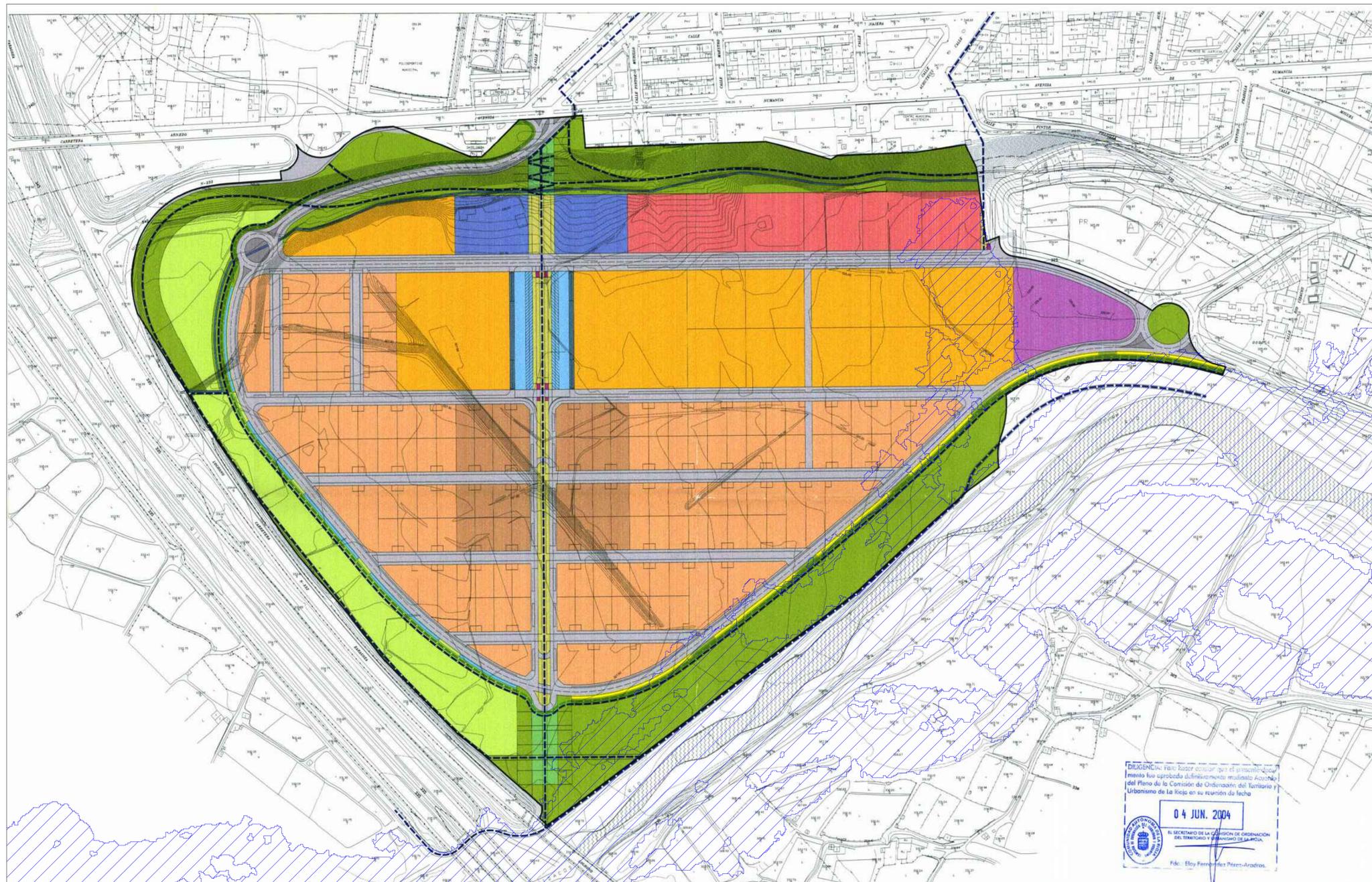
FASE: TEXTO REFUNDIDO		<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA</b> ESTUDIO DE INUNDABILIDAD	
 <b>Calahorra</b> Ayuntamiento	PLANO Nº <b>6</b> 2 DE 6	DESIGNACION DEL PLANO <b>SECTOR S-2 CIDACOS</b> ESTADO ACTUAL - CALADOS 500 AÑOS 6_Sector Cidacos.dwg	ESCALA <b>1/4.000</b> 1/1
	 <b>MVS</b> SERVICIOS Y URBANISMO S.L.	INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP. JOAQUIN SALANUEVA ETAYO	



CALAHORRA

SECTOR S-2  
CIDACOS

FASE: TEXTO REFUNDIDO		<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA</b> <b>ESTUDIO DE INUNDABILIDAD</b>	
PLANO Nº <b>6</b> 3 DE 6	DESIGNACIÓN DEL PLANO <b>SECTOR S-2 CIDACOS</b> ESTADO ACTUAL - CALADOS ISOBATA 40 cm (T500) 6_Sector Cidacos.dwg	ESCALA <b>1/4.000</b> 1/1	
	EMPRESA CONSULTORA 	INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP. JOAQUIN SALANUEVA ETAYO	FECHA DICIEMBRE 2020

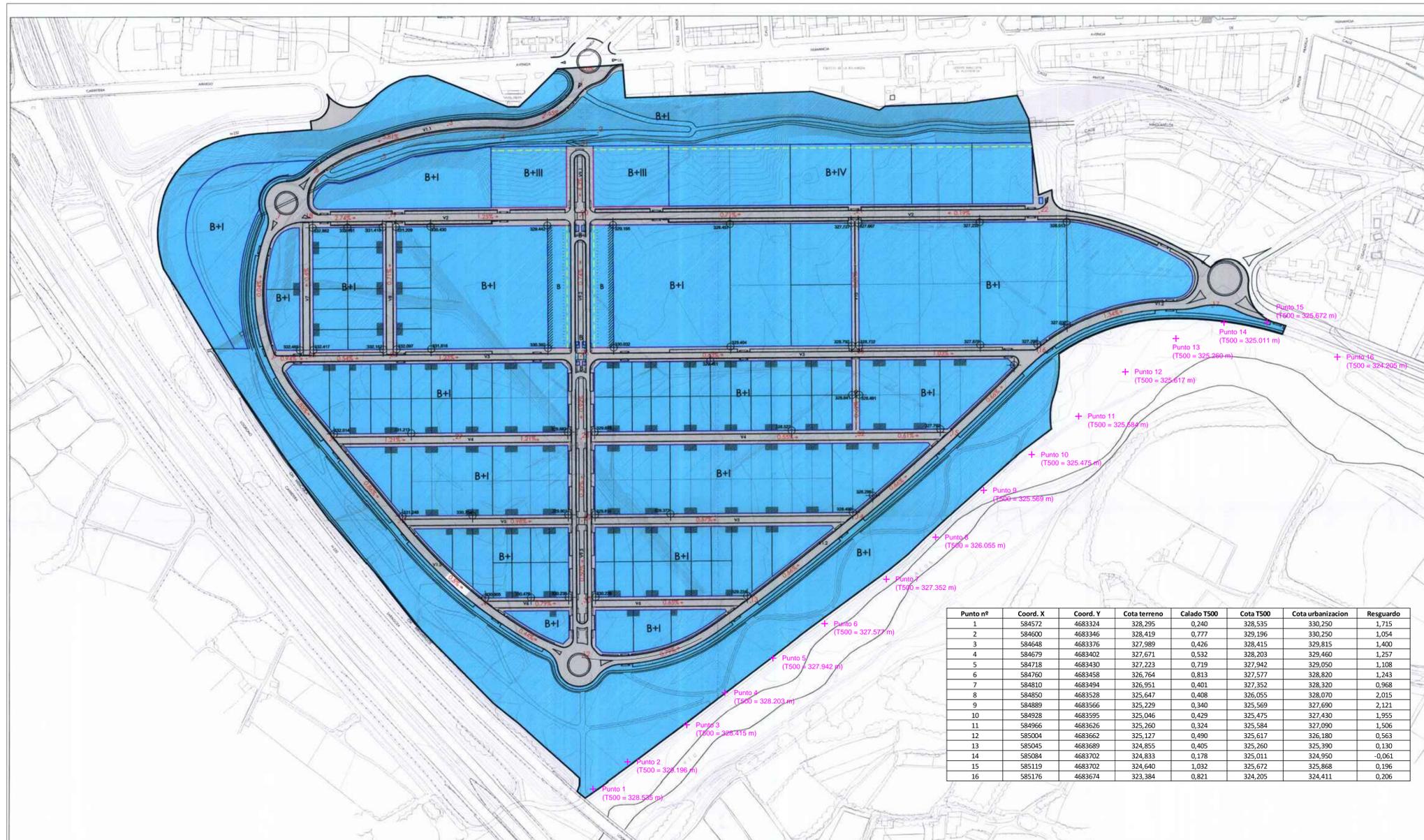


DILIGENCIA: Para hacer constar que el presente documento fue aprobado definitivamente mediante Acuerdo del Pleno de la Comisión de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja en su reunión de fecha  
**04 JUN. 2004**  
 EL SECRETARIO DE LA COMISIÓN DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y URBANISMO DE LA RIOJA  
 Fdo.: Eloy Fernández Pérez-Arceles

DOMINIO	PUBLICO										PRIVADO										<b>PLAN PARCIAL DE ORDENACIÓN DEL SECTOR CIDADOS CALAHORRA</b> GRUPO PROMOTOR: <b>AM2 arquitectos</b> TEXTO REFUNDIDO MAYO 2004 1/2000 ORDENACIÓN ZONIFICACION/USOS PORMENORIZADOS PLANO 9
USO PORMENORIZADO DETALLADO	VIARIO		PARQUE DOTACIONAL								ECONOMICO				RESIDENCIAL UNIFAMILIAR						
UTILIZACION	VIARIO	PLAZAS BULEVARES	JARDINES ISLETAS	CARRIL BICI	ITINERARIOS PEATONALES	ACEQUIA	PLAZAS	APARCAMIENTO DEPORTIVO	APARCAMIENTO ESPACIO LIBRE	CENTROS DOCENTES	PARQUE DEPORTIVO	ESPACIO LIBRE EQUIPAMIENTO SOCIAL Y COMERCIAL	ÁREAS PEATONALES	ACCESO GARAJE	TERCIARIO DOTACIONAL	COMERCIAL	SERVICIOS INFRAESTR.	COLECTIVA	AGRUPADA	MIXTA	

**LEYENDA**  
 AVENIDA DE 500 AÑOS SEGÚN SNCZI

FASE: <b>TEXTO REFUNDIDO</b>	<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA</b> <b>ESTUDIO DE INUNDABILIDAD</b>		
	PLANO Nº <b>6</b> 4 DE 6	DESIGNACION DEL PLANO <b>SECTOR S-2 CIDADOS</b> ESTADO DEFINITIVO - USOS PORMENORIZADOS 6_Sector Ciudados.dwg	ESCALA <b>1/2.000</b> 1/1
	EMPRESA CONSULTORA 	INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP. JOAQUIN SALANUEVA ETAYO	FECHA DICIEMBRE 2020



ESTUDIO DE DETALLE MODIFICACIÓN DE RASANTES PLAN PARCIAL SECTOR CIDACOS. CALAHORRA. LA RIOJA

PROMOTOR:  
Junta de Compensación  
del Sector Ciudadanos  
Julio 2009

Propuesta.  
Ordenación. Viario: Denominación/Alineaciones  
y rasantes. Alturas/Posición de la edificación.

ARQUITECTO:  
JESÚS RAMOS MARTÍNEZ

PLANO Nº  
03  
Escala:  
1/2000

República: 99-0000-000  
Documento: 99-000079-000-02147  
Página: 17/19  
República: CALAHORRA  
DISEÑADO POR: JESÚS RAMOS MARTÍNEZ  
11/09/09

COAR  
CONSEJO COLEGIADO DE ARQUITECTOS DE LA RIOJA  
VISADO  
11/09/09

Se hace constar que las proyecciones y alineaciones representadas en este plan parcial del Sector Ciudadanos, han sido elaboradas por el Sr. Arquitecto JESÚS RAMOS MARTÍNEZ, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 10.º de la Ley 1/2009, de 11 de febrero, de la Ley de Ordenación del Territorio y Urbanismo de la Rioja.

17	X= 585187,84	Y= 4683921,11	Z= 324,95
18	X= 584442,74	Y= 4683994,27	Z= 332,97
19	X= 584510,74	Y= 4683994,71	Z= 331,09
20	X= 584467,74	Y= 4683995,72	Z= 329,12
21	X= 584493,73	Y= 4683997,17	Z= 327,51
22	X= 585045,73	Y= 4683998,17	Z= 327,80
23	X= 584894,47	Y= 4683882,49	Z= 328,53
24	X= 584443,48	Y= 4683879,77	Z= 332,28
25	X= 584511,48	Y= 4683880,21	Z= 331,91
26	X= 584468,48	Y= 4683881,23	Z= 329,97
27	X= 584564,00	Y= 4683811,55	Z= 330,62
28	X= 584468,79	Y= 4683813,73	Z= 329,35
29	X= 584469,23	Y= 4683745,73	Z= 329,61
30	X= 584469,75	Y= 4683677,73	Z= 329,95
31	X= 584467,36	Y= 4684053,18	Z= 331,64
32	X= 584894,91	Y= 4683815,19	Z= 328,11

Nº DE PLANTAS	ALINEACIÓN OFICIAL	POSICIÓN OBLIGADA DE LA EDIFICACIÓN CONCORDANTE CON ALINEACIÓN OFICIAL	APARCAMIENTO AJUSTADO A LA ALINEACIÓN OFICIAL
B+I	ALINEACIÓN OFICIAL	POSICIÓN OBLIGADA DE LA EDIFICACIÓN	POSICIÓN OBLIGADA DEL CERRAMIENTO
LÍNEA DIVISORIA DE ZONAS CON DISTINTO Nº DE PLANTAS	CONDICIONES DE LA EDIFICACIÓN Y RETRANQUEO EN RÍOJA ORDENACIÓN	POSICIÓN OBLIGADA DE LA EDIFICACIÓN	POSICIÓN OBLIGADA DEL CERRAMIENTO
PENDIENTE DE VIARIO	SÓLO OCUPACIÓN BAJO RASANTE		

FASE:  
TEXTO REFUNDIDO

PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA  
ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

Calahorra  
Ayuntamiento

PLANO Nº  
6  
5 DE 6

DESIGNACIÓN DEL PLANO  
SECTOR S-2 CIDACOS  
ESTADO DEFINITIVO - ALINEACIONES Y RASANTES  
6\_Sector Ciudadanos.dwg

ESCALA  
1/2.000  
1/1

EMPRESA CONSULTORA  
MVS  
SERVICIOS DE URBANISMO S.L.

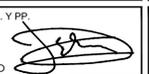
INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP.  
JOAQUÍN SALANUEVA ETAYO

FECHA  
DICIEMBRE  
2020



LEYENDA

— LINEA DE LIMITACIONES URBANÍSTICAS SEGÚN LOTUR 5/2006  
(Envolvente de T-100, isobata 0,4 m T-500 e isolinia 1 m/s T-500)

FASE: TEXTO REFUNDIDO		<b>PLAN GENERAL MUNICIPAL DE CALAHORRA</b> ESTUDIO DE INUNDABILIDAD	
PLANO Nº <b>6</b> 6 DE 6	DESIGNACION DEL PLANO <b>SECTOR S-2 CIDACOS</b> ESTADO DEFINITIVO - LIMITACIONES URBANÍSTICAS 6_Sector Cidacos.dwg	ESCALA <b>1/2.000</b> 1/1	
 Calahorra Ayuntamiento	EMPRESA CONSULTORA  VS SERVICIOS Y URBANISMO S.L.	INGENIERO DE CAMINOS CC. Y PP.  JOAQUÍN SALANUEVA ETAYO	

FECHA  
DICIEMBRE  
2020