



Facultad de
Filosofía y Letras
Universidad Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO

**Cambios recientes en la llanura de inundación en la confluencia de los
ríos Alfambra y Guadalaviar**

Autor: Guillermo Vicente López

Director: Miguel Sánchez Fabre

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio
Universidad de Zaragoza
Facultad de Filosofía y Letras

29 de junio de 2015

ÍNDICE

Introducción	3
1. Antecedentes	5
2. Localización	7
3. Objetivos y metodología	10
4. Análisis de la llanura de inundación:	14
4.1. Los ríos Alfambra, Guadalaviar y Turia	
4.2. La llanura de inundación en la zona de confluencia Alfambra-Guadalaviar-Turia	
Conclusiones	27
Bibliografía	28

Resumen: cada vez es más común la ocupación de las llanuras de inundación de los ríos por el hombre debido a las ventajas que ofrecen estos terrenos: más fértiles, con buena disponibilidad de agua y con una topografía llana en la mayoría de los casos que facilita el asentamiento.

En este caso, se ha estudiado la ocupación de la llanura de inundación de los ríos Guadalaviar, Alfambra y Turia en la zona más próxima al punto de confluencia entre los dos primeros ríos. Resulta evidente el aumento de la ocupación de la llanura desde mitad del siglo XX hasta la actualidad, por lo que uno de los objetivos de este trabajo es cuantificar los cambios de esta ocupación para llegar a la conclusión de si es preciso llevar a cabo una cierta planificación y ordenación territorial en la zona de estudio.

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de llanuras de inundación nos estamos refiriendo a aquellas superficies de topografía prácticamente plana, adyacentes al cauce, que ha construido el propio río y que está continuamente remodelando. Su función es la absorción del exceso de caudal y de sedimentos durante las crecidas.

Es evidente, por tanto, que son zonas integradas por materiales detríticos totalmente sujetas a inundaciones periódicas y a una dinámica geomorfológica que está activa.

Es importante saber, además, que a diferencia de otros riesgos naturales, las avenidas resultan necesarias para el correcto funcionamiento de muchos ecosistemas fluviales, donde el desbordamiento de los cauces asegura abastecimiento hídrico suficiente a las zonas húmedas adyacentes, al tiempo que fertiliza y repone los suelos de las cuencas bajas.

El problema surge cuando el hombre se instala en las zonas inundables. Las terrazas fluviales, llanuras aluviales y abanicos son los sectores de la cuenca en las que más población se establece dada la disponibilidad de agua, la fertilidad de sus suelos y una topografía llana que facilita los asentamientos urbanos y las vías de comunicación. El riesgo existe en la medida que la anegación de las áreas inundables puede perjudicar al hombre. La ocupación antrópica es cada vez mayor y, por tanto, las zonas sometidas a riesgo también. Además, no sólo se incrementa la cantidad de superficie expuesta, sino que se pueden

producir cambios cualitativos, en relación a qué zonas se inundan, ya que se ve afectada la actividad natural del río.

Poco a poco, las inundaciones, que en principio no eran más que un fenómeno hidrogeomorfológico natural, pasan a convertirse en el riesgo de mayores dimensiones para el continente europeo.

En la actualidad existen suficientes mecanismos de planificación y sistemas de seguridad como para que una crecida no sea un drama, sino un acontecimiento beneficioso para el río y para la propia educación ciudadana.

Por todo esto parece conveniente conocer con detalle los cambios de usos que se han dado a las llanuras de inundación en las últimas décadas, así como la forma en que dichos cambios han supuesto un incremento de la exposición, sobre todo de bienes, y por tanto de los daños que pueden generar las crecidas.

Esto es lo que se pretende analizar en este trabajo en la zona de la confluencia de los ríos Alfambra y Guadalaviar, próxima a la ciudad de Teruel.

Por todo esto, mediante fotografías aéreas que se han tenido que georreferenciar y ortoimágenes, en este proyecto se ha cuantificado y cartografiado la evolución y las modificaciones de los usos del suelo en la llanura de inundación de la zona de estudio.

Para ello, se han tomado como referencia los años 1945,1956,1986 y 2009 para valorar los cambios de uso de suelo en las llanuras de inundación de los ríos Alfambra, Guadalaviar y Turia en las zonas más próximas a Teruel.

1.-ANTECEDENTES

Cualquier trabajo, tanto académico como científico, debe estar nutrido de unos antecedentes que sirvan de base y apoyo al desarrollo del estudio, mostrando aquellos aspectos que conviene analizar y el modo de hacerlo.

En este caso, son varios los antecedentes que han nutrido a este trabajo fin de grado para conocer y comprender de una forma más específica todos los aspectos que han sido estudiados con el fin de alcanzar unos determinados objetivos.

Ayala y Olcina (2002), en su libro Riesgos Naturales, demuestran que la llanura de inundación de un río es un territorio sometido a cambios estructurales constantes. Por ejemplo, la deforestación ribereña generalmente aumenta la erosionabilidad de los márgenes mediante la pérdida de fuerza de las raíces, lo que conduce al ensanchamiento creciente del cauce y a su migración (Zimmerman *et al.* , 1967; Rowntree y Dollar, 1999; Muray y Paola, 2003).

La llanura de inundación forma parte del territorio natural de un río y resulta imprescindible que se lleven a cabo tareas de planificación y ordenación del territorio para controlar la ocupación antrópica en estas zonas inundables. (Malovoi *et al.* 1998, Cals y van Drimmelen 2000, Ureña y Ollero 2000, Pottier *et al.* 2005, Ollero 2006, Ollero 2007, Espejo *et al.* 2008, Ollero *et al.* 2009)

Dicha planificación deberá tener muy presentes las inundaciones, fenómenos naturales que no pueden evitarse, incluso necesarios para el correcto funcionamiento de los ríos y de sus ecosistemas asociados, y cuyos impactos están aumentando ante algunas actividades humanas y, según algunos autores, debido al cambio climático. La solución propuesta por técnicos y científicos de diferentes disciplinas ligadas al medio natural consiste en dar más espacio a los ríos, restableciendo en la medida de lo posible las llanuras de inundación. Esto sería totalmente acorde con las propuestas de la Directiva Europea Marco del Agua (2000/60/CE) sobre, y con la Directiva relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación (Directiva 2007/60/CE de 23 de octubre), traspuesta en España a través del Decreto 303/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

En la actualidad hay suficientes mecanismos de planificación y sistemas de seguridad como para que una crecida no sea un drama, sino un acontecimiento beneficioso para el río y para la

propia educación ciudadana. (*Beguería et al. 2003, Acín et al. 2012, Bescos y Camarasa 2004, Losada et al. 2004, Barredo 2009, Terranova y Gariano 2014, Serrano Novitovli et al. 2014*).

Los cambios que en los últimos años se aprecian en la ocupación y usos de la llanura de inundación de los ríos Alfambra, Guadalaviar y Turia en las proximidades de Teruel trasladan a este lugar el problema de la planificación de los espacios urbanos y rurales, así como de la impronta que las futuras crecidas puedan tener en la llanura de inundación de estos ríos, causando daños de mayor o menor volumen. Por ello, se va a abordar este trabajo intentando determinar esos cambios de ocupación y uso para valorar el incremento del riesgo que puedan suponer las crecidas ante la falta de planificación de esa ocupación.

2.- LOCALIZACIÓN

La ciudad de Teruel, al sur de la Comunidad Autónoma de Aragón, se encuentra rodeada en su parte occidental por tres ríos diferentes, todos pertenecientes a la cuenca hidrográfica del Júcar. Estos tres ríos son el Alfambra, el Guadalaviar y el Turia. Justo a orillas de la ciudad confluyen los dos primeros pasando a formar el río Turia.

Estos tres ríos poseen una amplia llanura de inundación, aunque sectorialmente su anchura es muy cambiante. Hay tramos donde se ronda el kilómetro y otros donde apenas alcanza los 100 m. En este trabajo se analiza la llanura de inundación del río Alfambra entre la zona de Los Baños y la confluencia con el Guadalaviar, la del río Guadalaviar desde el municipio de San Blas hasta este mismo punto de confluencia y, finalmente, la del río Turia desde su aparición hasta el municipio de Villaspesa.

El sector drenado por esta red fluvial forma parte del Sistema Ibérico Oriental. Es lugar de intersección de dos de las fosas internas de la cadena ibérica: la de Calamocha – Teruel y la de Alfambra – Teruel – Mira.

En la zona de confluencia el Alfambra y el Guadalaviar contactan en ángulo recto, como lo hacen las dos depresiones tectónicas

Los materiales que conforman el área de estudio son predominantemente neógenos y cuaternarios. Los depósitos neógenos son característicos de la fosa Alfambra – Teruel. En su base se componen de arcillas rojizas y yesos cristalinos y sobre ella reposan calizas margosas, margas yesíferas e intercalaciones locales de lignitos. Son, respectivamente, las series rojas y blancas que constituyen uno de los elementos destacados del paisaje de la zona.

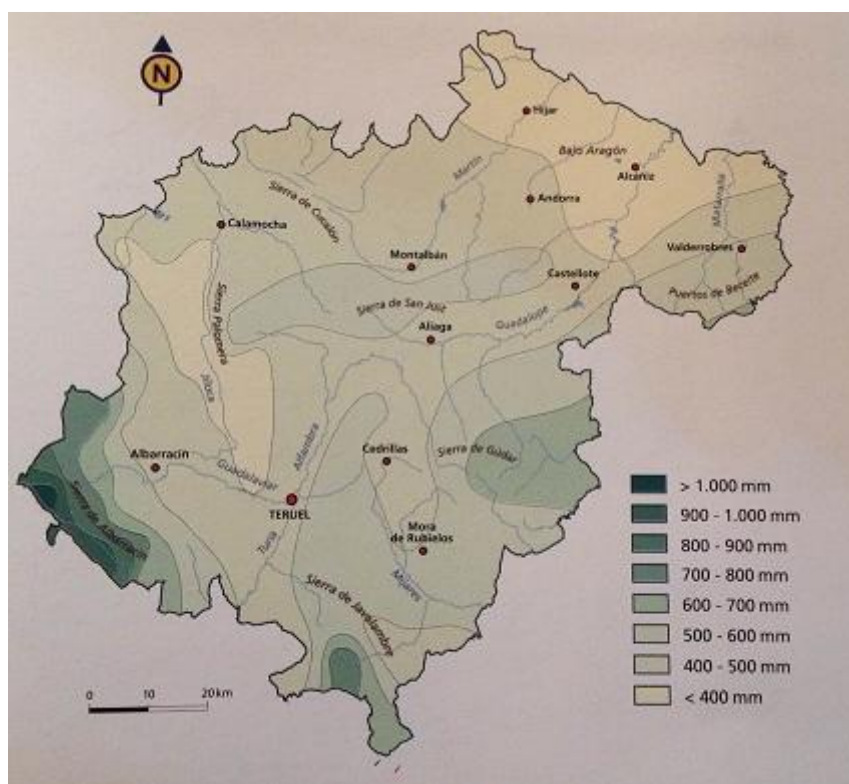
Podemos distinguir tres niveles generalizados de terraza y cauce subactual. Estos niveles aparecen a la misma altura en los dos ríos confluyentes y en la red resultante, que es el río Turia. Los escarpes de los niveles inferiores de estas terrazas son los que delimitan la parte externa de la llanura de inundación. Sirva como referencia que tanto el casco antiguo como la zona del ensanche de la ciudad de Teruel se asientan sobre la terraza inferior, dispuesta 20 metros sobre el lecho actual del río (Peña, 1981).

Estas terrazas están relacionadas con distintos niveles de glaciares, conos de deyección y acumulaciones de vertiente. Además, han sido afectadas por deformaciones tectónicas visibles

en todos los niveles, coincidiendo las zonas de mayor deformación con el tramo de intersección de las dos fosas ibéricas.

A simple vista la mayor parte de la llanura de inundación está ocupada por cultivos de regadío, aunque en zonas marginales también se pueden encontrar cultivos de secano de forma más aislada. También ocupa un espacio la vegetación natural de ribera que no debe confundirse con los cultivos de tipo arbóreo de diferentes especies de *Populus* que van ganando superficie a la huerta tradicional. No obstante, estas apreciaciones se irán comprobando con mucho mayor detalle a lo largo del estudio.

El clima de la provincia de Teruel está sujeto a influencias muy variadas. Desde influencias climáticas del Mediterráneo hasta influencias características de la Meseta española, recibiendo también características climáticas de la Depresión del Ebro. Las precipitaciones en la provincia de Teruel resultan ser bastante débiles. Esto tiene una explicación básica: la topografía característica de la zona hace difícil la penetración de los frentes atmosféricos.



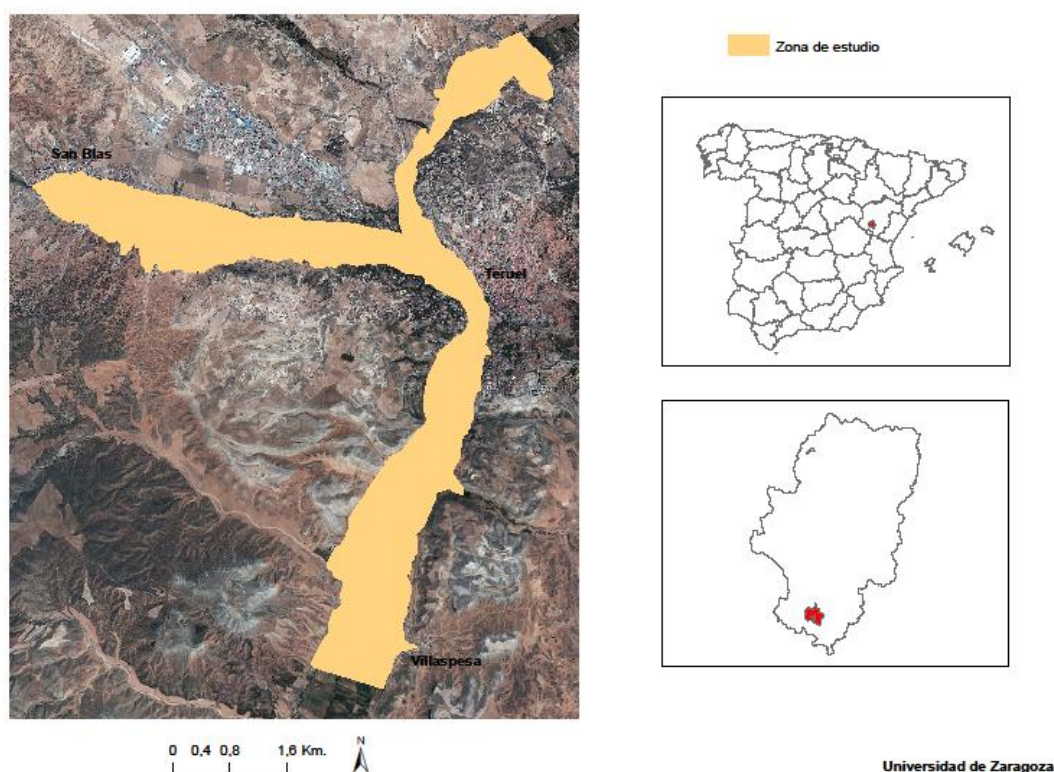
Mapa 1: mapa de isoyetas medias anuales en la provincia de Teruel. Fuente: Cartillas Turolenses: El Clima en la Provincia de Teruel.

Como se puede observar en la figura anterior, el río Turia en la provincia de Teruel y sus ríos afluentes Alfambra y Guadalaviar, están influidos por precipitaciones escasas inferiores a los 600mm de media.

Además de la escasez de precipitaciones, es extrema la variabilidad interanual pluviométrica en la zona de Teruel. Por ejemplo, de 1951 a 1985, Teruel observó medias anuales extremas de precipitación de 227.5 mm (1957) y 637.4 mm (1960). (Cartillas Turolenses: El Clima de la Provincia de Teruel).

Todo esto hace que el caudal de estos tres cursos fluviales sea escaso y que sus módulos anuales no superen, ni siquiera después de la confluencia y la formación del río Turia, los 3 m³/s.

LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



Mapa 2: Localización de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

3.-OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Como ya se ha señalado, cada vez es más usual encontrar las llanuras de inundación de los ríos con la implantación de nuevos usos del suelo.

Son zonas idóneas para el establecimiento de los asentamientos urbanos y las vías de comunicación debido a la disponibilidad de agua, la fertilidad de sus suelos y una topografía llana en la mayoría de los casos.

En esta zona de estudio, a simple vista resulta evidente el crecimiento de las edificaciones a lo largo de los años en la llanura de inundación en detrimento de espacios naturales de vegetación, de la vegetación de ribera y, en su mayoría, en detrimento de la extensión de los cultivos.

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo no es otro que el de analizar el cambio de los usos de suelo desde el año 1945 hasta el 2009 en el sector de llanura de inundación de los ríos Turia-Guadalaviar-Alfambra en las proximidades de Teruel y una puesta en valor de lo que esos cambios de ocupación pueden suponer en el riesgo de crecidas.

Además de este objetivo principal se han planteado una serie de objetivos específicos que a través del desarrollo del trabajo nos deben de conducir al logro de ese objetivo principal:

- Recopilación y análisis de bibliografía relativa al uso de las llanuras de inundación y al fenómeno de riesgos de inundación que les afecta
- Elaboración de una cartografía sincrónica, en la que se aprecie con gran detalle la evolución de la ocupación en un sector de llanura de inundación de los ríos que nos ocupan.

Un punto importante del trabajo es la cuantificación de la superficie ocupada por los diferentes usos de la llanura de inundación. Para ello se han calculado los porcentajes correspondientes a cada uso en cada momento estudiado.

Se han utilizado diferentes fotografías aéreas, las cuáles se han tenido que georreferenciar, y también diferentes ortofotos ya georreferenciadas.

A continuación, una relación del material utilizado para llevar a cabo este estudio:

Imagen	Realización	Escala	Total Imágenes utilizadas	Georreferenciación	Fuente
Vuelo americano. Serie A	Entre 1945 y 1946	1:15000	7	Propia	IGN
Vuelo americano. Serie B	Entre 1956 y 1957	1:15000	7	Propia	IGN
Vuelo interministerial	Entre 1973 y 1986	1:10000	6	Propia	IGN
Ortofoto color Plan PNOA	Año 2009	1:10000	4	De origen	IDE ARAGÓN

Tabla 1. Fotografías aéreas y ortofotos empleadas en el trabajo.

Hay que tener en cuenta que las imágenes realizadas a partir del Vuelo Interministerial llevado a cabo entre 1973 y 1986, corresponden al rango de años 1977-1981 en esta zona de estudio, ya que fue entonces cuando el Vuelo Interministerial trabajó en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Mediante el programa Photoshop, las imágenes no georreferenciadas se cambiaron de formato, pasando de imágenes en formato PDF a imágenes en formato TIF, manipulables con el programa informático ArcGis.

Mediante el programa ArcGis, se georreferenciaron un total de 20 imágenes TIF tomando de referencia las coordenadas “*ETRS_1989_UTM_Zone_30N*” del visualizador de la página web del IGN (Instituto Geográfico Nacional).

Con las imágenes georreferenciadas se empezó a delimitar la llanura de inundación. No resulta una tarea fácil reconocer visualmente diferentes elementos del paisaje a través de una

ortofoto, por lo que en esta parte, entre otras, fue imprescindible apoyarse con trabajo de campo.

Una vez georreferenciadas con el mismo sistema de proyección de coordenadas todas las imágenes, se han delimitado todos los elementos destacables en cada una de ellas, siempre dentro de los límites de la llanura de inundación:

- Vegetación de ribera
- Cultivos
- Estación de aforo
- Estación de ferrocarril
- Centro penitenciario
- Edificios industriales/comerciales
- Hospital
- Otros usos
- Viviendas y edificios de uso agrícola
- Zona improductiva
- Cauce fluvial
- Caminos
- Vía ferroviaria
- Carreteras

Los grupos esenciales serían la vegetación de ribera, cultivos, zona improductiva, cauce fluvial, vías de comunicación y zonas edificadas. Pero en algunos de ellos se han diferenciado elementos. Por ejemplo en vías de comunicación: caminos, vía ferroviaria y carreteras. También respecto a las zonas edificadas se han considerado aparte algunos edificios como el hospital, el centro penitenciario o la estación de ferrocarril, por las concentraciones de población que pueden darse en ellos.

Una vez realizada la cartografía, tomando como referencia los datos numéricos que expresan el área total de cada uno de los elementos delimitados, se ha extraído el porcentaje total que representa cada elemento respecto al área total de la llanura de inundación.

Con estos valores porcentuales se han realizado diferentes gráficas de dos entradas con el propósito de expresar los resultados de una manera mucho más visual. Tanto para los cálculos como para las representaciones gráficas se ha utilizado el programa Excel.

Si la consulta bibliográfica que nos ha ocupado en las primeras fases del trabajo ha sido clave para centrar el tema de los usos y riesgos en las llanuras de inundación, la interpretación de la cartografía y los gráficos ha sido imprescindible para establecer los resultados y las conclusiones en la zona de estudio.

4.- ANÁLISIS DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN

4.1. Los ríos Alfambra, Guadalaviar y Turia.

Como ya se ha dicho, la zona de estudio está surcada por los ríos Alfambra, Guadalaviar y Turia.

El río Alfambra suele considerarse el principal afluente del río Turia. Este río nace en las laderas de Peñarroya (2019m.) y discurre en su zona de cabecera encajado entre calizas mesozoicas. Empieza a ensancharse en la zona de El Pobo – Ababuj.

Es en la zona de Galve donde pasa a formar parte de la Depresión de Alfambra – Teruel.

En este tramo inferior recibe afluentes por ambos márgenes, pero ninguno de estos cursos es de caudal continuo, lo que afecta al régimen estacional que depende totalmente de las precipitaciones.

El caudal absoluto medio anual del río Alfambra está en torno al $1.50 \text{ m}^3/\text{s}$ y el caudal relativo medio anual en $1.2117 \text{ km}^2/\text{sg.}$ en Teruel. Sin embargo, el caudal relativo medio anual en Villalba Alta es de $2.151/\text{km}^2/\text{sg.}$ lo que manifiesta la mayor caudalosis en su cuenca alta debido a mayor número de precipitaciones registradas en esta zona.

El Alfambra es un río caracterizado por un régimen pluvial y que muestra, según los datos de la estación de aforo de Teruel, su caudal máximo en el mes de Marzo, el mínimo en agosto y a partir de septiembre empieza a aumentar hasta el máximo.

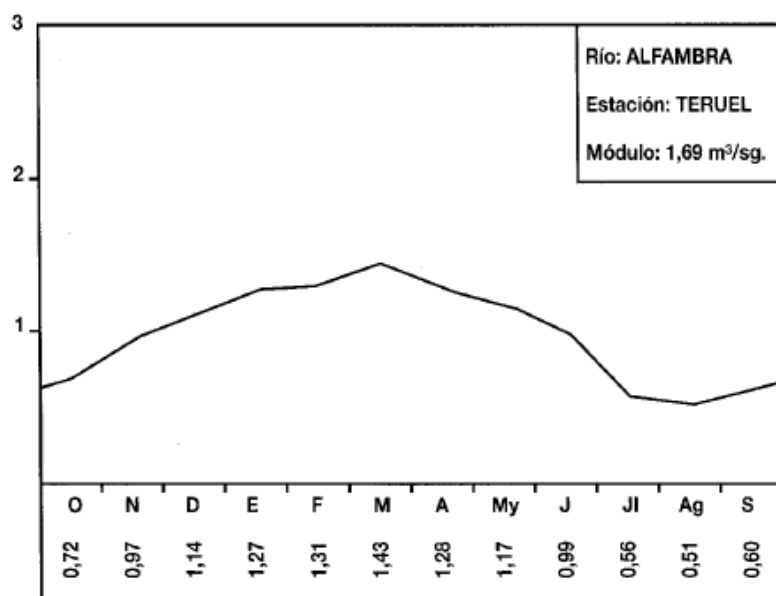


Figura 1: Curva de variación estacional de caudal del río Alfambra en Teruel.

Fuente: Sánchez Fabre, Aportación al estudio hidrológico del río Alfambra.

El río Guadalaviar nace en la Sierra de Albarracín. Su valle se caracteriza por la alternancia de tramos en los que el río discurre encajado en cañones calcáreos con otros tramos en los que el río discurre sobre los niveles blandos debido a la erosión lineal del río que ha propiciado un determinado ensanchamiento lateral.

El Guadalaviar dirige sus aguas por la Sierra de Albarracín hasta el embalse del Arquillo en San Blas para llegar después al punto de confluencia con el río Alfambra, formando el río Turia, después de recorrer alrededor de 77 km.

Posee un módulo anual de apenas $0.68 \text{ m}^3/\text{s}$ en Tramacastilla, y de $1.98 \text{ m}^3/\text{s}$ en San Blas.

Este río está caracterizado por un régimen pluvial con un período de aguas altas en primavera y aguas bajas en torno a verano, aunque no se puede hablar de un gran contraste de estacionalidad del río.

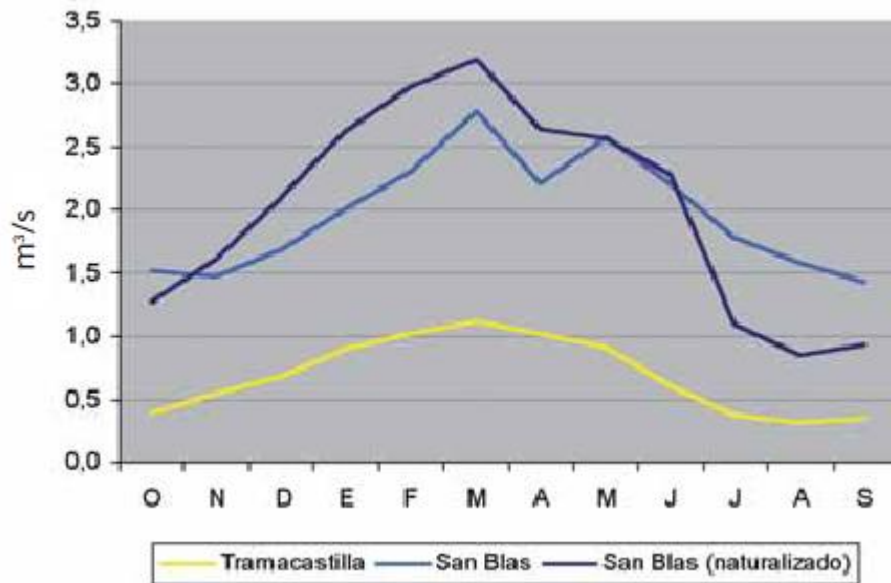


Figura 2: Régimen fluvial del río Guadalaviar. Fuente: *El río Guadalaviar: su comportamiento hidrológico*.

Pocos metros aguas debajo de la confluencia del Guadalaviar y el Alfambra se encuentra la estación de aforo del río **Turia** en Teruel, la cual registra una media anual de caudal entorno al $3.36 \text{ m}^3/\text{s}$.

Por lo tanto, la unión de Guadalaviar y Alfambra dan al Turia un régimen pluvial caracterizado por un período de aguas altas en primavera – invierno y aguas bajas en los meses de verano.

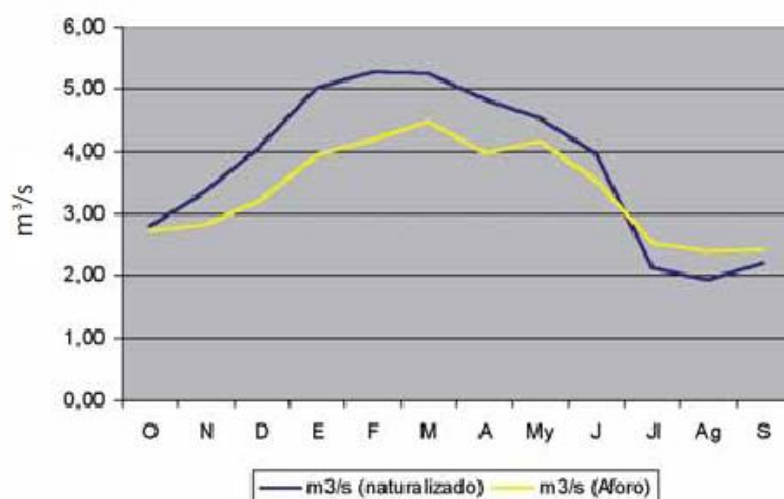


Figura 3: Régimen fluvial del río Turia. Fuente: *El río Guadalaviar: su comportamiento hidrológico*

Las aguas de estos ríos, habitualmente bien encauzadas en los cauces de trazado ligeramente sinuosos, desbordan el cauce en algunos momentos de crecida. Se recogen a continuación los datos recopilados por estaciones de aforo de los ríos objeto de estudio:

Río Alfambra

- En agosto de 1950 llegó a suponer 81,95 veces el módulo.
- En agosto de 1981 alcanzó un valor equivalente a 78,17 veces el módulo
- En agosto de 1983 alcanzó un registro de 59,51 m³

Río Turia

- En febrero de 1960 alcanzó una máxima de 128 m³/sg.
- En agosto de 1996 alcanzó una máxima de 110,638 m³/sg.
- En septiembre de 1981 su máxima fue de 82,46 m³/sg.

En ellos se puede ver que estas se producen con cierta frecuencia y, a veces, alcanzan caudales que multiplican el módulo del río en más de 10, e incluso de 25 veces.

Esta frecuencia y magnitud de las crecidas que producen inundaciones hace importante el objetivo de nuestro estudio para determinar cuántos son los bienes expuestos a dichos desbordamientos y cómo se han incrementado en la segunda mitad del siglo XX.

4.2. La llanura de inundación en la zona de confluencia Alfambra-Guadalaviar-Turia.

El sector de la llanura de inundación estudiada representa un área total de 1023 hectáreas aproximadamente.

De forma generalizada, adquiere una forma más estrecha en los puntos más cercanos a la ciudad, ensanchándose hacia el exterior.

En el **mapa 3** se puede observar como la llanura de inundación estaba ocupada en su mayoría por diferentes cultivos. Estos cultivos ocupaban cerca de un 78% del área total de la llanura.

La zona improductiva era escasa, cercana al 16% del área total. La ocupación de la llanura por edificaciones era prácticamente nula, destacando solamente un pequeño cúmulo de edificaciones en la parte más cercana al entorno urbano de la ciudad de Teruel.

En cuanto a las vías de comunicación, encontramos la vía férrea y la estación de ferrocarril del mismo modo que en la actualidad.

Aparece sólo un eje principal de carretera.

Sin contar los cultivos, se puede afirmar que la exposición de bienes al riesgo de inundación no era significativa.

En el **mapa 4** la llanura de inundación empieza a estar ocupada por más edificaciones aunque no resulta del todo significativa.

El nuevo centro penitenciario de la ciudad de Teruel está construido dentro de la llanura de inundación, así como diferentes edificaciones comerciales, industriales y de ocio, todos establecidos en la zona más próxima al núcleo urbano de la ciudad.

La llanura de inundación del río Alfambra está ocupada prácticamente en su totalidad por diferentes cultivos.

Es en el **mapa 5** donde podemos atribuir un punto de inflexión en cuanto a la ocupación de la llanura de inundación.

Las edificaciones representan valores cercanos al 4% de ocupación del área total. Estas edificaciones se diversifican a lo largo de toda la llanura, permaneciendo la implantación de edificaciones de tipo comercial e industrial en los puntos más cercanos al núcleo urbano.

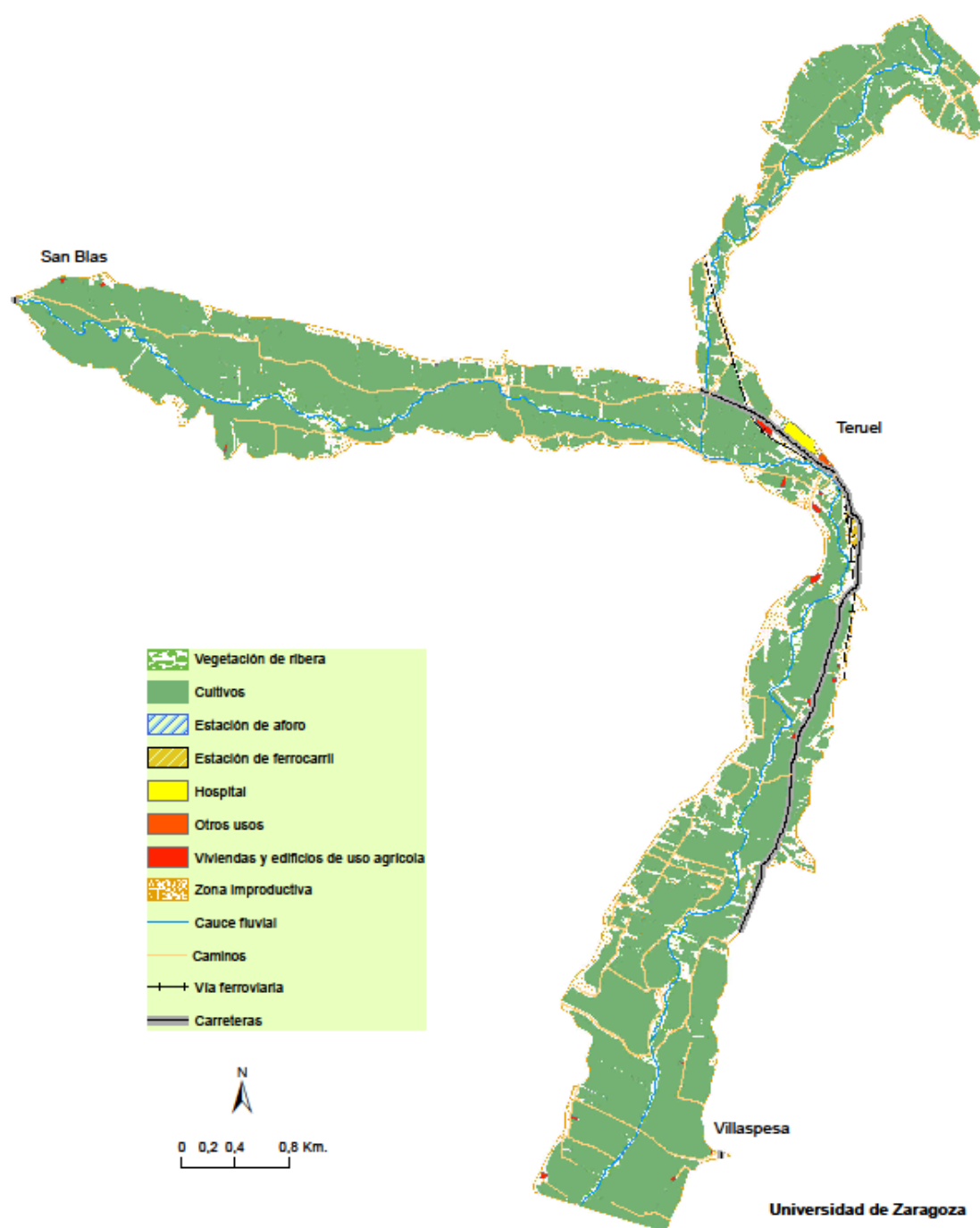
Nuevas vías de comunicación quedan construidas dentro de la zona de estudio.

Los cultivos se han visto reducidos considerablemente a favor de nuevas edificaciones y zonas que pasan a ser improductivas.

En el **mapa 6** a primera vista, resulta evidente la exposición al riesgo de los bienes humanos y materiales. Las edificaciones alcanzan un porcentaje de ocupación del 8.07% respecto al área total de la llanura de inundación.

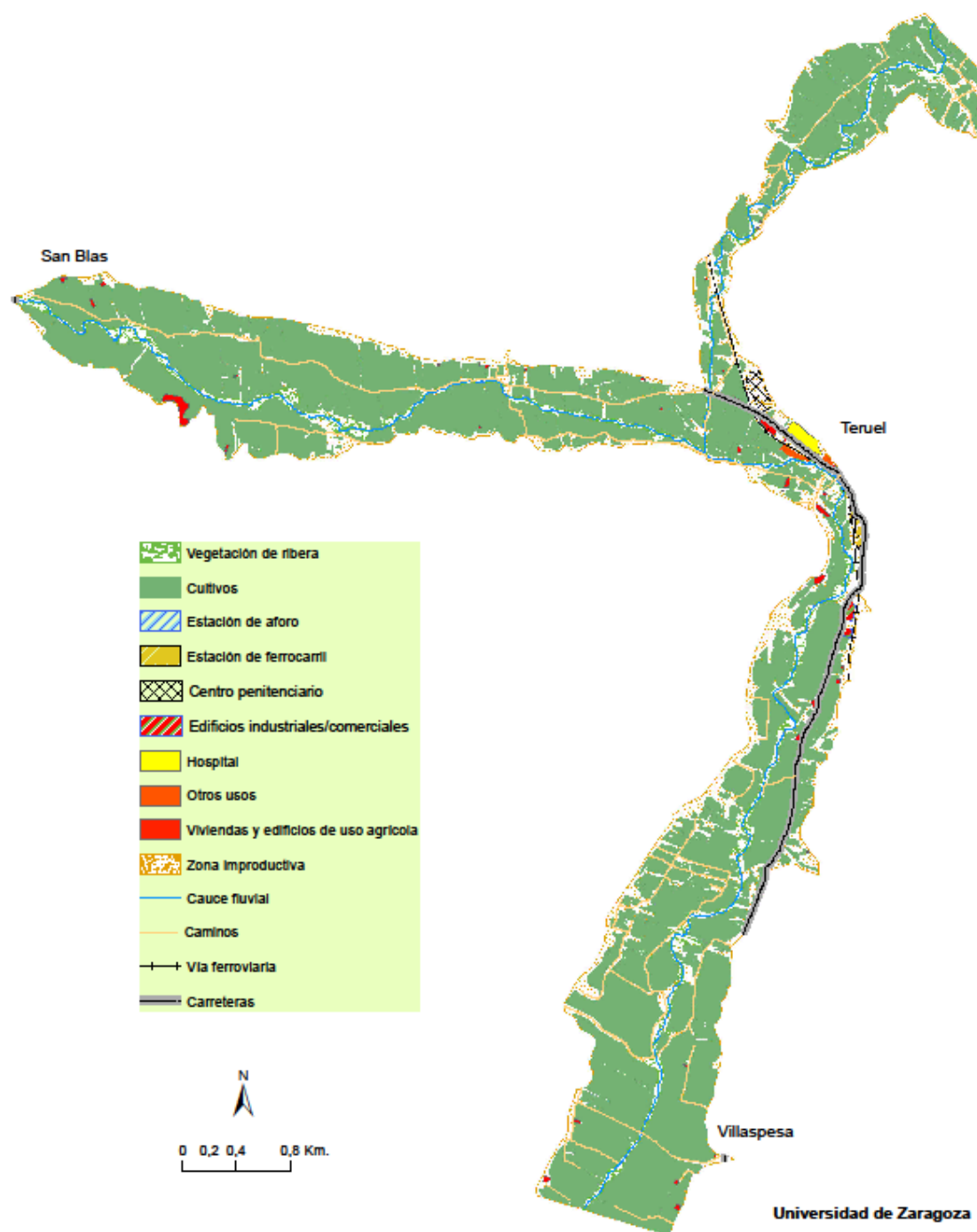
Los cultivos no llegan a ocupar un 62% mientras que las zonas improductivas se ven incrementadas.

ANÁLISIS DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN (1945)



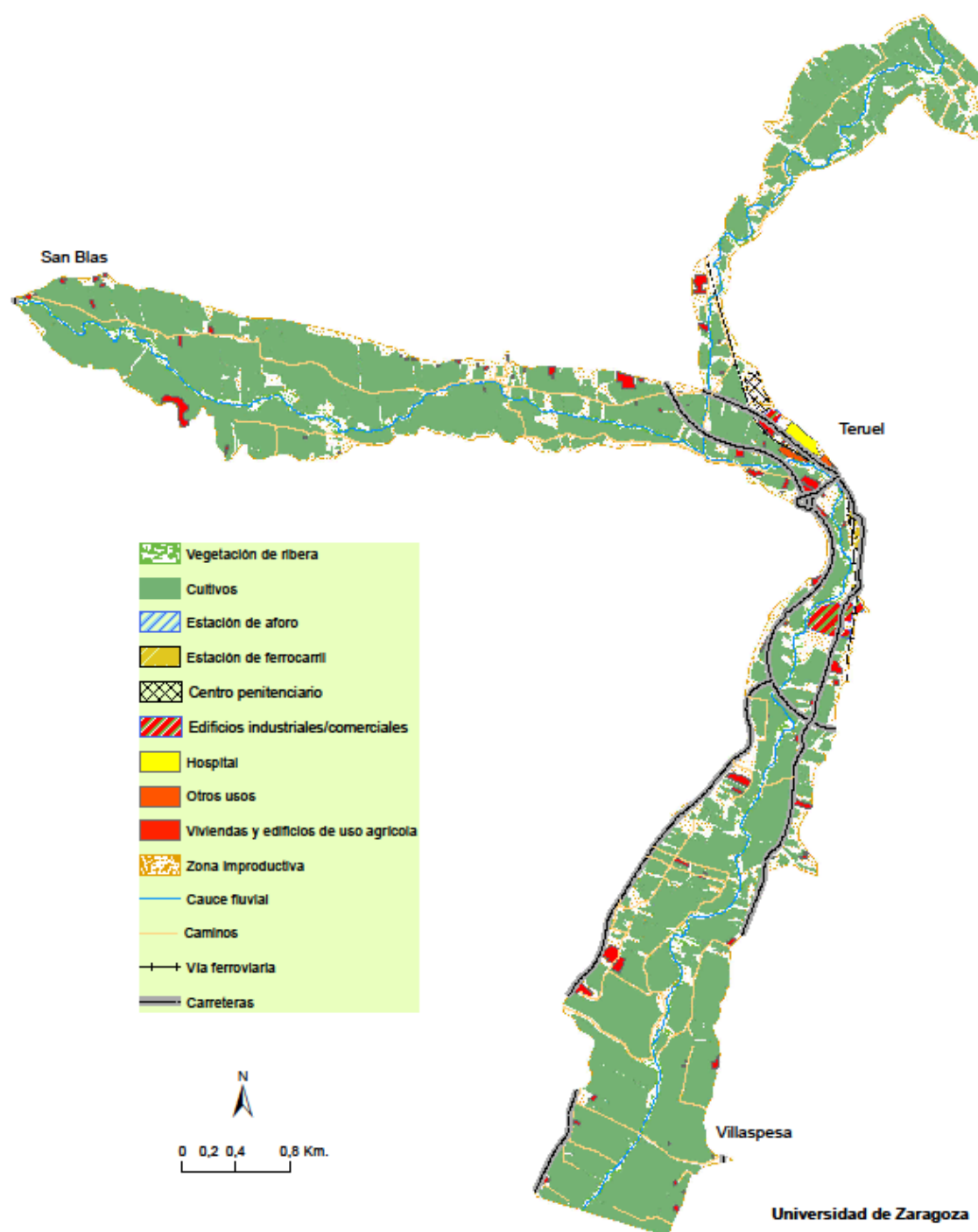
Mapa 3: Análisis de la llanura de inundación 1945. Elaboración propia.

ANÁLISIS DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN (1956)



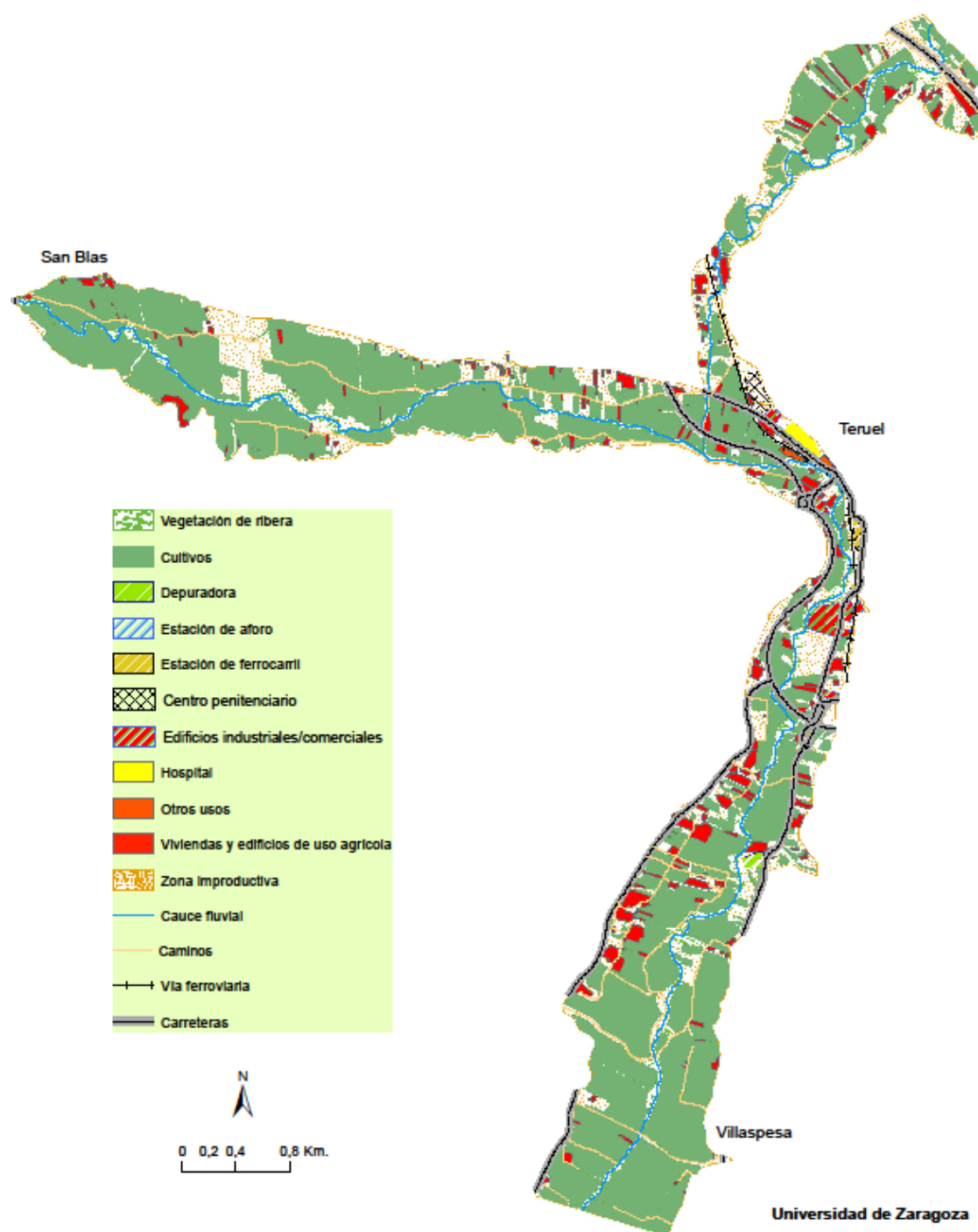
Mapa 4: Análisis de la llanura de inundación 1956. Elaboración propia.

ANÁLISIS DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN (1986)



Mapa 5: Análisis de la llanura de inundación 1986. Elaboración propia.

ANÁLISIS DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN (2009)



Mapa 6: Análisis de la llanura de inundación 2009. Elaboración propia.

Los cambios de usos de suelo durante el periodo de años analizado han sido bastante marcados. Destaca considerablemente el aumento de edificaciones a lo largo de toda la llanura de inundación delimitada. Se puede establecer un punto de inflexión muy claro desde 1986 hasta la actualidad.

La banda activa (cauce y barras) apenas ha sufrido modificaciones a lo largo del periodo de años estudiado. Sin embargo, se detecta una clara disminución de la vegetación de ribera a favor del aumento de parcelas de cultivo y plantaciones de diferentes especies de *populus*.

Además, es importante destacar la construcción de nuevas vías de comunicación. Entre ellas, la construcción de la N-330 a partir de 1956, las modificaciones en el trazado de la N-234 y la A-1513, así como la implantación de la autovía A-23, patente sólo en la última de las imágenes analizadas.

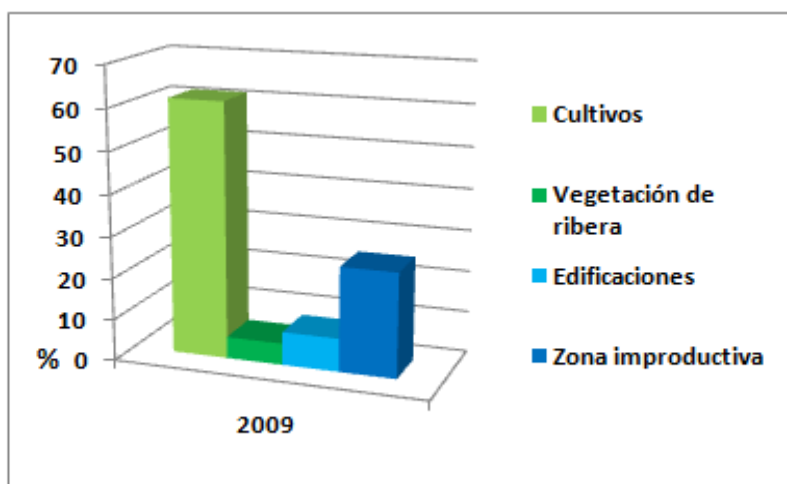
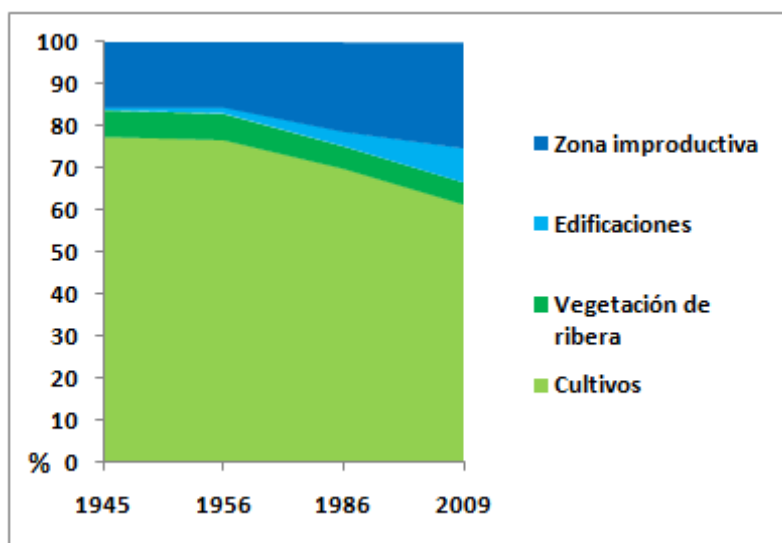
Analizando la primera de las imágenes encontramos que no se había construido el centro penitenciario, así como tampoco existía ninguna edificación industrial/comercial dentro de la llanura de inundación.

La planta depuradora es relativamente nueva, por lo que aparece solamente en la ortofoto del PNOA 2009.

Se debe señalar que en muchos casos, los cultivos se han visto ocupados por diferentes edificaciones, pero en otros casos más aislados, podemos observar cómo los cultivos han sido abandonados y estos espacios han quedado como zonas improductivas ya que no han sido aprovechados como otros usos del suelo.

CATEGORÍAS	1945	1956	1986	2009
Cultivos	77,35	76,58	69,82	61,40
Vegetación de ribera	6,24	6,24	5,32	5,23
Edificaciones	0,86	1,61	3,51	8,07
Zona improductiva	15,55	15,57	21,35	25,29
TOTAL	100	100	100	100

Tabla 2. Evolución porcentual de los usos en la llanura de inundación. Elaboración propia.



Figuras 4 y 5: Evolución de las superficies de usos del suelo respecto a la extensión total de la llanura de inundación. Elaboración propia.

Las superficies cultivadas representaban un 77.35% del área de la llanura de **inundación en 1945, mientras que en 2009 representaban un 61.40% del total. La** superficie cultivada ha disminuido cerca de una 16% en todo este período, destacando el rango de años 1956-2009, ya que entre 1945 y 1956 sólo se vio disminuida en un 0.77%.

Como ya se ha señalado, la vegetación de ribera no se ha visto muy expuesta a modificaciones. No obstante, aunque muy levemente, si ha sufrido cierto deterioro, disminuyendo su superficie total en un 1%.

Las edificaciones no representaban un porcentaje demasiado alto en ninguno de los casos, lo que no quiere decir que no representen un porcentaje de ocupación suficientemente alto a la hora de hablar de exposición al riesgo en posibles inundaciones o de afectación a la dinámica natural del sistema fluvial.

La superficie total edificada representaba tan sólo un 0.86% en 1945, mientras que en 2009 alcanzaba valores superiores al 8% de ocupación. Es importante señalar en este punto que los cambios más significativos corresponden con el periodo de entreaños 1986-2009, aumentando en un 4.56% sus valores de ocupación del suelo dentro de la llanura de inundación. Evidentemente este incremento es un dato muy relevante respecto al aumento de los daños que grandes crecidas pueden generar en el futuro.

En esta situación es muy factible que crecidas de igual magnitud hayan causado menos daños en eventos antiguos que en recientes. Pero eso no se debe a un cambio de dinámica del río, sino a una mayor cantidad de bienes e incluso personas expuestas al riesgo.

La zona improductiva ha aumentado en un 9.74% su ocupación en la llanura de inundación. Estos valores son representativos si hablamos de los cultivos que en 1945-1956 estaban siendo aprovechados y que, a lo largo de los años con la disminución de la actividad agraria generalizada, han sido abandonados.

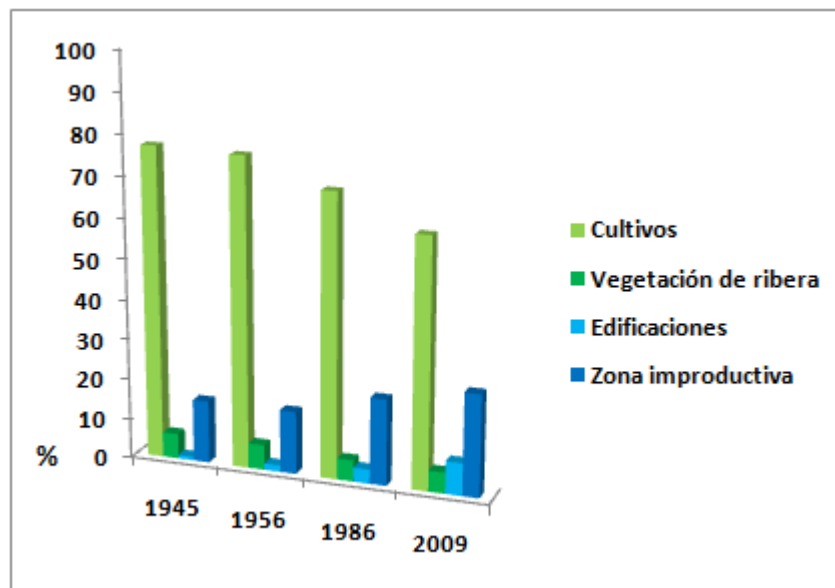


Figura 6: Evolución del porcentaje de ocupación de la llanura de inundación de cada uso. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Los ríos Alfambra, Guadalaviar y Turia, como ríos mediterráneos, experimentan crecidas de gran magnitud que desbordan sus cauces y anegan una parte de la llanura de inundación

A mitad del siglo XX (fotogramas vuelos americanos) esta llanura estaba ocupada, básicamente, por vegetación de ribera y por la huerta-cultivos de regadío.

En las décadas siguientes se va a incrementar de modo muy apreciable la “antropización” de la llanura de inundación. No tanto por la urbanización como por el desarrollo de infraestructuras de comunicación. Además, aumenta de modo muy significativo la zona improductiva.

Entre 1986 (foto vuelo interministerial) y la actualidad (ortofotos) si que se aprecia un cambio muy acentuado en la urbanización de la llanura. Desde el 0,86% que ocupaban las edificaciones en 1946-47 se pasa a un 8,07%, lo que supone un cambio de proporciones considerable. Además, han perdido espacio los cultivos de regadío y lo siguen ganando las zonas improductivas.

En definitiva, durante el periodo analizado se han dado cambios muy significativos en la distribución de usos del suelo, que suponen un incremento importante de la exposición de bienes y personas al riesgo de inundaciones y, por tanto, una mayor vulnerabilidad y, potencialmente, un incremento de los daños generados por el desbordamiento de los ríos.

Podríamos llegar a decir que es alarmante el cambio radical que ha sufrido la llanura de inundación analizada en este trabajo en cuanto a usos del suelo se refiere. Resulta alarmante porque si se sigue con la misma dinámica de forma más o menos porcentual, dentro de no demasiado tiempo esta llanura de inundación puede verse seriamente ocupada por nuevos usos de suelo que a su vez aumente su exposición al riesgo y puedan intervenir negativamente a la dinámica natural de los ríos Alfambra, Guadalaviar y Turia.

Resultaría importante llevar a cabo un estudio de ordenación y planificación territorial sobre el área de estudio para frenar esta dinámica negativa actual y, en la medida de lo posible, restablecer el espacio natural del río.

BIBLIOGRAFÍA

- ACÍN NAVERAC, V Y OTROS. (2011): Cambios recientes en el cauce y la llanura de inundación del área de confluencia Aragón-Arga (Navarra), GEOGRAPHICALIA, 59-60, 11-25
- ACÍN NAVERAC, V Y OTROS. (2012): Sobre las precipitaciones de octubre de 2012 en el pirineo aragonés, su respuesta hidrológica. GEOGRAPHICALIA, 61, 101-128.
- AYALA CARCEDO, F.J. Y OTROS. (2002): “*Riesgos naturales*”, Ariel Ciencias, Madrid.
- CONESA GARCÍA, C. (2012): Cambios históricos recientes de cauces y llanuras aluviales inducidos por la acción del hombre, NIMBUS, 29-30
- ESPEJO GIL, F Y OTROS. (2008): La crecida del Ebro de 2007: procesos hidrometeorológicos y perspectivas de gestión del riesgo, Boletín de la A.G.E, 46.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1990): “*Las formas del relieve de la provincia de Teruel*” Cartillas Turolenses, Teruel, 7, Instituto de Estudios Turolenses, Teruel.
- OLLERO OJEDA, A. (1989): Dinámica del cauce y de la llanura de inundación del río Ebro en el término de Alfaro, CUADERNOS I.GEOGRÁFICA, Logroño.
- PEÑA MONNÉ, J.L. (1981): Las acumulaciones cuaternarias de la confluencia de los ríos Alfambra y Guadalaviar, en las cercanías de Teruel.
- PEÑA MONNÉ, J.L Y OTROS. (2002): “*El clima de la provincia de Teruel*”, Cartillas Turolenses, Teruel, 20, Instituto de Estudios Turolenses, Teruel.
- PEÑA MONNÉ, J.L. (2011); El meandro de la peña el cuervo: un ejemplo de la dinámica fluvial actual del Bajo Gállego (Depresión del Ebro), GEOGRAPHICALIA (2011), 59-60, 281-294
- SÁNCHEZ FABRE, M. (1993): Aportación al estudio hidrológico del río Alfambra (Provincia de Teruel), GEOGRAPHICALIA, 30, 347-360.
- SÁNCHEZ FABRE, M. Y OTROS. (2008): El río Guadalaviar: su comportamiento hidrológico, REHALDA, 7
- SÁNCHEZ FABRE, M. Y OTROS. (2013): “*Los ríos de la provincia de Teruel*” Cartillas Turolenses, Teruel, 28, Instituto de Estudios Turolenses, Teruel.

SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA (S.A.I.H)

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN)

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE ARAGÓN (IDEARAGÓN)