



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# **Análisis y Recopilación en una base de datos cartográfica de las Actuaciones Propuestas por Ebro Resilience para el Tramo Medio del Ebro**

Autor:

Juan Miguel García Lagranja

Director:

Miguel Sánchez Fabre

Facultad de Filosofía y Letras

Grado de Geografía y Ordenación del Territorio

Año académico 2023/24

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a toda mi familia y amigos que me han estado apoyando y en especial a mis padres Ana Carmen y Enrique. También quiero dar las gracias a David Gargantilla, por haberme facilitado de primera mano toda la información referente a la Estrategia, al doctor Alfredo Ollero por sus recomendaciones y finalmente a mi tutor, Miguel Sánchez Fabre, por su amabilidad, ayuda y compromiso durante todo este tiempo.

**Resumen:**

El río Ebro ha presentado históricamente en su tramo medio una tendencia meandriforme que le ha llevado a ocupar gran parte de su llanura de inundación cuando en los eventos de crecida así lo ha requerido.

Sin embargo, la regulación que ha sufrido desde el siglo pasado ha generado una disminución del espacio fluvial, lo que junto a las motas que se han levantado para evitar que se inunden los campos de cultivos ha incrementado el riesgo de inundación de poblaciones e instalaciones agrícolas que se ven afectadas en eventos de crecida.

Por ello, y tras los daños sufridos en la crecida extraordinaria de 2015, nace Ebro Resilience como una Estrategia para reducir el riesgo de inundación de los núcleos de población ribereños, aplicando diversas medidas que persiguen devolver el Estado Natural al río. El presente trabajo, explica en qué consiste la Estrategia de Ebro Resilience, y recopila en una base de datos de forma georreferenciada todas las actuaciones, tanto las ejecutadas como las proyectadas, desde la implementación de la Estrategia.

**Abstract:**

The Ebro River has presented a meandering tendency in its middle section that has led it to occupy a large part of its flood plain when flood events require it.

However, the regulation that has been suffered since the last century has generated a decrease in river space, which, together with the motes that have been raised to prevent crop fields from flooding, has increased the risk of flooding of towns and agricultural facilities. that are affected in flood events.

For this reason, and after the damage suffered in the extraordinary flood of 2015, Ebro Resilience was born as a Strategy to reduce the risk of flooding in riverside population centers, applying various measures that seek to return the River to its Natural State. This work explains what the Ebro Resilience Strategy consists of, and compiles in a georeferenced database all actions, both those executed and those planned, since the implementation of the Strategy.

# ÍNDICE

	Página
<b>1.Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>2.Antecedentes y estado de la cuestión.....</b>	<b>7</b>
<b>3.Área de Estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>4.Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>5.Metodología.....</b>	<b>13</b>
<b>6.¿Qué es la Estrategia Ebro Resilience?.....</b>	<b>17</b>
6.1 Funcionamiento y estructura organizativa.....	18
6.2 Planificación y seguimiento.....	19
6.3 Formas de financiación.....	20
6.4 Modelo Fluvial.....	21
6.4.1 Medio ambiente	22
6.4.2 Agricultura y ganadería	22
6.4.3 Núcleos urbanos	23
6.4.4 Infraestructura pública	24
6.4.5 Variable económica	25
6.4.6 Zonas urbanas y no urbanas	26
6.5 Líneas de actuación.....	27
6.5.1 Medidas de prevención	28
6.5.2 Medidas de protección	28
6.5.3 Medidas de preparación	31
6.5.4 Medidas de recuperación	32
6.5.5 Mejora de masas de agua y ecosistemas fluviales	32
<b>7.Resultados.....</b>	<b>33</b>
7.1 Tramo 0 (Milagro-Alfaro) .....	34
7.2 Tramo 3 (Ebro y Ega en San Adrián-Calahorra-Azagra) .....	36
7.3 Tramo 5 (Huecha en Mallén-Cortes-Novillas) .....	37
7.4 Tramo 6 (Pradilla de Ebro-Boquiñeni) .....	38
7.5 Tramo 7 (Alcalá de Ebro-Remolinos) .....	41
7.6 Tramo 8 (Cabañas de Ebro) .....	43
7.7 Tramo 9 (Torres de Berrellén-Sobradíel) .....	45
7.8 Tramo 10 (Utebo-Monzalbarba) .....	47
7.9 Tramo 11 (Zaragoza-Pastriz) .....	49
7.10 Tramo 12A (Osera-Fuentes de Ebro) .....	50
7.11 Tramo 14 (El Burgo de Ebro) .....	52
<b>8.Análisis conjunto de los datos.....</b>	<b>53</b>
<b>9.Discusión.....</b>	<b>69</b>
<b>10.Conclusiones.....</b>	<b>61</b>
<b>11.Bibliografía .....</b>	<b>63</b>
<b>12.Anexos.....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.....	12
Figura 2. Interfaz de las tablas de atributos de actuaciones lineales.....	14
Figura 3 y 4. Descenso interpretativo con EbroNautas y juego para concienciar del riesgo de inundación. ....	15
Figura 5. Leyenda general de actuaciones para todos los tramos de Ebro Resilience.....	16
Figura 6. Esquema de organización y funcionamiento de la Estrategia Ebro Resilience.....	18
Figura 7. Extensión de la inundación para varias crecidas en la provincia de Zaragoza.....	23
Figura 8. Municipios con riesgo de inundación en el tramo medio.....	24
Figura 9. Representación esquemática de la situación de actuación en zonas urbanas y zonas no urbanas.....	27
Figura 10. Explicación esquemática de las líneas de actuación.....	28
Figura 11. Actuaciones propuestas para el tramo 0 Milagro-Alfaro.....	35
Figura 12. Imagen en el tramo Milagro-Alfaro del 3 de marzo de 2024 .....	36
Figura 13. Actuaciones propuestas para el tramo 3 Ebro y Ega en San Adrián-Calahorra Azagra.....	37
Figura 14. Actuaciones propuestas para el tramo 5 Huecha en Mallén-Cortes-Novillas...	38
Figura 15. Actuaciones propuestas en el tramo 6 Pradilla-Boquiñeni.....	40
Figura 16. Imagen en el tramo Pradilla-Boquiñeni del 29 de febrero de 2024.....	41
Figura 17. Actuaciones propuestas en el tramo 7 Alcalá de Ebro- Remolinos.....	42
Figura 18. Imagen en el tramo Alcalá de Ebro-Remolinos del 29 de febrero de 2024 .....	43
Figura 19. Actuaciones propuestas en el tramo 8 Cabañas de Ebro.....	44
Figura 20. Imagen en el tramo Cabañas de Ebro del 29 de febrero de 2024.....	45
Figura 21. Actuaciones propuestas en el tramo 9 Torres de Berrellén-Sobradriel.....	46
Figura 22. Imagen en el tramo Torres de Berrellén-Sobradriel del 29 de febrero de 2024...	47
Figura 23. Actuaciones propuestas en el tramo 10 Utebo-Monzalbarba.....	48
Figura 24. Imagen en el tramo Utebo-Monzalbarba del 29 de febrero de 2024.....	49
Figura 25. Actuaciones propuestas en el tramo 11 Zaragoza-Pastriz.....	50
Figura 26. Actuaciones propuestas en el tramo 12A Osera de Ebro-Fuentes de Ebro.....	51
Figura 27. Actuaciones propuestas en el tramo 14 El Burgo de Ebro.....	53
Figura 28. Gráfico con la longitud de las actuaciones lineales propuestas para cada tramo de estudio.....	56
Figura 29. Gráfico con el área de las actuaciones zonales propuestas para cada tramo de estudio.....	57
Figura 30. Actuaciones previas a la estrategia en el tramo medio del Ebro.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Permeabilidad de los obstáculos transversales en el tramo medio del Ebro.....	25
Tabla 2. Coste económico de las obras de emergencia acometidas por la CHE entre los años 2004 y 2018.....	26
Tabla 3. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 0.....	34
Tabla 4. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 3.....	37
Tabla 5. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 5.....	38

Tabla 6. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 6.....	39
Tabla 7. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 7.....	42
Tabla 8. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 8.....	44
Tabla 9. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 9.....	46
Tabla 10. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 10.....	48
Tabla 11. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 11.....	50
Tabla 12. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 12A.....	51
Tabla 13. Datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 14.....	52
Tabla 14. Número de actuaciones por tipo de implantación.....	54
Tabla 15. Número de actuaciones por tipo de línea de intervención.....	54
Tabla 16. Número de actuaciones por orden representación para toda la base de datos..	54

## **1. INTRODUCCIÓN**

La inundación de las llanuras aluviales en eventos de crecida forma parte del normal funcionamiento de los cursos fluviales y los ecosistemas que les acompañan. Cuando los ríos presentan caudales muy abundantes, las llanuras aluviales modeladas según las máximas crecidas de dichos cursos fluviales actúan como lo que son, quedando anegadas cuando así lo requiere la cantidad de agua y sedimentos que transporta el río. El problema radica en la ubicación de instalaciones y núcleos de población en áreas inundables, donde el uso que han hecho históricamente los humanos desde las primeras civilizaciones de estas llanuras aluviales, por la gran fertilidad que presentan estas áreas, ha condicionado la proliferación de este tipo de asentamientos e infraestructuras, que suponen un incremento de exposición al riesgo por los bienes tanto materiales como personales que en los eventos de crecida pueden ser dañados.

## **2. ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN**

Las inundaciones en el área que ocupa la llanura aluvial del río Ebro en el tramo medio de su curso fluvial son recurrentes de forma histórica y suponen desbordamientos considerables que forman parte de su dinámica natural (Ollero, 2010). La presencia de una elevada orografía en los grandes sistemas montañosos de las divisorias de su cuenca hidrográfica como son los Pirineos y la Cordillera Cantábrica por el norte y el Sistema Ibérico en el sur, interceptan una gran cantidad de precipitación asociada a frentes atlánticos que genera una acumulación de agua en forma de lluvia o nieve que acaba movilizándose a los cursos fluviales que drenan las áreas montañosas (IGME, 2008).

Así mismo, las condiciones geológicas de las formaciones montañosas que componen la cuenca y el desarrollo de la masa forestal también actúan como condicionantes de primer orden a la hora de determinar la cantidad de caudal que acaba circulando por los cursos fluviales la cuenca.

Respecto al condicionante geológico, la cuenca del Ebro está conformada tal y como se observa hoy en día, por la combinación de multitud de procesos y eras geológicas, siendo así que la mayor parte de sus divisorias por el noroeste donde se encuentra la Cordillera Cantábrica, predominan las formaciones del Cretácico principalmente carbonatado y detrítico, de forma que este tipo de litologías permite la percolación del agua hasta los acuíferos y posteriormente la surgencia de la misma en forma de manantiales.

Conforme se va analizando hacia el este la divisoria norteña de la cuenca, predominan las formaciones del Paleoceno y Eoceno marino más impermeables y que permiten una mayor escorrentía superficial, precisamente en las áreas que más precipitaciones se registran de toda la cuenca, por lo que no es de extrañar que sea en este sector donde nacen los principales afluentes del Ebro que junto con el caudal de la cabecera generan las crecidas extraordinarias del Ebro cuando confluyen los caudales de ambos en el tramo medio.

Por su parte la divisoria correspondiente a toda la línea del sistema Ibérico desde el norte de La Rioja hasta el interior de la Comunidad Valenciana es mucho más compleja geológicamente por su combinación de sierras paleozoicas con depresiones del Mioceno y áreas de formaciones

jurásicas calcáreas (IGME). No obstante, dado el menor aporte de precipitaciones en este sistema montañoso por sus rasgos más marcados de continentalidad, los afluentes de la margen derecha del Ebro, si bien si pueden tener crecidas en sus cuencas ligadas mayormente a fenómenos convectivos, no aportan caudales suficientemente elevados como para producir, sin los grandes afluentes de la margen izquierda, crecidas de entidad en el tramo medio del río Ebro.

Otro gran factor condicionante en la esorrentía, como es la vegetación, también es muy diversa a lo largo y ancho de toda la cuenca hidrográfica del Ebro, tal y como muestran estudios como el elaborado por José Antonio Domínguez y Javier Puente (2003), la gran extensión que abarca la cuenca hidrográfica junto con la gran complejidad orográfica de la misma no hace más que dar como resultado multitud de tipos de vegetación. Según la clasificación de Rivas Martínez en dicha cuenca se pueden identificar hasta dos regiones biogeográficas como son la eurosiberiana y la mediterránea y multitud de provincias relativas a todas las diferencias altitudinales que se dan en la misma, como son para el ámbito de la región eurosiberiana, la “Cantabroatlántica”, y las “Pirenaica central” y “Aragonesa”, mientras que, dentro de la región mediterránea, están presentes, la “Oroibérica”, la “Bajoaragonesa Altoebreñense” y la “Valenciana”.

Haciendo un análisis algo más pormenorizado de la cuenca, el sector noroccidental, donde por su influencia a las advecciones atlánticas se registra la mayor cantidad de precipitaciones, condiciona un desarrollo de la masa vegetal muy importante, que permite la aparición de bosques de frondosas caducifolias y pastos, que interceptan una gran cantidad de agua precipitada que no acaba en la esorrentía superficial, por lo que en lo que respecta a este trabajo, no generan elevación de caudal en los ríos salvo que sean precipitaciones muy torrenciales.

Por su parte, en el sector norte de la cuenca hidrográfica, correspondiente a toda la cordillera pirenaica, que como se ha mencionado con anterioridad es donde nacen los principales afluentes que generan crecidas extraordinarias de la margen izquierda del río Ebro, lo que se puede identificar es una gradación altitudinal de pisos bioclimáticos en función de la altitud que condicionan tanto la cantidad de precipitaciones como la forma en las que estas se dan en función de las distintas épocas del año.

A este respecto es de relevancia informar los efectos asociados de la política de corrección de torrentes, que fruto de la construcción de grandes embalses en toda el área pirenaica, se llevaron a cabo en la primera mitad del siglo pasado con el objetivo de disminuir la cantidad de sedimento que llegara hasta los mismos. Dichas políticas consistieron entre otras en la plantación de multitud de especies arbóreas (principalmente *Pinus Sylvestris*, *Pinus Nigra* o *Pinus Uncinta* en función de la altitud) con el objetivo de fijar las laderas y de esta forma disminuir la erosión de las mismas. Así mismo, una mayor cantidad de vegetación en dichas áreas, también ha supuesto un incremento de interceptación del agua precipitada de forma que haya disminuido la esorrentía y en consecuencia las crecidas como la cantidad de sedimentos movilizados por los ríos pirenaicos. Estos cursos fluviales con la construcción de los embalses mencionados han sufrido una reducción notoria de llegada de gravas y arenas al tramo medio del Ebro y con ello, que el río Ebro haya perdido su dinámica trenzada con la que contaba en su comportamiento hídrico natural (Frutos et al., 2004).



Respecto a la margen derecha del río, el Sistema Ibérico con las distintas sierras que lo componen presentan también una gran variedad de tipos de vegetación, en una transición de pisos bioclimáticos desde las zonas más áridas del centro de la depresión del Ebro, hasta los puntos más elevados de dicho sistema montañoso (donde mejor se puede ver dicho gradiente es en el entorno de la sierra del Moncayo).

Sin embargo, en dicha margen las menores cantidades de precipitación no tienen la entidad suficiente para generar en el tramo medio del Ebro la tipología de crecidas que se analizan en este trabajo, pese a que la cobertura del suelo de estas áreas (compuesta por los distintos sectores de matorrales mediterráneos de romerales, tomillares y sabinars junto con portes arbóreos de *Quercus Ilex*, o *Quercus faginea*, y replantaciones *Pinus Halepensis*) es menos frondosa que la que se desarrolla en el ámbito de la región eurosiberiana, por lo que permite una mayor escorrentía superficial que se ve acentuada por la torrencialidad característica de los eventos que generan crecidas en los ríos de la margen derecha.

En algunas ocasiones los acumulados de precipitación son tan importantes que generan crecidas en los afluentes de la cuenca que acaban llegando al río Ebro al ser este el curso fluvial principal de drenaje de toda la cuenca. Cuando varios de los grandes afluentes como pueden ser los ríos Arga y Aragón presentan crecidas y se juntan en su desembocadura con un río Ebro con caudales punta en tiempos similares, se generan las avenidas de gran importancia en el tramo medio que anegan grandes superficies de cultivo y en ocasiones afectan a núcleos de población o infraestructuras.

De forma histórica, tal y como se recoge en la introducción de la propia Estrategia Ebro Resilience, el río Ebro ha tenido registros de inundación desde tiempo remotos. Se pueden destacar algunas de las crecidas que fueron más significativa como la registrada en 1380 que modificó el curso fluvial a su paso por el área que actualmente se denomina Balsas de Ebro Viejo dentro de la propia ciudad de Zaragoza.

Así mismo, a lo largo de los últimos 400 años se han registrado hasta 1524 eventos de crecida (Barriendos et al., 2014). No obstante, dado el carácter mediterráneo del río, estos episodios no muestran una distribución regular a lo largo del tiempo, sino que se han registrado de forma más o menos concentrada en el periodo mencionado.

De forma más contemporánea, la crecida de 1871 junto con las de 1930, 1936 y 1961, son en las que quedan documentadas un mayor número de afecciones y evacuaciones de núcleos de población por los niveles que alcanzó el caudal punta durante dichos eventos.

A principios del siglo XX la construcción de grandes embalses en la cuenca produjo una regulación y laminación de avenidas que modificó completamente la dinámica fluvial, ralentizando la misma (Frutos et al., 2004), que era lo que condicionaba de forma más notable la actividad humana en la llanura aluvial, ya fuera en forma de asentamiento o con usos agrícolas.

No obstante, dichas regulaciones en la dinámica natural del río no pudieron evitar, ni pueden hacerlo de forma total en la actualidad, la ocurrencia de grandes crecidas cuando los acumulados de precipitación son muy abundantes y la capacidad de retención de los embalses

se reduce. Por tanto, en el último siglo se han seguido dando crecidas extraordinarias con las consiguientes afecciones que estas conllevan para el tramo medio.

En el caso de la crecida de 1961, los 4100 metros cúbicos por segundo calculados en su caudal punta a su paso por Zaragoza, generaron importantes perjuicios en las localidades del tramo medio del Ebro. Alfocea quedó incomunicada, mientras que diversas localidades de la comarca alta del Ebro como Pradilla, Remolinos, Cabañas de Ebro o Alcalá de Ebro, se vieron gravemente afectadas. Aguas abajo, los barrios rurales de Juslibol y Monzalbarba son los que sufrieron mayores afecciones a su paso por el término municipal de Zaragoza, mientras que Pina de Ebro, Osera de Ebro, Velilla de Ebro, Villafranca de Ebro y Gelsa también sufrieron afecciones.

Posteriormente a esta, ya en el siglo XXI, son destacables la crecida de 2003 con más de 2200 metros cúbicos por segundo a su paso por Zaragoza, que generó afecciones en amplias zonas de la llanura de inundación del tramo medio del Ebro destacando la necesidad de evacuar a más de 1500 personas de 6 núcleos de población ribereños. Así como la avenida acontecida en mayo de 2008, que pese a que los caudales de crecida extraordinaria no fueron muy elevados, destacó por tener su ocurrencia más tarde a lo que suele ser habitual en las crecidas del Ebro fruto del deshielo y por poner en jaque la inauguración de la Exposición Internacional del Agua en el meandro de Ranillas a su paso por Zaragoza.

Continuando con dicha cronología, la crecida extraordinaria más reseñable ocurrida que es el germen de la Estrategia Ebro Resilience y de todas las medidas que ha implantado es la sufrida entre el 27 de febrero y el 3 de marzo de 2015 en la que el río Ebro alcanzó los 2690 metros cúbicos por segundo en la estación de aforo de Castejón de Navarra y un caudal punta de 2500 metros cúbicos a su paso por Zaragoza. Esto produjo en todo el tramo medio importantes afecciones entre las que destacan la necesidad de evacuar los núcleos de población de Boquiñeni y Pradilla de Ebro así como diversas urbanizaciones de Movera y Alfocea o instalaciones sensibles a forma de prevención como el geriátrico de Monzalbarba. Cabe destacar que, en todas las ubicaciones citadas anteriormente, se han proyectado o ejecutado medidas dentro del Proyecto “Life + Ebro Resilience”.

Posteriormente a esta, han sucedido al menos dos crecidas extraordinarias más de consideración. La acontecida en abril de 2018 con un caudal ligeramente superior a los 2000 metros cúbicos por segundo, y el evento de diciembre de 2021 donde unas fuertes precipitaciones en las semanas previas, produjeron un pico de crecida de 2148 metros cúbicos por segundo a su paso por Zaragoza, convirtiéndose esta última en la primera gran crecida tras la creación de la Estrategia Ebro Resilience y la puesta en marcha de las primeras de sus actuaciones.

Ello, lleva a reflexionar que pese a la gran actualidad que presenta esta Estrategia y los pocos años que se vienen aplicando leyes y directivas con el objetivo de reducir el riesgo de inundación, las inundaciones no son un problema reciente, sino que la inundación del tramo medio del Ebro se viene dando de forma histórica con los asentamientos más próximos a su llanura aluvial.

De ahí que, para hacer frente al riesgo ocasionado por este tipo de eventos, desde comienzos del siglo XXI, en el marco de la Unión Europea, se trabaje con distintas medidas para poder

reducir el riesgo de inundación que afecta a los núcleos de población instaurados en las llanuras aluviales por todo el continente.

Es por ello que en el año 2007 el Parlamento Europeo aprueba la **directiva Marco del Agua**, en la que se recogen cuestiones relativas a garantizar el abastecimiento de agua para la población, la prevención del deterioro de los ecosistemas acuáticos, y siendo para el tema tratado en este trabajo la más importante “la contribución para paliar los efectos de las inundaciones, con la protección frente a las mismas, la alerta de estas y el drenaje de los terrenos”, ya que en dichos principios/artículos se fundamenta la Estrategia Ebro Resilience.

Lo que explica que el primer gran paso en el que se fundamenta el programa LIFE y dentro de este la Estrategia “Ebro Resilience”, radique en la **Directiva 2007/60 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación**. En ella se recogen cuestiones que puntualizan que “las inundaciones son fenómenos naturales que no pueden evitarse” o que “es posible y conveniente reducir el riesgo de consecuencias negativas para la salud, la vida humana y el medio ambiente (...) pero que dichas medidas para ser efectivas tienen que coordinarse en la medida de lo posible con la cuenca hidrográfica”, así como la necesidad de elaborar planes de gestión del riesgo de inundación, algo que para el caso de la cuenca hidrográfica del Ebro se recoge en el Real Decreto del 18/2016 de 15 de enero por el que se aprueban los Planes de gestión del riesgo de inundación de las demarcaciones hidrográficas. Lo que será el germen para la elaboración de la Estrategia, años después de la crecida extraordinaria de febrero de 2015.

La zona media del valle del Ebro, cuenta con una gran densidad poblacional por la ocupación humana que se ha venido realizando de la misma, y que viene ligada a una importante actividad económica que se extiende a lo largo del valle del Ebro desde las poblaciones de La Rioja hasta los embalses de Ribarroja y Mequinenza (Germán, 2010).

Así mismo, los cambios en los usos del suelo que ha sufrido la llanura de inundación en los últimos años y que se han estudiado en trabajos como el realizado por Ollero et al. (2006) han supuesto un aumento de la exposición al riesgo debido a la reducción del espacio fluvial del río y la implementación de motas con los consiguientes perjuicios que ello genera en caso de rotura o simplemente como aumento del nivel de calado pudiendo afectar a núcleos de población.

Antes de seguir con la explicación de la Estrategia y el análisis de los resultados obtenidos de la creación de la base de datos, es de gran relevancia definir qué entendemos por actuación: todas aquellas obras, conservaciones y modificaciones que se proyectan, plantean y ejecutan en referencia al tramo medio del Ebro con los objetivos primordiales de la Estrategia de reducir el riesgo de inundación y devolver el estado natural al río.

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo, se enmarca en el área de estudio definido en las zonas de actuación de la Estrategia Ebro Resilience; por ello, tal y como se recoge en la introducción de dicho documento, “el ámbito de aplicación de la Estrategia es el tramo medio del Ebro, que queda definido desde el término municipal de Logroño en La Rioja, hasta la desembocadura del río Aguas vivas en el término municipal de la Zaida en la provincia de Zaragoza, así como los tramos bajos de los afluentes del río Ebro en este tramo” (Ebro Resilience 2020).



Figura 1. Mapa de localización del área de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

El valle del Ebro en su tramo medio ha tenido una ocupación poblacional continua a lo largo de la historia desde los primeros asentamientos en la edad de bronce (Picazo, 2005) es por ello, que las poblaciones que se han ido instalando en ambas márgenes de la llanura aluvial del río se han visto afectadas históricamente por las dinámicas naturales de grandes crecidas que presenta un curso fluvial con una cuenca de captación tan extensa y húmeda como es la cuenca hidrográfica del Ebro.

A esta cuestión se añade una morfo-dinámica meandriforme del río Ebro que le ha llevado tradicionalmente a cambiar su curso creando galachos y generando brazos ciegos debido a su gran dinamismo fluvial, con fases en las que el río tuvo un comportamiento con una morfología trenzada y amplias barras de gravas que le otorgaban una anchura mucho mayor que la actual al cauce funcional. (Ollero et al, 2006).

Dicho cambio ha generado que determinadas poblaciones que cuando se asentaron, lo hicieron sobre elevaciones naturales con el objetivo de reducir el riesgo de inundación y que se

encontraban a una distancia prudente del cauce funcional, se hayan visto recientemente afectadas por desplazamientos de meandros que han incrementado un riesgo de inundación por la dinámica natural del río, que se ha agravado por el estrechamiento del espacio fluvial de motas y diques con la finalidad de proteger los campos de cultivo, los núcleos de población y las explotaciones agroganaderas.

#### 4. OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto es **conocer y categorizar el estado actual de las actuaciones que se vienen realizando por parte de la Estrategia Ebro Resilience** para poder reducir el riesgo de inundación en el tramo medio del Ebro.

Al mismo tiempo, se pretende elaborar una base de datos apoyada en el soporte ArcGIS, que además de mostrar el estado actual de la Estrategia permita la constante actualización de las nuevas actuaciones tanto propuestas como ejecutadas.

Mientras que como objetivos específicos están el:

- Explicar que es la Estrategia Life + Ebro Resilience y en qué consiste.
- Definir las actuaciones de Ebro Resilience en función de las medidas que se aplican.
- Analizar el comportamiento de las actuaciones que se han ejecutado durante el evento de crecida extraordinaria analizado a través de las imágenes de satélite obtenidas de los días 27 de febrero y 3 de marzo de 2024.

#### 5. METODOLOGÍA

La categorización y análisis de las intervenciones realizadas en el marco de la Estrategia Ebro Resilience requiere en un primer término, una metodología específica de identificación y reconocimiento de las actuaciones tanto realizadas como proyectadas, y en un segundo proceso la elaboración de una base de datos con una categorización acorde a los principios de la Estrategia y las distintas normativas que sustentan la misma.

De esta forma, la metodología para este estudio ha consistido, en una primera fase del proyecto, en la búsqueda de información para conocer otros proyectos e intervenciones de restauración fluvial y de gestión del riesgo de inundación que se ha analizado en otros estudios de investigación.

Posteriormente, en la creación de una base de datos alfanumérica de soporte GIS en formato *shapefile* a partir de las actuaciones de implantación puntual, lineal y zonal recogidas en un archivo formato kmz, con la digitalización de las intervenciones cartografiables identificadas en los Estudios de Detalle para los estudios de distintos tramos disponibles en la web de Ebro Resilience, así como de los publicados en los Boletines mensuales de la propia Estrategia.

Todo ello ha sido complementado tanto con el archivo Shapefile facilitado por personal de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), donde se incluían actuaciones proyectadas en tramos de detalle todavía no disponibles en la web, como con la supervisión de la persona responsable en la CHE de la gestión que se hace de las actuaciones de la propia Estrategia Ebro Resilience.

Si bien durante este proceso se han dado algunas imperfecciones ya que la información recogida en el archivo kmz no estaba del todo actualizada, debido a que algunas de las actuaciones que se contemplaban son anteriores a la elaboración de la Estrategia, por lo que, aunque se han digitalizado al considerarse junto con el tutor que era relevante su incorporación por tratarse de medidas dirigidas a reducir el riesgo de inundación, se han realizado en una base de datos paralela a la que recoge las actuaciones proyectadas y realizadas desde enero de 2020.

Para la base de datos principal de actuaciones de Ebro Resilience, se han creado 10 campos de atributos a partir de los definidos por el programa ArcGIS de “Objectid” y “Shape”, los campos de “tipo” para el que se ha creado un dominio con los 4 tipos de actuaciones en función de la línea estratégica que persiguen (Prevención, Protección, Preparación y Restauración, si bien esta última no aparece contemplada por los estudios de detalle) tal y como se explica posteriormente en este trabajo.

Seguidamente, se ha incluido un campo “actuación” dedicado a la denominación de la actuación que es el nombre que aparecerá en la leyenda de cada producto cartográfico. Estas denominaciones son un total de 23 de las cuales 1 son de implantación puntual, 12 de implantación lineal y 10 de áreas poligonales, siendo explicadas cada una de las actuaciones en el apartado 6.5 del presente trabajo.

Figura 2: Interfaz de las tablas de atributos de actuaciones lineales (izq.) y zonales (derecha). Elaboración propia.

Así mismo, y debido a que el ámbito de aplicación de la Estrategia en el tramo medio del Ebro es de gran extensión, también abarca a las zonas de desembocadura de varios ríos afluentes como son el Ega y el Huecha, se ha creado un campo para especificar el “río”.

Seguidamente, se ha incluido una clasificación, siguiendo la tramificación propuesta por la propia Estrategia para los estudios de detalle, de forma que el campo “tramo” es el predecesor al anteriormente explicado.

Se ha incluido un campo “nombre” dedicado para la denominación geográfica más específica de las zonas donde se han realizado o están proyectadas las actuaciones, para lo que se ha definido otro campo específico llamado “estado” al que se le ha creado un dominio con las opciones (ejecutada/ proyectada) ya que, debido a la corta vida de la Estrategia, muchas de las actuaciones que aparecen en los estudios de detalle para los distintos tramos, todavía no se han llevado a cabo.

Ya que como se ha mencionado anteriormente algunas de las actuaciones cartografiadas son previas a la estrategia, se ha creado un penúltimo campo al que se le ha aplicado un dominio (Si/No) en el que poder definir si dichas actuaciones pertenecen o no a las proyectadas o ejecutadas desde la creación de la Estrategia Ebro Resilience en 2020 y de esa forma poder crear las 2 bases de datos diferenciadas con las que se han elaborado los productos cartográficos del presente trabajo.

Finalmente, y con miras a un trabajo más detallado, se ha dejado creado un campo “fecha” con el que el personal de confederación, o cualquier persona interesada, pudiera poner el mes y año de ejecución de cada actuación, pensada dicha función, principalmente para llevar un seguimiento temporal cartografiado de las actuaciones ante las modificaciones en el entorno que los eventos de crecida pueden generar sobre las mismas.

Una vez creada la base de datos, se ha cumplimentado revisando la actualización de las actuaciones proyectadas y ejecutadas. Una función que se ha realizado a través de un archivo shapefile que ha sido facilitado por el propio responsable de Ebro Resilience en la Confederación Hidrográfica del Ebro. Junto a ello, se han descargado las ortofotos de máxima actualidad (PNOA 2021) del Instituto Geográfico Nacional relativas a todo el tramo medio del Ebro donde se han ejecutado o están proyectadas las distintas actuaciones, con el objetivo de poder identificar las ya ejecutadas en el presente momento.

Así mismo, gracias a la colaboración de EbroNautas, se ha podido participar en uno de los descensos interpretativos por el tramo medio del Ebro financiado por la propia Estrategia de forma que se pudo observar desde dentro tanto las actividades de divulgación con un formato lúdico que se han diseñado para concienciar a la población del riesgo de inundación, como el recorrido a bordo de *kayaks* concretamente entre las localidades de Remolinos y Cabañas de Ebro pudiendo de esta forma visualizar y conocer las actuaciones realizadas y la dinámica del río desde un punto de vista pocas veces observable.



Figura 3 y 4: Descenso interpretativo con EbroNautas (izq.) y juego para concienciar del riesgo de inundación (drcha.). Elaboración propia.

No obstante, el hecho de que los vuelos de obtención de ortofotografías se realicen cada tres años, junto con la actualidad que suponen las actuaciones que se están llevando a cabo en estos momentos por parte de Ebro Resilience, hace que el vuelo del último PNOA disponible, haya quedado atrasado, respecto a las fases actuales en las que se encuentran algunas de las



actuaciones recogidas en la base de datos a marzo de 2024. Por lo que, para tener una mejor referencia a la hora de digitalizar las zonas de actuación, se ha optado por la utilización de las imágenes de Satélite tanto de Google Earth a fecha febrero de 2024, como del satélite Sentinel de los días 27 y 29 de febrero y 3 de marzo de 2024 con el que además se pudo hacer un seguimiento de la crecida acontecida entre el 27 de febrero y el 3 de marzo.

Dicha crecida, ha permitido la obtención de información de máxima actualidad sobre el funcionamiento de las distintas actuaciones ya ejecutadas, de forma que, en el apartado de análisis de las actuaciones del presente trabajo, se puedan definir los comportamientos demostrados de las mismas ante eventos de crecida con umbrales próximos al valor extraordinario.

La forma en la que se han representado todas las actuaciones, ha sido mediante la elaboración de una leyenda común para todos los tramos de detalle, en la que se especifica el tipo de actuación en función de si son de prevención, protección o preparación y si las mismas están ejecutadas o no (algo actualmente inexistente ya que los estudios publicados por parte de la Estrategia Ebro Resilience no conservan la misma tipología para todos los tramos ni los distinguen por tipos de actuación). Diferenciándose para el caso de las actuaciones lineales por entramado continuo o discontinuo, mientras que, para las actuaciones zonales, utilizando el mismo color con distintas tonalidades de forma que sea sencillo la asociación de la misma actuación (ejecutada/proyectada).

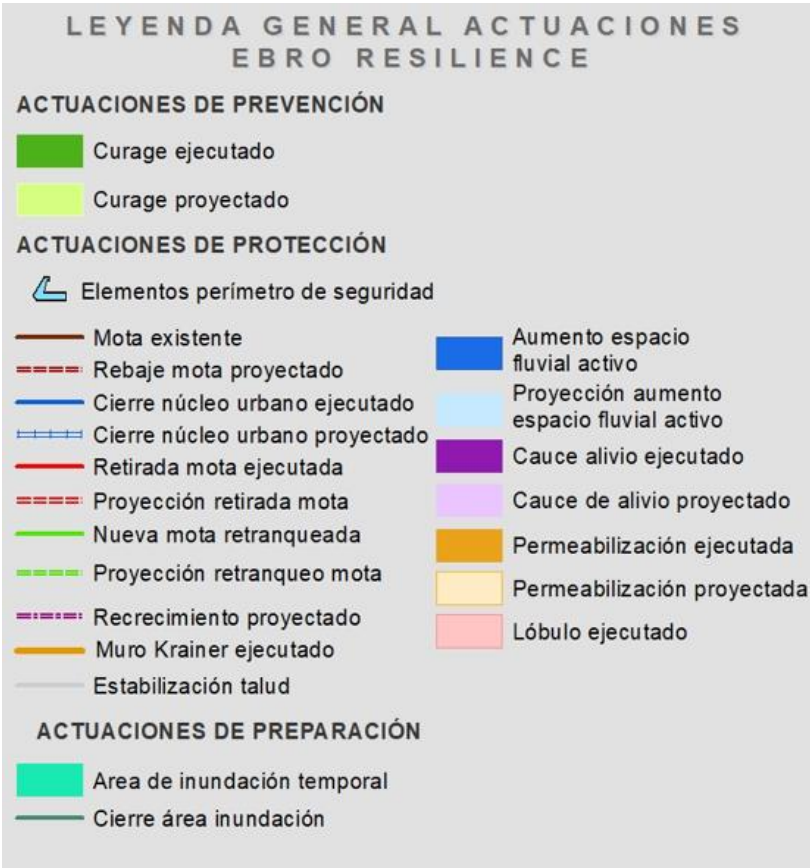


Figura 5: Leyenda general de actuaciones para todos los tramos de Ebro Resilience. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience



Una vez elaborada dicha leyenda, incluyendo sólo las actuaciones pertenecientes a la estrategia, se han elaborado 11 productos cartográficos correspondientes a los tramos de estudio de detalle definidos por parte de la Estrategia Ebro Resilience.

Cabe mencionar en este punto que, si bien en la web se recoge información de estudio de detalle de los tramos 0, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12A y 14, gracias a la información facilitada por parte del personal de Ebro Resilience, se han podido incluir tanto las últimas actualizaciones planteadas en dichos tramos, como las intervenciones proyectadas en los tramos 10 y 11 que saldrán a participación pública en las próximas fechas.

Dicho análisis de los 11 productos elaborados, se ha complementado con una tabla recopilatoria de longitudes y áreas superficiales de todas las actuaciones proyectadas y ejecutadas con el objetivo de conocer de una forma detallada las intervenciones propuestas por parte de la Estrategia.

Así mismo, y a modo de síntesis, se ha realizado una serie de tablas y gráficos con el objetivo de obtener datos comunes de todos los ámbitos analizados y poder identificar de esta forma el número de actuaciones en cada línea de medidas, y ver de una forma visual los metros que se han propuesto en las actuaciones lineales y superficiales de cada tramo que se analiza de forma pormenorizada anteriormente a este punto.

Junto a esto se ha elaborado una agrupación de los 11 tramos de detalle con la leyenda común para todas ellas, de forma que se pueda observar en una misma figura, todas las actuaciones, tanto ejecutadas como proyectadas para todas las áreas analizadas.

Para poder realizar en este trabajo una correcta caracterización y valoración de las actuaciones que se están realizando por parte de la Estrategia, y dada la escasa bibliografía que hay sobre la misma, principalmente debido a la contemporaneidad, se ha tomado como referencia principal la información recogida en el propio documento estratégico Ebro Resilience publicado en enero de 2020.

Es por ello, que se ha considerado de interés incorporar un apartado específico en este trabajo dedicado a explicar en qué consiste la estrategia, para posteriormente poder caracterizar las actuaciones que se están llevando a cabo y finalmente analizar el funcionamiento que están teniendo las mismas.

## **6. ¿QUÉ ES LA ESTRATEGIA EBRO RESILIENCE?**

Tal y como se recoge en la introducción de la propia Estrategia, Ebro Resilience “es una estrategia basada en la implementación del plan de Gestión del Riesgo de Inundación” (PGRI) Es por ello que la Directiva 2007/60/CE de evaluación y gestión de los riesgos de inundación contempla en su normativa la necesidad de redactar unos Planes de Gestión de Riesgo e inundación y dentro de estos una Estrategia como es Ebro Resilience que busca promover la cooperación y coordinación entre las administraciones con competencias en la gestión relacionada con las avenidas y la concienciación social con el objetivo de aumentar la percepción del riesgo de inundación y junto a ella potenciar las medidas de autoprotección (Ebro Resilience 2020).

## 6.1 Funcionamiento y estructura organizativa

Su funcionamiento y estructura organizativa se basa en 5 grupos de trabajo, 2 comités y un proceso de participación pública que cuenta con distintos programas.

Primeramente, los agentes implicados en la elaboración de dicha Estrategia son las principales administraciones y entidades sobre las que recae la planificación y ejecución de las actuaciones y líneas a seguir.

Por orden de relevancia estas son el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) que será el responsable de la coordinación entre el resto de administraciones; la Confederación Hidrográfica del Ebro con su gestión en las competencias de dominio público hidráulico, zonas de policía y usos del agua; los gobiernos de las distintas Comunidades Autónomas de Aragón, La Rioja y la Comunidad Foral de Navarra por sus competencias en agricultura, ordenación del territorio y gestión de hábitats naturales; y finalmente otras entidades locales como las comunidades de regantes, que afectan a áreas de implementación de actuaciones proyectadas por Ebro Resilience.

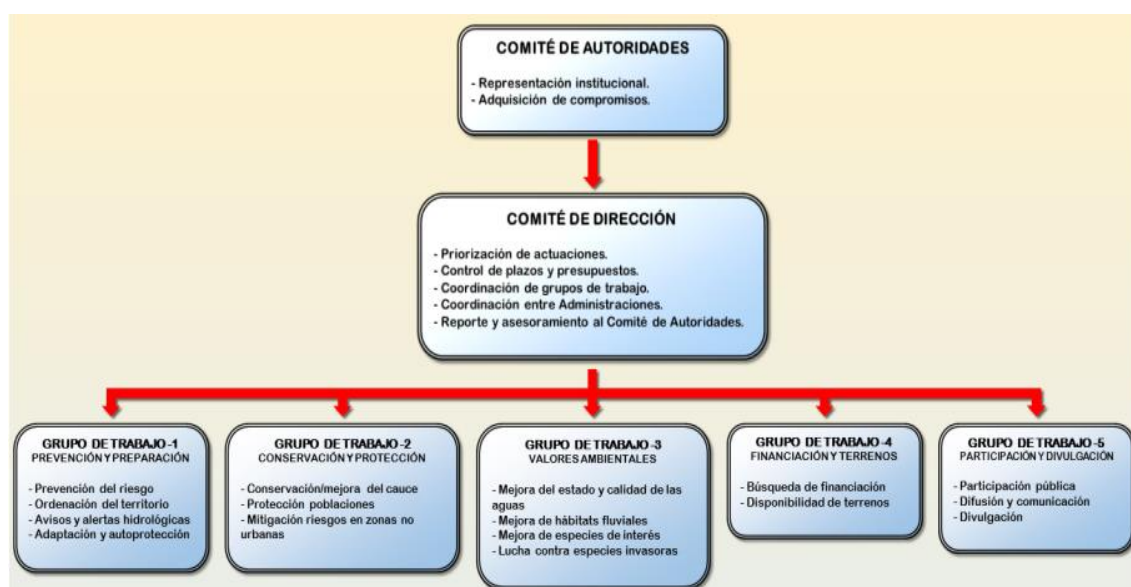


Figura 6: Esquema de organización y funcionamiento de la Estrategia Ebro Resilience. Ebro Resilience 2020.

El comité de dirección, tal y como se recoge en el documento estratégico de Ebro Resilience es el encargado de “fomentar y favorecer la coordinación técnica interadministrativa en los asuntos relacionados con la gestión del riesgo de inundación”.

Mientras el comité de autoridades es aquel “compuesto por la representación institucional de las distintas Administraciones implicadas y una de sus funciones principales radica en recabar los compromisos financieros de los distintos organismos participantes” (Ebro Resilience, 2020) de forma que pueda asegurarse el coste y mantenimiento de las actuaciones que se proyectan y ejecutan en el marco de la Estrategia.

Tras las autoridades y el comité de dirección los **cinco grupos de trabajo** con los que cuenta la Estrategia son los que tal y como se recoge en el documento explicativo de la propia Estrategia, “tienen como tarea prioritaria definir, llevar a cabo o coordinar la implementación de las posibles actuaciones de las líneas de actuación que tengan asignadas”.

Cada uno de dichos grupos se basan en unas de las cuestiones fundamentales que aborda la Estrategia.

Siendo el primer grupo el encargado de realizar los trabajos correspondientes a la prevención y preparación de las actuaciones, analizando toda el área inundable con los mapas de peligrosidad y riesgos de inundación existentes, y a través de ellos identificando los edificios o servicios esenciales de forma que se pueda promover su aseguramiento, al igual que debe hacerse con la población.

El segundo grupo de trabajo busca la mejor forma de conservar y proteger todos aquellos bienes, materiales e inmateriales que se pueden ver en peligro en todo el tramo medio del Ebro, donde se ubica el área de estudio. Por ello elaboran planes de conservación y mejoras del cauce del río, propuestas de actuaciones para mejorar los núcleos urbanos y mitigar los riesgos de inundación tanto en zonas urbanas como no urbanas.

El tercer grupo de trabajo es el encargado de llevar a cabo las acciones pertenecientes a las líneas de actuación que tengan como finalidad la mejora de medidas ambientales impulsando a través de la Red Natura 2000 medidas de mejora del estado y calidad de las masas de agua, así como de los hábitats fluviales y de las especies existentes en el eje del Ebro.

El cuarto grupo, es el perteneciente a los terrenos y la financiación en relación con la coordinación de la búsqueda de herramientas que permitan la disponibilidad de terrenos para realizar las actuaciones que se hayan previsto anteriormente, principalmente referido a aquellas actuaciones agrupadas como medidas de protección que buscan ampliar el espacio fluvial y buscar la financiación para estas actuaciones.

Finalmente, el quinto grupo de trabajo se centra en la participación pública y la divulgación en el sentido del diseño y la ejecución de trabajos de participación pública y gestión de conflictos. Dentro de este grupo de trabajo se enmarcan también las actividades ligadas a las jornadas de participación pública y formación de autoprotección, el seguimiento de las redes sociales de la propia Estrategia muy activas e imprescindibles para dar a conocer las actuaciones que se vienen realizando, así como la comunicación y divulgación por medios físicos y online como es la propia web de la Estrategia Ebro Resilience, o el Boletín mensual, donde se publica toda la actualidad referente al avance y aplicación de la Estrategia.

Sin duda, un factor esencial para el éxito de la estrategia proviene de la **participación pública**, ya que una implicación social de los residentes y afectados en general de toda el área de estudio que abarca la Estrategia, y por tanto este trabajo, es de gran importancia para hacer frente a las demandas de seguridad que plantea la población según el riesgo que perciben en distintas áreas. Este proceso de colaboración con la población residente permite conocer y entender a las distintas partes implicadas, así como intercambiar conocimiento técnico y local acerca del territorio.

## **6.2 Planificación y seguimiento**

Es conociendo y entendiendo toda la estructura organizativa de la Estrategia explicada en estos párrafos, la única forma de poder abordar la planificación y seguimiento de las actuaciones que se realizan dentro de la misma, *siendo esta última premisa, uno de los objetivos principales del trabajo.*

La **planificación** de las actuaciones se puede explicar desde dos principales enfoques como son la prioridad de las actuaciones y la programación de las mismas.

Dentro de la priorización, tal y como se recoge en el propio documento estratégico “Las actuaciones deben priorizarse en base a unos criterios objetivos y homogéneos para todo el tramo medio del Ebro”. Dichos criterios, se basan en la urgencia de las actuaciones, el beneficio, la viabilidad, y el análisis interrelacionado de estas dos últimas variables, así como con el coste y beneficio que han de suponer dichas actuaciones.

Por su parte, la programación de las actuaciones debe pasar una serie de trámites para su correcta ejecución, de forma que es necesaria una coordinación entre las mismas, ya que la ejecución de una de ellas puede suponer alguna intervención en otra. Para entender mejor este enfoque, el propio documento estratégico de Ebro Resilience pone como ejemplo una actuación donde una búsqueda de disminución de peligrosidad debe cumplir con lo establecido en la Directiva de Hábitats donde quizás se deben acometer actuaciones asociadas a la primera.

Así mismo, no sirve de nada una planificación de las actuaciones, si después no hay un **seguimiento** de las mismas con el que se pueda determinar, si dicha actuación está funcionando según lo proyectado, o por el contrario hay que realizar algún tipo de modificación que subsane los errores detectados.

Este apartado, que según se recoge en el propio documento estratégico “tendrá una duración de seis años desde su implementación” es realmente importante, ya que si se tiene en cuenta que la fecha de formulación del documento Estratégico en el que se basa el grueso del análisis de este trabajo, indica que la totalidad de las actuaciones de Ebro Resilience todavía están inmersas en esta fase, y es por ello que, como se ha comentado en el apartado metodológico, gracias a las imágenes obtenidas por satélite en la reciente crecida acontecida entre el 27 de febrero y el 3 de marzo de 2024, se puede realizar un seguimiento de cómo han respondido las actuaciones ejecutadas ante este evento que ha rozado los umbrales extraordinarios.

### 6.3 Formas de financiación

Otras de las cuestiones clave dentro de Ebro Resilience, que se han citado de forma superficial en párrafos anteriores pero que requiere una mayor profundización, son las **formas de financiación** con las que cuenta la propia Estrategia para poder costear todo el proceso de proyección, licitación, ejecución y seguimiento de las actuaciones.

Si bien, tal y como se recoge en el propio documento estratégico “la financiación corresponde a los organismos responsables de su ejecución y competentes en la materia, ya que son estos quienes deben asegurar la disponibilidad de presupuestos y utilizar los fondos de otras entidades”, es de relevancia destacar la financiación que se ofrece por parte de fondos de la Unión Europea.

En la elaboración de la Estrategia en el año 2020 se distinguían 5 grandes fondos como son, los Fondos Estructurales y de Inversión Europeos (EIE), los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER), el Fondo Social Europeo (FSE) donde en colaboración con la Comisión Europea acuerda varios programas operativos para la financiación, el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) donde una de las prioridades más relevantes en relación a la temática de este trabajo es “la restauración, conservación y mejora de los ecosistemas

relacionados con la agricultura”, la Estrategia de la Unión Europea sobre la Biodiversidad, recientemente actualizada, y finalmente el programa LIFE, que en el momento de la redacción del documento Estratégico no tenía mayor relevancia pero que actualmente se encuentra fusionado pasando a denominarse en la actualidad Life + Ebro Resilience, ya que es a través de dicho programa como se está consiguiendo la mayor financiación para el desarrollo estratégico y la ejecución de las actuaciones.

De forma que teniendo en cuenta todo el organigrama y funcionamiento explicado, se pretende que mediante las actuaciones que se han de llevar a cabo, se reduzca el impacto de las inundaciones en aquellos sectores de mayor riesgo del tramo medio del Ebro y de esta forma contribuir a la mejora del estado de las masas de agua y hábitats.

#### **6.4 Modelo Fluvial**

Así mismo, en la elaboración de la Estrategia hay ciertas variables que se han de tener en cuenta a la hora de que todo el organigrama anteriormente explicado pueda proyectar de la mejor forma posible las actuaciones y los resultados sean los esperados. De ahí que una de las variables que no pasa por alto la Estrategia son los posibles efectos asociados a un cambio climático a nivel global, en el que según recoge el último IPCC se pronostica que se pueda dar una mayor irregularidad en el reparto de las precipitaciones a lo largo del año (IPCC, 2021), junto con una mayor fusión nival de las reservas acumuladas debido al aumento de las temperaturas por la emisión de gases de efecto invernadero, lo que podría significar un incremento en la frecuencia de avenidas de la que ya habla la propia Estrategia al mencionar que “es posible que se esté observando un incremento en la frecuencia de avenidas” (Ebro Resilience 2020).

Para poder realizar una correcta caracterización y valoración de las actuaciones que se están realizando, es imprescindible analizar todas las variables geográficas que se encuentran interrelacionadas, tanto físicas como humanas que se han de tener en cuenta si se quiere que dicha Estrategia sea exitosa. Por ello, la Estrategia centra su análisis de factores en lo que ha denominado modelo fluvial.

Desde el punto de vista geomorfológico, el gran dinamismo que presentaba el río en su tramo medio antes de la regulación de su régimen natural a través de la construcción de presas, otorgaba al Ebro un carácter trenzado con abundantes acumulaciones de gravas que generaban brazos braided que cambiaban su morfología con cada evento de crecida al movilizar el sedimento. Dicha actividad fluvial impedía la posibilidad de realizar asentamientos, o regulaciones para ampliar las zonas de cultivo hacia el cauce, por lo que el río Ebro, gozaba de una mayor anchura que en la actualidad que a su vez disminuía la exposición al riesgo.

El modelo que promulga la Estrategia, “pretende hacer compatible la protección de las personas y los bienes con la de los ecosistemas fluviales dentro del marco legislativo existente” de forma que da un nuevo enfoque que busca acabar con el modelo tradicional de gestión del riesgo de inundación basado casi exclusivamente en la construcción de obras de defensa y secciones de desagüe sin tener en cuenta las dinámicas naturales del río, algo que se ha mostrado ineficaz por diversos motivos justificados en la propia estrategia, siendo los más relevantes respecto a la finalidad de este trabajo, “la afección medioambiental importante, las consecuencias indeseadas de efecto retardado, como puntos de incisión del cauce y socavación de infraestructuras y los cambios legales” entre otros.

De ahí que el nuevo modelo conste de cinco grandes temáticas como son el medio ambiente con los espacios protegidos, la agricultura y ganadería, los núcleos de población, las infraestructuras y el coste económico que suponen las inundaciones para abordar de forma holística todos los factores que se encuentran interrelacionados en el área de estudio.

#### **6.4.1 Medio ambiente**

El hábitat fluvial asociado al dinamismo tradicional del río Ebro en su tramo medio, ha llevado a la caracterización de hasta 7 espacios con figura de protección pertenecientes a la Red Natura 2000, y que se encuentran estrechamente ligados al medio fluvial. Dichos espacios están conformados por cuatro áreas de Zona de Especial Conservación, referentes a los “Tramos Bajos del Aragón y el Arga” “El río Ebro” “Los Sotos y Riberas del Ebro” “El Ebro Ibaia-río Ebro”. Así como dos áreas de Lugar de Interés Comunitario relativas a la “Reserva Natural de Los Galachos de la Alfranca de Pastriz, la Cartuja y El Burgo de Ebro” y los “Sotos y Mejanas del Ebro”. Así como un área ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) en la misma zona de galachos mencionada con anterioridad.

Dentro de las intervenciones que se marca la Estrategia, se busca desarrollar esas zonas protegidas, con el fin de preservar dichos entornos, y que tengan las menores afecciones negativas posibles, ya que como se comenta en el propio documento de la estrategia “los ecosistemas ligados al río han ido evolucionando paulatinamente con los cambios que se han producido tanto en las características del cauce como en la llanura de inundación donde el mayor uso de fertilizantes y fitosanitarios en la últimas décadas ha contribuido, junto con los factores anteriormente mencionados, a una acusada disminución de la dinámica fluvial con una reducción de la anchura del cauce de aguas bajas y la desaparición de barras de gravas libres de vegetación que ha provocado cambios en las formaciones vegetales”.

Esta cuestión también se ha visto patente en la hidromorfología del río Ebro en su tramo medio refiriéndose especialmente a la conectividad lateral del cauce, donde las propias estructuras de defensa longitudinales han confinado la anchura del cauce funcional y han producido una alteración de la hidromorfología, a lo que se añade, los inconvenientes que acarrearán dichas defensas en caso de rotura en eventos de crecida, tal y como se analiza en apartados posteriores de este informe.

#### **6.4.2 Agricultura y ganadería**

Otra de las cuestiones altamente relacionadas con el riesgo de inundación actual, y que analiza en profundidad la Estrategia, es la actividad agrícola que se viene realizando de forma tradicional en la llanura de inundación del río Ebro, por la alta fertilidad que presenta la misma al quedarse sedimentados los limos tras los eventos de crecida, actuando estos como un abono natural de nutrientes que mejoran la calidad del suelo y otorgan una mayor productividad a los cultivos.

No obstante, el anegamiento regular de dichas áreas produce que, tal y como se recoge en la propia Estrategia, el sector agropecuario sea el más afectado por las inundaciones. Ya que son miles las hectáreas a lo largo de todo el tramo medio del Ebro las que se ven afectadas en los eventos de crecida extraordinaria y con ellas las infraestructuras de riego.

Respecto a esta última cuestión, la Estrategia pone el foco en la rotura de las defensas transversales al río, referido principalmente a las motas que, dada su composición, al sufrir una rotura pueden producir un incremento en la velocidad del flujo que genere mayores erosiones que una crecida laminar, lo que ocasiona un aumento en los costes de reparación tras el evento. Así mismo, de no tener la defensa una infraestructura de desagüe aguas abajo, se genera un anegamiento de las superficies de cultivo durante un periodo de tiempo más prolongado que produce un incremento en los daños de los cultivos y la necesidad de efectuar una brecha en la defensa con la consiguiente erosión que ello genera en el punto de salida del agua estancada al volverse a incrementar la velocidad del flujo.

Año	Superficie inundada (ha)
2003	18.445
2007	16.643
2015	21.235
2018	8.829

Figura 7: Extensión de la inundación para varias crecidas en la provincia de Zaragoza. Ebro Resilience 2020 a partir de datos CHE.

En el sector ganadero, los nuevos métodos de productividad que han cambiado la ganadería extensiva tradicional, donde los animales pastaban por amplias superficies de monte y se realizaban regulares movimientos de cabañas ganaderas en trashumancias, hacia un modelo más intensivo de ganadería estabulada, han incrementado la vulnerabilidad de sus explotaciones al encontrarse estas en un importante número de ocasiones, sobre zonas inundables y ser de gran complejidad, además de muy costoso económicamente, la evacuación de los animales. No obstante, en el marco de la propia Estrategia también se están contemplando algunas medidas al respecto.

Por ejemplo, aunque no se registra en las intervenciones digitalizadas en la base de datos, se planean elevaciones de parcelas de ganadería así como otro tipo de medidas para intentar evitar los daños asociados a los eventos de crecida en este tipo de instalaciones.

Tal y como recoge la Estrategia Ebro Resilience, para datos del año 2020, se contabilizaban 119 explotaciones ganaderas con una alta probabilidad de inundación. Lo que según las premisas mencionadas anteriormente puede suponer la muerte de los animales pertenecientes a estas explotaciones, con el consiguiente riesgo sanitario que presentan los cadáveres de no ser retirados en un breve periodo de tiempo.

#### 6.4.3 Núcleos urbanos

Tras la agricultura y la ganadería, los núcleos de población ribereños del tramo medio del Ebro son los elementos más vulnerables, por la gran cantidad de bienes materiales que pueden sufrir daños durante un evento de crecida. Por ello, no es de extrañar que la Estrategia Ebro Resilience centre uno de sus apartados analíticos en tratar la situación de este tipo de emplazamientos y edificios singulares.

Tal y como se recoge en la propia Estrategia “en el tramo medio del Ebro hay 23 núcleos de población que presentan una alta probabilidad de inundación, es decir que se inundan con

caudales de avenida en régimen natural, lo que se entiende como un periodo de retorno de 10 años” dentro de este grupo de pueblos se pueden destacar Boquiñeni, Cabañas de Ebro, Alcalá de Ebro, Pina de Ebro y Pradilla de Ebro.

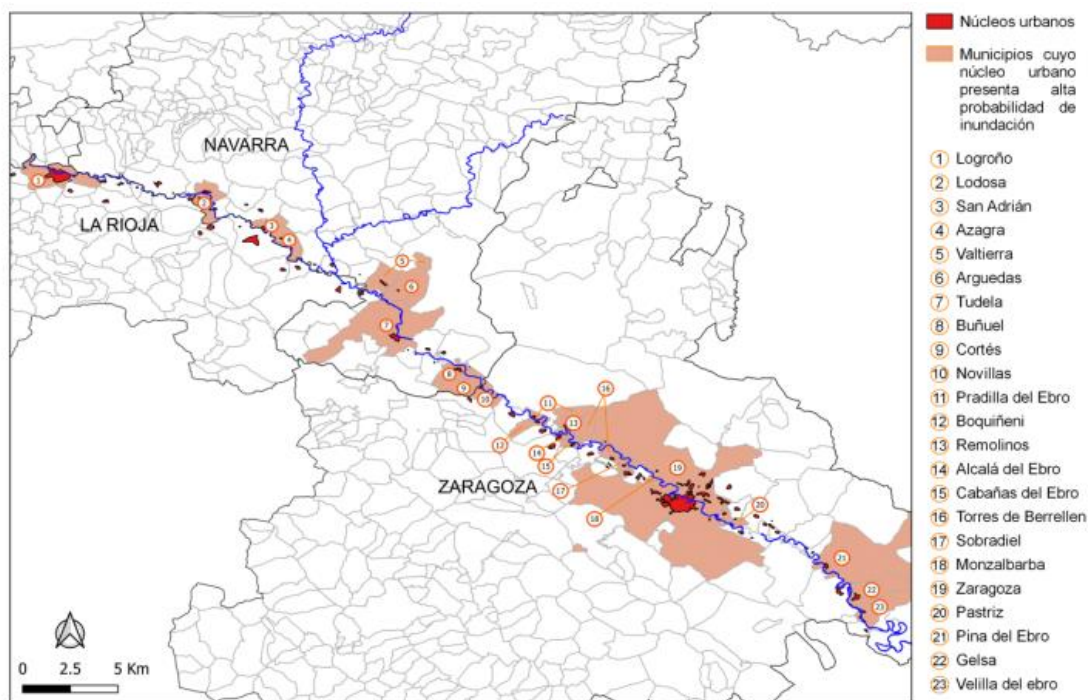


Figura 8: Municipios con riesgo de inundación en el tramo medio. Ebro Resilience 2020.

Así mismo, la estrategia menciona que, a parte de estos núcleos, hay muchos otros que, aunque no se aneguen completamente, sí lo pueden hacer sus partes más deprimidas. Se podría decir que, salvo las ciudades de Zaragoza y Logroño, los núcleos de población representados en la figura 8 no han incrementado su exposición al riesgo en los últimos años. Por el contrario, tal y como se recoge en la Estrategia, han proliferado nuevas urbanizaciones sobre áreas inundables que presentan una alta probabilidad de inundación por lo que supone un incremento de la exposición al riesgo, pudiendo destacar las localizadas en el entorno de Pastriz analizadas de una forma más pormenorizada en el tramo 11 recogido en el presente trabajo.

Con todo ello, Ebro Resilience analiza las áreas citadas, así como la probabilidad de inundabilidad de los principales edificios singulares con una elevada vulnerabilidad, como es el caso de las residencias de ancianos, los centros de salud y consultorios y los centros educativos, de forma que las propuestas de las actuaciones que se están ejecutando en el marco de la Estrategia + el programa LIFE contemplen y preserven de forma primordial estos emplazamientos.

#### 6.4.4 Infraestructura pública

La cuarta de las variables analizadas en la Estrategia hace referencia a las infraestructuras públicas que se localizan, tanto de forma longitudinal como transversal al cauce en todo su tramo medio.



Principalmente Ebro Resilience se centra en las utilizadas para transporte, ya que cuando se ubican de forma transversal al cauce, al ser lineales pueden generar un “efecto presa” al estar diseñadas con insuficientes obras de drenaje.

Según recoge la propia Estrategia, para el año 2018 se contabilizaban en el área de estudio un total de 78 infraestructuras transversales, de las cuales 41 corresponden a cruces con viales. Tal y como se muestra en la tabla 1.

Tipología	Nº Obstáculos	Franqueables	Infranqueables	Desconocido
Salto vertical	1	0	0	1
Paso sobre paramento	15	3	3	9
Paso entubado	1	0	0	1
Obstáculo mixto	20	4	7	9
Cruce con vial	41	41	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>48</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

Tabla 1. Permeabilidad de los obstáculos transversales en el tramo medio del Ebro. Ebro Resilience 2020.

Este tipo de infraestructuras, al obligar a concentrar la velocidad del caudal en eventos de crecida por los puntos de drenaje, generan importantes erosiones e incisión del cauce, pudiendo llegar en algunos puntos a descalzar los pilares y estribos de los puentes que cruzan el río Ebro. Ejemplo de ello y analizado en la Estrategia a la hora de proponer actuaciones, fue la rotura del puente de la autovía ARA 1 que colapsó por el proceso explicado anteriormente.

Así mismo, el efecto presa que se ha mencionado que generan este tipo de infraestructuras, también se ha de tener muy en cuenta en las actuaciones proyectadas, ya que se ha podido comprobar como algunas de estas infraestructuras viales han provocado una sobre elevación de la lámina de agua, aguas arriba de forma que se incrementa el riesgo en algunos núcleos de población como el caso de Pina de Ebro o Novillas, por lo que no es de extrañar que para estas problemáticas la estrategia proyecte permeabilizaciones de puentes y otro tipo de actuaciones recogidas en la base de datos del presente trabajo.

Finalmente, dentro del apartado de infraestructuras, las depuradoras, por su cercanía al cauce funcional, también se ven afectadas, siendo contabilizadas por parte de Ebro Resilience un total de 17 con una alta probabilidad de inundación, por lo que también es un elemento a tener en cuenta en las medidas planteadas por su alto coste de reparación y los problemas sanitarios que pueden acarrear su rotura o inhabilitación temporal.

#### 6.4.5 Variable económica

Sin duda, otra de las variables muy a tener en cuenta en los eventos de crecida del Ebro en su tramo medio son los costes económicos que acarrea cada avenida con las inundaciones que produce. De ahí que otro de los cinco pilares sobre los que se fundamentan todas las actuaciones de la Estrategia sea este.

Las características de la inundación y el control a través del Sistema de Información Hidrológica de la Confederación (SAIH Ebro) de las precipitaciones que se están registrando así como el

aforamiento en distintos puntos de sus cursos de los ríos afluentes, permiten unos tiempos de aviso prolongados de incluso varios días, que permiten preparar tanto las explotaciones agropecuarias, los núcleos urbanos y edificaciones singulares y cortar caminos o accesos a áreas próximas a la llanura de inundación donde puede haber riesgo, con el objetivo de que no haya pérdidas humanas, ni sean demasiado elevado los costes de indemnización de daños que se pueden evitar.

Aún así, tal y como se ha mencionado anteriormente, los daños materiales sí son muy elevados. Según datos extraídos del propio documento de la Estrategia, tan sólo en el resto de ámbitos sin incluir la agricultura entre los años 2005 a 2017 (periodo en el que han sucedido varias crecidas extraordinarias, destacando la del 2015) el consorcio de compensación de Seguros ha valorado un coste económico de 33,4 millones de euros repartidos entre 56 municipios ribereños de La Rioja, Navarra y Aragón. Siendo esta última comunidad por número de asentamientos y extensión del curso fluvial meandriforme la más afectada de las tres.

A esto hay que añadir que aparte de las compensaciones de seguros, los eventos de inundación acarrear consigo un coste importante de reparaciones de las infraestructuras de defensa que se ven afectadas. A este respecto, según datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro, entre los años 2004 a 2018, el coste de dichas reparaciones en los distintos eventos ha ascendido hasta los 64,9 millones de euros repartido en distintos años y a lo largo de las tres Comunidades Autónomas que componen el área de estudio de la Estrategia Ebro Resilience y por tanto, de este trabajo.

AÑO	LA RIOJA	NAVARRA	ZARAGOZA	TOTAL (€)
2004	640.000	1.267.000	10.076.000	11.983.000
2009	400.000	1.750.000	1.900.000	4.050.000
2012			950.000	950.000
2013	250.000	1.200.000	2.260.000	3.710.000
2015	2.852.982	3.954.759	15.599.298	22.407.039
2016	308.816	105.000	644.794	1.058.610
2018	1.929.538	3.663.327	15.101.923	20.694.788
TOTALES (€)	6.381.336	11.940.086	46.532.015	64.853.437

Tabla 2. Coste económico de las obras de emergencia acometidas por la CHE entre los años 2004 y 2018. Ebro Resilience 2020.

#### 6.4.6 Zonas urbanas y no urbanas

Así mismo, todas las actuaciones que se enumeran y posteriormente se analizan en este trabajo para los distintos tramos se han proyectado por parte de Ebro Resilience teniendo en cuenta si se ubican en tramos urbanos y no urbanos.

Por un lado, en las **zonas urbanas** el objetivo primordial que se tiene con la Estrategia es la reducción de la peligrosidad que supone la inundabilidad de un núcleo urbano, teniendo en cuenta un diseño aproximado a un periodo de retorno de 25 años. De forma que en estas áreas siempre se priorice los intereses del núcleo de población sobre áreas agrícolas, que de estar situadas en la margen contraria se opta por dejar dichas áreas no urbanas desprotegidas, ya que como analiza la propia Estrategia y se recoge en el apartado 6.4.5 del presente trabajo, los

daños materiales y costes económicos son mucho más elevados cuando afectan a núcleos de población respecto a las áreas agrícolas.

Por el otro lado, en las **zonas no urbanas**, el objetivo que prima por encima del resto, es “garantizar un correcto desagüe de la máxima crecida ordinaria sin desbordamiento del cauce y de esta forma, reducir la peligrosidad de inundación con un caudal de diseño que corresponde aproximadamente a un periodo de retorno de 10 años en régimen regulado”.

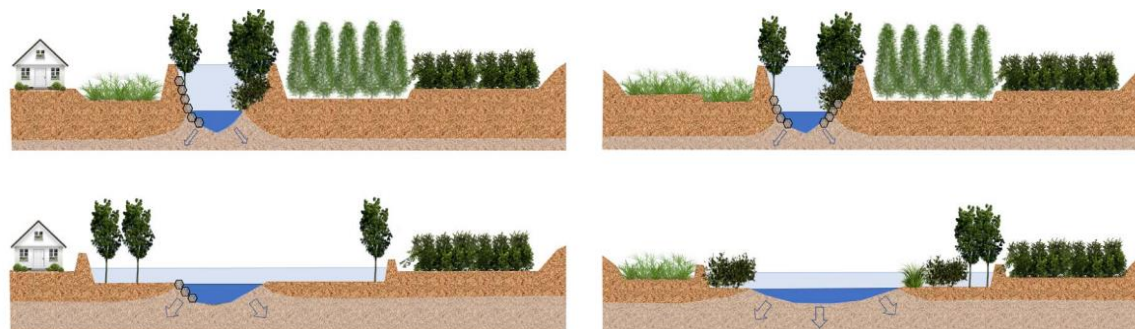


Figura 9. Representación esquemática de la situación de actuación en zonas urbanas (izq) y zonas no urbanas (derecha). Ebro Resilience 2020.

Por tanto, según la estrategia, se considera que aquellas parcelas, cuyo coste de indemnización sea superior al valor del terreno, deben de ser incorporadas al espacio fluvial del río, o en caso de que fuera factible, analizar qué tipo de actuaciones de las que se proponen en la Estrategia y se analizan en este trabajo se podrían ejecutar para disminuir los daños por desbordamiento.

Así mismo, se considera que debe de quedar descartado el control de las masas de vegetación por los costes económicos que supondría, si bien Ebro Resilience menciona que sería beneficioso poder realizar labores de pastoreo que, junto con una mayor libertad al río, permitiera recuperar la dinámica natural con los procesos de erosión, transporte y sedimentación propios del mismo y que de esta forma junto a los eventos de crecida regularían de forma natural el desarrollo de las masas vegetales.

## 6.5 Líneas de actuación

Teniendo en cuenta todas las variables analizadas anteriormente, la Estrategia plantea unas **líneas de actuación** basadas en lo que se denomina en el Plan de Gestión de Riesgo de Inundación del Ebro (PGRI) como las 3P+R. Esto hace referencia a que todas las actuaciones que se desarrollan en el proyecto tienen que ir en las líneas de la prevención, protección, preparación y recuperación de las inundaciones.



Figura 10: Explicación esquemática de las líneas de actuación. Ebro Resilience 2020.

De esta forma, todas las actuaciones recogidas en la base de datos se definen como un tipo de medida, siendo:

#### 6.5.1 Medidas de prevención

Las de prevención tal y como se recoge en la estrategia “tienen como principal objetivo evitar el incremento del riesgo de inundación de las actividades ya existentes, así como impedir la instalación de las actividades vulnerables o no adaptadas a zonas de riesgo”.

Dichas medidas, se subdividen en dos grandes grupos como son la conservación de cauces, de forma que el río presente una dinámica fluvial lo más parecido posible al régimen natural, y por otro lado una correcta ordenación territorial y urbanística que impida nuevas construcciones sobre áreas de flujo preferente situadas en ámbito de Dominio Público Hidráulico.

En la plasmación de la base de datos, si bien las relativas a las áreas de Ordenación Territorial se ha considerado que no son actuaciones propiamente dichas, (entendidas con la definición expuesta en el apartado introductorio de este trabajo), las relativas a la conservación del cauce sí se han podido categorizar en la tabla de atributos identificando los curage:

- *Curage*: o también conocido con la nueva denominación propuesta de “recuperación de brazos perdidos del río”. Es una técnica de desbroce en áreas vegetadas de bosque de ribera, consistente en la eliminación de la vegetación, primordialmente en aquellas áreas donde existían antiguos brazos funcionales del río con el objetivo de recuperar su dinámica natural, aumentar la biodiversidad y permitir un mayor flujo del agua en eventos de crecida (Cuartero, 2022).

#### 6.5.2 Medidas de protección

Las medidas de protección son aquellas que “tienen por objetivo una reducción del riesgo de inundación a través de la disminución de la peligrosidad para la salud humana, las actividades económicas, el patrimonio cultural y el medio ambiente en las zonas inundables” (Ebro Resilience 2020).

Dado que, por decirlo de forma sencilla, estas medidas son las más restrictivas en cuanto a la preservación de la naturalidad al régimen fluvial, la propia estrategia define perfectamente su ámbito de aplicación. Son aquellas áreas donde no se pueda incrementar la capacidad de desagüe del río y ello suponga un riesgo de inundación de un núcleo urbano, que con la ejecución de estas actuaciones se pretende paliar.

Esta tipología de medidas es la que ocupa el grueso de las actuaciones categorizadas en la tabla de atributos de la base de datos creada, ya que son muchas las tipologías de actuaciones concretas que se vienen realizando para preservar los 23 núcleos de población que se ha analizado en párrafos anteriores presentan un alto riesgo de inundabilidad.

Las actuaciones de protección caracterizadas en la base de datos de este trabajo son las siguientes:

- *Perímetro de seguridad de tubos con clapetas y compuertas*: denominación que recibe el conjunto de medidas puntuales aplicadas alrededor para la protección de algunos núcleos de población. Las clapetas de desagüe son un sistema que permiten el vaciado de las zonas inundadas tras el paso de la avenida (Miteco, 2019).
- *Rebaje de mota*: actuación en la que se disminuye la altura de la defensa con el objetivo de seguir preservando la superficie en cuestión en crecidas ordinarias, pero permitiendo la entrada de agua cuando el caudal del río sea mayor a lo que el rebaje ha sido diseñado, de forma que no suponga un obstáculo tan elevado.
- *Retirada de mota*: acción consistente en la eliminación de las motas existentes en áreas que no protegen núcleos de población, infraestructuras ni puntos de interés de forma que su existencia tan sólo supone un obstáculo en la dinámica natural del río, y genera tanto incremento en la altura que alcanza el caudal, como en caso de rotura, mayores riesgos de anegamiento tanto de núcleos urbanos como de áreas de cultivo.
- *Nueva mota retranqueada*: denominación que recibe la ubicación de la nueva mota que se construye varios metros atrás de donde se ubicaba la que ha sido eliminada. Tiene el objetivo de seguir preservando áreas de interés, infraestructuras o núcleos de población, pero habiéndole otorgado una mayor anchura al cauce funcional del río que le permita contener mejor los eventos de crecida y recuperar su morfodinámica natural.
- *Aumento espacio fluvial activo*: área que se genera entre el espacio donde se situaba la mota que ha sido eliminada y la ubicación definitiva de la nueva mota retranqueada, de forma que aumente la anchura del cauce funcional y por tanto del espacio fluvial.
- *Cierre de núcleo urbano*: en caso de rotura de alguna mota o sistema de defensa aguas arriba de la población y debido al pequeño porcentaje de pendiente que tiene el valle conforme se va descendiendo, puede producirse inundaciones de núcleos urbanos con altos niveles de calado. Por ello, se plantean para las localidades más vulnerables una serie de actuaciones con elevaciones del terreno similares a las motas, con el objetivo de preservar en última instancia al núcleo poblacional e impedir que el agua entre dentro del mismo.

- *Recrecimiento*: consiste en la elevación de elementos ya existentes que se encargan de la protección de núcleos, instalaciones o infraestructuras. Se desarrollan principalmente sobre determinados sectores de motas o carreteras y vías férreas que pueden hacer el mismo efecto.
- *Retirada de obstáculos*: aquellas infraestructuras o elementos que se encuentran sobre el cauce funcional del río, que disminuyen y confinan la sección del mismo sin tener una funcionalidad primordial (los pilares y zapatas de un puente), deben ser retirados o reubicados en otras áreas con el fin de permitir el mayor drenaje posible. (Magdaleno, 2021).
- *Permeabilización de infraestructuras*: como acciones puntuales con las que se consigue una capacidad de desagüe mayor en lugares clave como puentes y áreas próximas a núcleos de población (Ollero, 2020).
- *Cauces de alivio*: esta técnica consiste en la creación de un cauce artificial en la llanura de inundación, cortando el meandro con el objetivo de dividir y desviar el flujo preferente del caudal en eventos de crecida. Sobre todo se aplica en áreas con riesgo para núcleos de población, ya que supone una acción antrópica muy notoria sobre la morfodinámica natural del río.
- *Lóbulos*: es una de las actuaciones más novedosas, no recogidas en la elaboración inicial de la Estrategia, consistente en el fortalecimiento de la defensa en aquellas áreas en las que en un evento de crecida pasado se han producido una rotura de mota en algún punto que la misma se ha visto debilitada. Mediante la creación de una mota de menor tamaño una segunda más elevada con forma convexa, se busca generar el mismo efecto que los espigones pero sin la utilización de actuaciones “duras” que impliquen la necesidad de cementar el cauce.
- *Muro Krainer*: también recientemente denominado “*muro de entramado vivo*” es una actuación novedosa consistente en la realización de un muro entramado de vegetación viva a través de varios niveles. El primero de ellos, compuesto por una escollera sobre la que se colocan varios pisos de troncos dispuestos de forma transversal unos sobre otros y anclados entre sí, de forma que se crea un entrecruzamiento que posteriormente es recubierto con tierra sobre la que se realiza una plantación de especies arbóreas y arbustivas autóctonas con el objetivo de que al desarrollarse estas se genere un entramado entre los troncos y las raíces de forma que estabilicen más la defensa pero a su vez tenga cierto punto de flexibilidad que evite que el flujo preferente, al colisionar con la misma, salga despedido generando erosión en la orilla contraria como sí ocurre con las escolleras tradicionales.
- *Estabilización de talud*: es una medida consistente en la aplicación de tierra y plantación de coberturas vegetales para evitar el debilitamiento de las infraestructuras de defensa por procesos erosivos, ya que se incrementa la resistencia hidráulica del terreno en áreas de erosión fluvial (Alvarado, 2013).

### 6.5.3 Medidas de preparación

En tercer lugar dentro de las líneas de actuación de la Estrategia, las medidas de preparación tienen como objetivo la reducción de la vulnerabilidad de la población y el coste económico que ocasionan las inundaciones, de forma que se obtenga una reducción de daños” (Ebro Resilience 2020).

Este tipo de actuaciones se divide en cuatro grandes bloques referidos a:

La mejora de la información hidrológica, de forma que los afectados puedan conocer con suficiente antelación, la magnitud del evento de crecida y de esta forma, dado el “prolongado” tiempo de preaviso con el que cuenta el tramo medio del Ebro, se puedan evaluar y valorar los daños potenciales, así como conseguir llevar a cabo las medidas necesarias para reducirlos cuando finalmente acabe llegando la punta de la crecida.

Esta información hidrológica, se encuentra de forma continua durante todo el año en el visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables SNCZI, a través del cual, se pueden visualizar las cartografías de riesgo de inundación, calado y peligrosidad para crecidas con distintos periodos de retorno de valores extraordinarios.

Así mismo, durante el evento, la información del avance de la crecida también es accesible a partir de las predicciones de caudal, y datos quince minutales que proporciona el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIHEbro).

No obstante, tal y como recoge la Estrategia en su documento, “es posible que estas herramientas informáticas no resulten sencillas de utilizar e interpretar por parte de la población afectada”. Por ello, el segundo de los bloques hace referencia a la mejora en los protocolos de comunicación de forma que, para abordar la problemática mencionada, proponen la realización de unas jornadas de coordinación entre los responsables de transmitir la información.

El tercero de los bloques de esta línea de actuación es la autoprotección de la población “relacionado con las capacidades sociales que están intrínsecamente ligadas a la vulnerabilidad”. Por parte de Ebro Resilience, se propone la construcción de unas capacidades que vayan dirigidas a sectores estratégicos como son los gestores y técnicos, los prescriptores, las partes interesadas y el público en general de forma que cada uno de ellos, conozca desde el grado que ocupa como se realiza la implementación de la Estrategia y por qué es positiva para la sociedad.

Finalmente, el cuarto bloque de la línea de preparación hace referencia a la adaptación de los elementos vulnerables, con el objetivo de evitar la inundación impidiendo que el agua alcance el elemento que se quiere preservar. De esta forma, la estrategia se centra en la adaptación tanto de las edificaciones como de los servicios y explotaciones agrarias y ganaderas mediante el estudio del riesgo de inundación de las edificaciones situadas en zonas inundables. Así como con otro tipo de actuaciones categorizada en la base de datos del presente trabajo como son:

- *Implementación de áreas de inundación temporal*: superficies que se inundan de forma laminar desde la parte inferior de las mismas y separadas por cierres de área de inundación, para que, con la llegada de la punta de la crecida, al estar anegados dichos terrenos, se evite una erosión del agua en lo que se denomina áreas de amortiguación de flujo lateral.

- *Áreas de amortiguación de flujo lateral*: concatenación de áreas de inundación unidas y correlativas que permite que los excesos de agua tengan paso de forma marginal y sin hacer daño, con el agua que salta de un área a otra a través de los cierres de área de inundación.

Si bien de todos los elementos mencionados en esta tercera línea de actuación (la preparación) tan sólo se recogen de forma cartográfica y categorizada en la tabla de atributos las áreas de inundación temporal. No se pretende quitar por ello importancia al resto de actuaciones, principalmente del cuarto bloque que también se desarrollan sobre áreas cartografiadas, pero que dada la escala a la que se realiza este trabajo y la complejidad de obtención de datos pormenorizados se ha decidido obviar.

#### **6.5.4 Medidas de recuperación**

Finalmente, la cuarta de las líneas de actuación que propone la Estrategia, relativa a las medidas de recuperación “consiste en la aplicación de las medidas dirigidas al restablecimiento de la normalidad en la zona siniestrada una vez finalizada la respuesta inmediata de la emergencia”.

Dichas actuaciones de restablecimiento de la situación previa son agrupadas por la estrategia en 3 grandes grupos.

Siendo estos, el fomento y aseguramiento de los elementos en las zonas inundables, que se realizan a través de compañías aseguradoras o compensaciones de seguros para el caso de las crecidas ordinarias, y mediante las indemnizaciones correspondientes si dicha crecida ha superado los umbrales que la definen como crecida extraordinaria por un número de veces superado el módulo de la misma.

En la misma línea, el restablecimiento de los servicios esenciales afectados es otro de los pilares fundamentales dentro de las medidas de recuperación, ya que es fundamental para el correcto funcionamiento de tanto de las explotaciones agrícolas y ganaderas, como de los núcleos de población.

Lo más relevante para que un proceso de recuperación sea realmente efectivo, es el aprendizaje continuo para mejorar la gestión en el futuro, de forma que se aprenda de los eventos de crecida sucedidos, se tome conciencia del impacto y las deficiencias de los sistemas existentes y se mejore la percepción de las actuaciones de emergencia evitando de esta forma una falsa sensación de seguridad y siendo más resilientes ante futuros eventos.

#### **6.5.5 Mejora de masas de agua y ecosistemas fluviales**

No se puede dejar pasar por alto, las medidas que se proyectan en el ámbito estratégico para cumplir con uno de los más importantes objetivos europeos que recoge la Directiva Marco del Agua, como es la preservación y **mejora de los ecosistemas fluviales**.

Para ello, Ebro Resilience recoge la posibilidad de proyectar medidas de mejora de estado de las masas de agua, cómo la búsqueda de mejoras de la continuidad longitudinal, teniendo siempre en cuenta como pueden afectar éstas a la propagación de especies invasoras que habitan en el entorno del río Ebro.



De ahí que en la actualidad, en esta línea, se esté llevando a cabo la construcción de una *escala para peces* en la presa de Pina de Ebro y una *rampa para peces* en el azud de El Bocal, situado en Fontellas (Navarra).

Así mismo, contemplan la posibilidad de proyectar medidas que tenga como objetivo la mejora de calidad del agua por lixiviado de residuos ligados al uso de productos fitosanitarios y fertilizantes minerales en las zonas agrícolas de la llanura de inundación.

Finalmente, en esta misma línea, la Estrategia recoge también la posibilidad de proyectar y aplicar medidas encaminadas a la restauración fluvial de áreas que en la actualidad están degradadas y ocupadas por otros usos, incluyendo dentro de esta mejora de hábitats fluviales una protección de especies de interés a través de “la creación de hábitats para la margaritona y reintroducción de la misma, y las campañas de control de visón americano y galápagos exóticos” (Ebro Resilience, 2020).

Si bien, en el poco tiempo que lleva aplicándose la Estrategia sí que se están realizando intervenciones de restauración fluvial en todas las actuaciones que se van ejecutando, otras de este ámbito como las protecciones de especies mencionadas quedan como planes a futuro ya que, en la actualidad, los trabajos se centran en la protección de los núcleos urbanos (siguiendo el enfoque de priorización que se ha mencionado anteriormente) y las actuaciones que se analizan en el siguiente apartado de resultados.

## **7. RESULTADOS**

Tomando como referencia la categorización de las actuaciones analizadas anteriormente, se ha procedido al análisis de aquellas proyectadas y llevadas a cabo, así como su plasmación cartográfica. Hay algún grupo de las líneas de actuación que no se ha podido cartografiar al no poderse representar en la escala del trabajo las mismas, de forma que sólo se ha podido trabajar en la base de datos con tres de las cuatro líneas.

Para abordar el objetivo referente a la categorización de los diferentes elementos, se han seleccionado los tramos de estudio que la propia Estrategia ha definido para plasmar los proyectos de las actuaciones que se han de llevar a cabo en todo el tramo medio del Ebro.

Los estudios de detalle por tramos que se han cartografiado para el presente trabajo, son los que aparecen recogidos en la propia web de la Estrategia, siendo estos los relativos al tramo 3 del Ebro y Ega en San Adrián-Calahorra-Azagra, el tramo 5 en Huecha en Mallén-Cortes-Novillas, el tramo 6 en Pradilla de Ebro-Boquiñeni, el tramo 7 en Alcalá de Ebro-Remolinos, el tramo 8 en Cabañas de Ebro, el tramo 9 en Torres de Berrellén-Sobradíel, el tramo 12A en Osera-Fuentes de Ebro, y el tramo 14 en El Burgo de Ebro. A los que se les ha podido sumar los tramos 10 en Juslibol-Monzalbarba y 11 en Zaragoza-Pastriz, que si bien todavía no están publicados, han sido facilitadas por parte de personal de la Confederación Hidrográfica las ubicaciones y actuaciones proyectadas.

Para la elaboración de cada uno de los tramos de estudio mencionados recogidos en la web de la Estrategia, los técnicos de Ebro Resilience han seguido la misma metodología para definir las actuaciones que posteriormente se han de ejecutar en los distintos tramos de estudio. Dicho análisis ha consistido primeramente en una explicación de antecedentes y problemáticas detectadas donde se analizan para cada uno de los tramos las consecuencias que eventos de crecida pasados han tenido para cada tramo de detalle, el funcionamiento con zonas de flujo

preferente y calado de las áreas de inundación para distintos periodos de retorno, con el objetivo de conocer en profundidad las problemáticas que se identifican.

Seguidamente y teniendo en cuenta los objetivos y líneas de actuación que se persiguen con las actuaciones, la Estrategia Ebro Resilience, realiza para todos los tramos de detalle, un análisis de estudio de las alternativas que se pueden proponer, para hacer frente a las problemáticas que se han detectado en los apartados anteriores, y abordarlas de la mejor forma posible. Dicho apartado, si bien es común a todos los estudios de tramo mencionados, se pueden subdividir de alguna forma, teniendo en cuenta si el área que se está proponiendo para actuar es muy compleja y requiere de varios tipos de medidas que actúen de forma conjunta.

Tras el planteamiento de varios tipos de actuaciones, se determina la alternativa final, que recoge las actuaciones que se van a proyectar para ser licitadas y finalmente ejecutadas. Este tipo de estudios de proyecto de alternativa seleccionada, son los que están representados en la tabla de atributos de la base de datos y que componen el grueso del trabajo.

Finalmente, se expone una conclusión y reflexiones a futuro con el objetivo de dejar abierto el análisis e investigación del funcionamiento de unas actuaciones en algunos casos pioneras para el caso del río Ebro.

Con todo ello, el análisis realizado de cada uno de los 11 tramos de los que se ha podido adquirir información muestra los siguientes resultados.

#### - 7.1 Tramo 0 (Milagro-Alfaro)

Teniendo en cuenta estas premisas para el tramo 0 definido por la Estrategia, localizado entre Milagro y Alfaro, se observa la gran complejidad que presenta este punto al ser donde se localiza la confluencia de uno de los grandes afluentes del río Ebro como es el río Aragón.

Por ello, se trata de la zona piloto con la que comenzó a trabajar Ebro Resilience, algo que se puede observar en el estado de las actuaciones donde prácticamente la totalidad de ellas se encuentran ejecutadas o en fases finales de ejecución.

Las actuaciones que se han llevado a cabo se agrupan en líneas de prevención (habiéndose realizado algunos curage observables con las imágenes de satélite) pero principalmente se tratan de actuaciones de protección de cara a los núcleos de población ribereños de la confluencia riojana y navarra.

Se puede observar en los datos recogidos en la tabla 3 cómo la intervención en este tramo ha sido muy notoria, retirando más de 5 kilómetros y medio de motas y ampliando en más de 90 hectáreas el cauce funcional del río, lo que permite una mayor capacidad de caudal en eventos de crecida disminuyendo de esta forma el riesgo en los núcleos de población de la Ribera Navarra.

Del análisis de dicho tramo se obtienen los datos recogidos en la tabla.

ACTUACIONES DE PREVENCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Curage en hectáreas	0,93	1,95	2,88

ACTUACIONES DE PREVENCIÓN			
Metros de mota retirada	829	5108	5937
Metros de nueva mota retranqueada	1095	967	2062
Metros de muro Krainer	0	525	525
Aumento en ha de espacio fluvial activo	3,85	74,24	78,09
Cauce de alivio en ha	8,93	9,22	18,15

Tabla 3. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 0. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

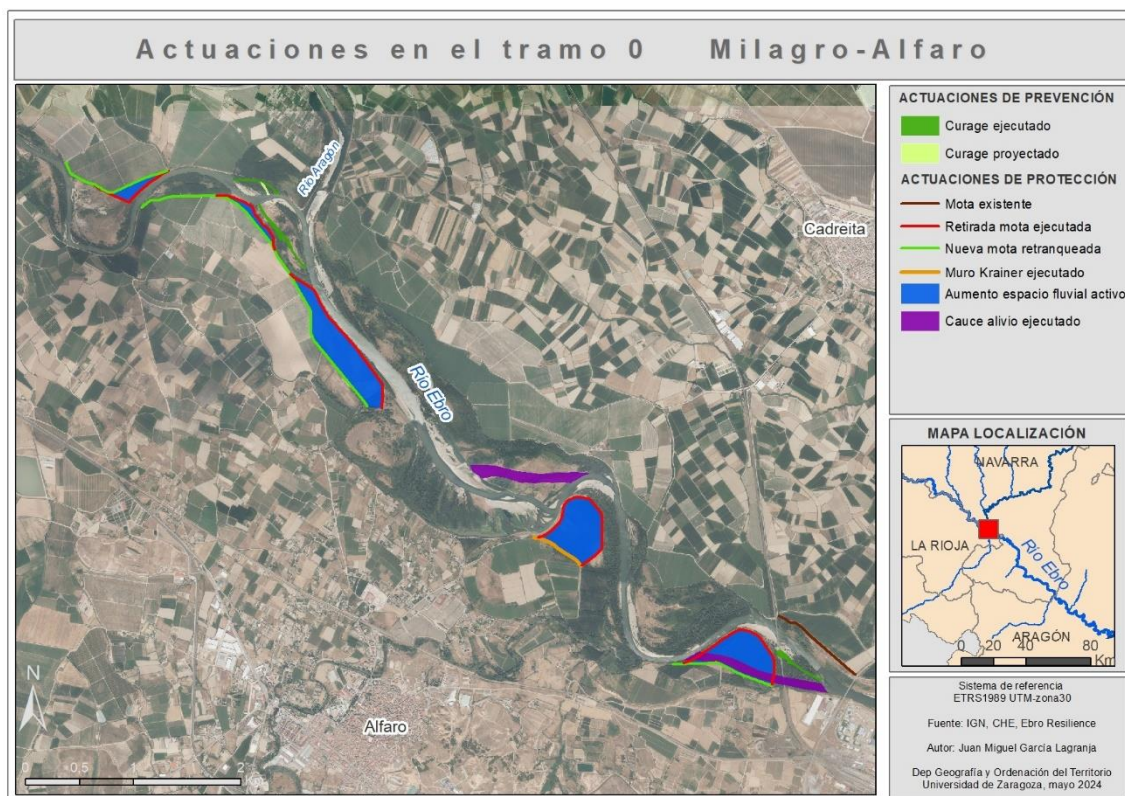


Figura 11. Actuaciones propuestas para el tramo 0 Milagro-Alfaro. Elaboración propia a partir datos Ebro Resilience.

Los efectos que han tenido estas actuaciones se pueden comprobar analizando la imagen obtenida por el satélite Sentinel para la mañana del día 3 de marzo de 2024, cuando tras registrarse una punta de más de 2000 metros cúbicos por segundo en la mañana del 28 de febrero, en este punto aún se encontraba el evento de crecida en la curva de agotamiento. En dicha fotografía (figura 12) se puede observar cómo el área donde se ha ejecutado el muro de entramado vivo y se ha retirado la mota, todavía sigue anegada, así como que ambos cauces de alivio situados en el área de estudio entre las localidades de Alfaro y Castejón se encuentran activos, visualizándose por tanto para el tramo piloto de la Estrategia un comportamiento eficaz de las actuaciones que responde a las soluciones proyectadas.



Figura 12. Imagen en el tramo Milagro-Alfaro del 3 de marzo de 2024. Satélite Sentinel

## - 7.2 Tramo 3 (Ebro y Ega en San Adrián-Calahorra-Azagra)

Siendo este tramo el más septentrional de todos los que se analizan, comprende la confluencia de los ríos Ebro y Ega en San Adrián y las riberas de Calahorra y Azagra.

En este punto, se pretende abordar, por un lado, el riesgo de inundación que presenta la localidad de San Adrián situada muy próxima a la desembocadura del río Ega, estableciendo cierres perimetrales en los puntos críticos del municipio y ampliando la desembocadura del Ega con el rebaje de más de 2800 metros de motas en la margen derecha del Ebro.

Por otro lado, se plantean medidas de rebaje y retranqueo a la altura del municipio de Azagra, al que también se le ha diseñado un cierre a modo de perímetro de seguridad con una extensión aproximada de 2 kilómetros y medio que proteja al núcleo urbano de las inundaciones que pueda sufrir por su proximidad a la llanura aluvial del Ebro.

Así mismo, dichas actuaciones, tal y como se visualiza en la figura 13, una vez ejecutadas están previsto que supongan una ampliación total de 47 hectáreas sobre el espacio fluvial con la retirada de casi 5 kilómetros de motas para cumplir con los objetivos fijados por parte de la Estrategia para este tramo. Evitar la inundación de los núcleos de población de San Adrián y Azagra para un periodo de retorno de 25 años, fijado en unos caudales de 2000 metros cúbicos para el río Ebro y 300 metros cúbicos para el río Ega.



Del análisis de dicho tramo se obtienen los siguientes datos:

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Número de elementos de perímetro de seguridad	4	0	4
Metros de cierre de núcleo urbano	2554	0	2554
Metros rebaje de mota	2829	0	2829
Metros de mota retirada	1926	3062	4988
Aumento en ha de espacio fluvial activo	23,7	23,36	47,06

Tabla 4. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 3. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

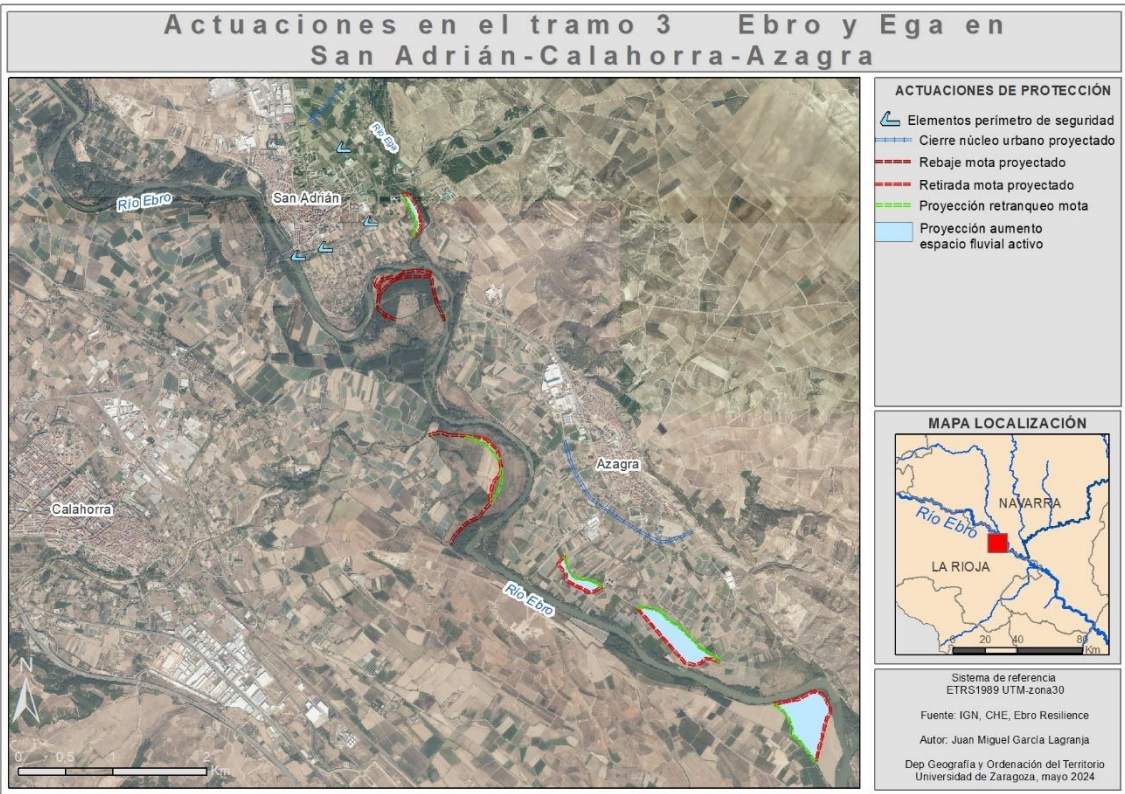


Figura 13. Actuaciones propuestas para el tramo 3 Ebro y Ega en San Adrián-Calahorra Azagra Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

### - 7.3 Tramo 5 (Huecha en Mallén-Cortes-Novillas)

Para el tercero de los tramos de estudio relativo al curso bajo del río Huecha y sus afecciones en las localidades de Mallén, Cortes y Novillas, donde se han documentado crecidas importantes de este río afluente del Ebro por su margen derecha. Se han registrado inundaciones asociadas a fenómenos convectivos, que han llegado a causar daños importantes a las localidades mencionadas al situarse estas sobre el cono de deyección del río Huecha.

Por ello, se identifican 4 tipos de actuaciones, que se proyectan para este tramo por parte de Ebro Resilience pertenecientes todas ellas a la categoría de protección, sumando tal y como se observa en la figura 14, un total de 4 kilómetros de intervención, que se complementan con la

proyección de retirada de 923 metros de mota y posterior construcción de una nueva mota retranqueada en el sector este del núcleo de Cortes con el que se pretende aumentar la capacidad de desagüe del río Huecha en este punto, y el recrecimiento de más de 1 kilómetro de caminos como media de protección para el núcleo urbano de Mallén.

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN (para el Huecha)			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Metros de mota retirada	0	923	923
Metros de nueva mota retranqueada	0	1807	1807
Metros de recrecimiento	1053	0	1053
Metros de cierre de núcleo urbano	2068	1989	4057

Tabla 5. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 5. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

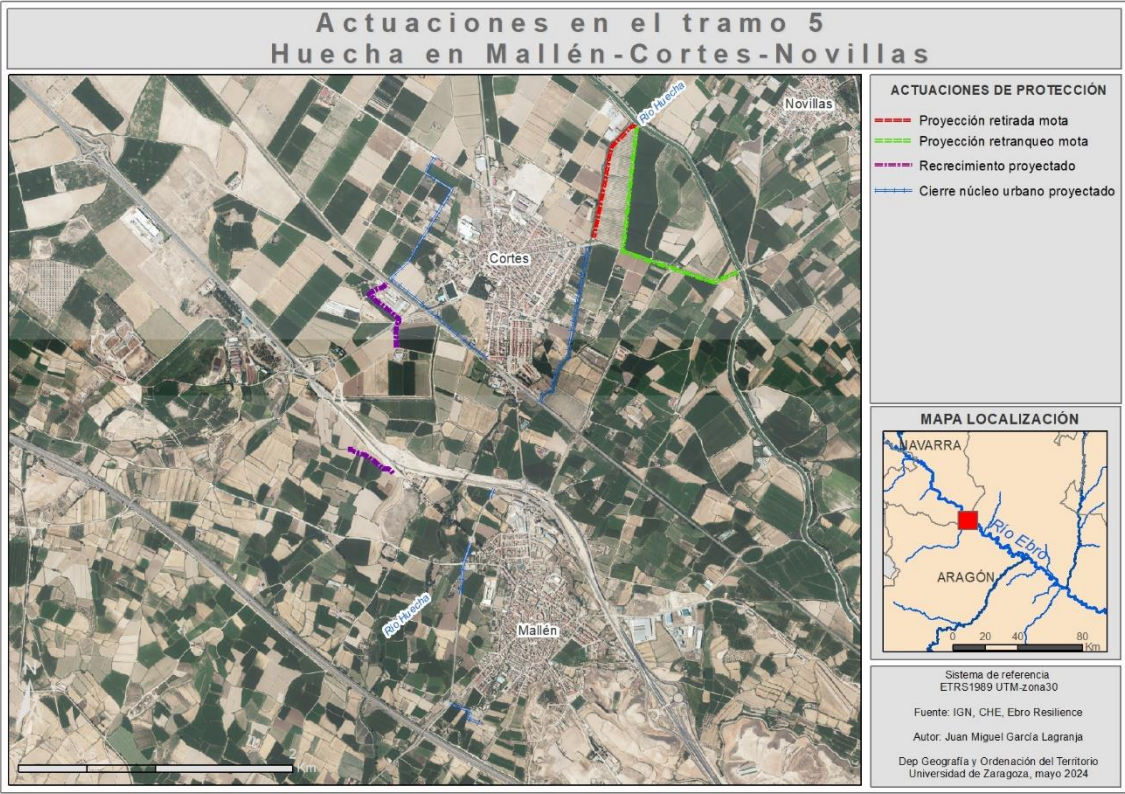


Figura 14. Actuaciones propuestas para el tramo 5 Huecha en Mallén-Cortes-Novillas. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

- **7.4 Tramo 6 (Pradilla de Ebro-Boquiñeni)**

El tramo 6 relativo al curso medio del río Ebro entre las localidades de Pradilla de Ebro y Boquiñeni, es posiblemente el más conflictivo de todos los analizados por el importante estrechamiento que sufre el cauce funcional. Dicho tramo, tal y como se ha expuesto en apartados anteriores, tanto en este mismo trabajo como en la propia Estrategia, ha sufrido importantes inundaciones que han obligado en varias ocasiones a la evacuación de ambos núcleos de población mencionados.

Ya se han llevado a cabo en las décadas pasadas importantes actuaciones, basadas en el refuerzo de las defensas, el rebaje de algunas de ellas en las proximidades de la localidad de Pradilla, establecimientos de perímetros de seguridad, (como el de Pradilla ya ejecutado con una extensión de 1822 metros) y otras actuaciones más dañinas para el medio como dragados y rellenos. La Estrategia plantea para este tramo una serie de medidas dentro de la línea de protección proponiendo acciones para evitar la inundación de ambos núcleos con crecidas que tengan un caudal de hasta 2700 metros cúbicos por segundo, lo que corresponde a un periodo de retorno de 10 años.

Por ello, tal y como se puede comprobar en la tabla 6 se propone la retirada de un total de 3260 metros de mota para dar lugar a un aumento de 20,66 hectáreas de espacio fluvial activo. De los cuales tal y como se puede observar en la figura 15 se han ejecutado tan sólo 729 en una parcela de 2,13 hectáreas en la margen derecha del río frente al núcleo de Pradilla de Ebro.

Así mismo, hay propuestas unas permeabilizaciones que suman un total de 2500 metros cuadrados en la circunvalación de Boquiñeni.

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Metros de mota retirada ejecutada	0	729	729
Metros de retirada de mota proyectada	1904	627	2531
Metros de proyección de nueva mota retranqueada	1779	505	2284
Aumento en ha de espacio fluvial activo ejecutado	0	2,13	2,13
Aumento en ha de espacio fluvial activo proyectado	14,95	3,58	18,53
Permeabilización proyectada en ha	0	0,25	0,25
Metros de cierre de núcleo urbano	1822	0	1822

Tabla 6. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 6. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.



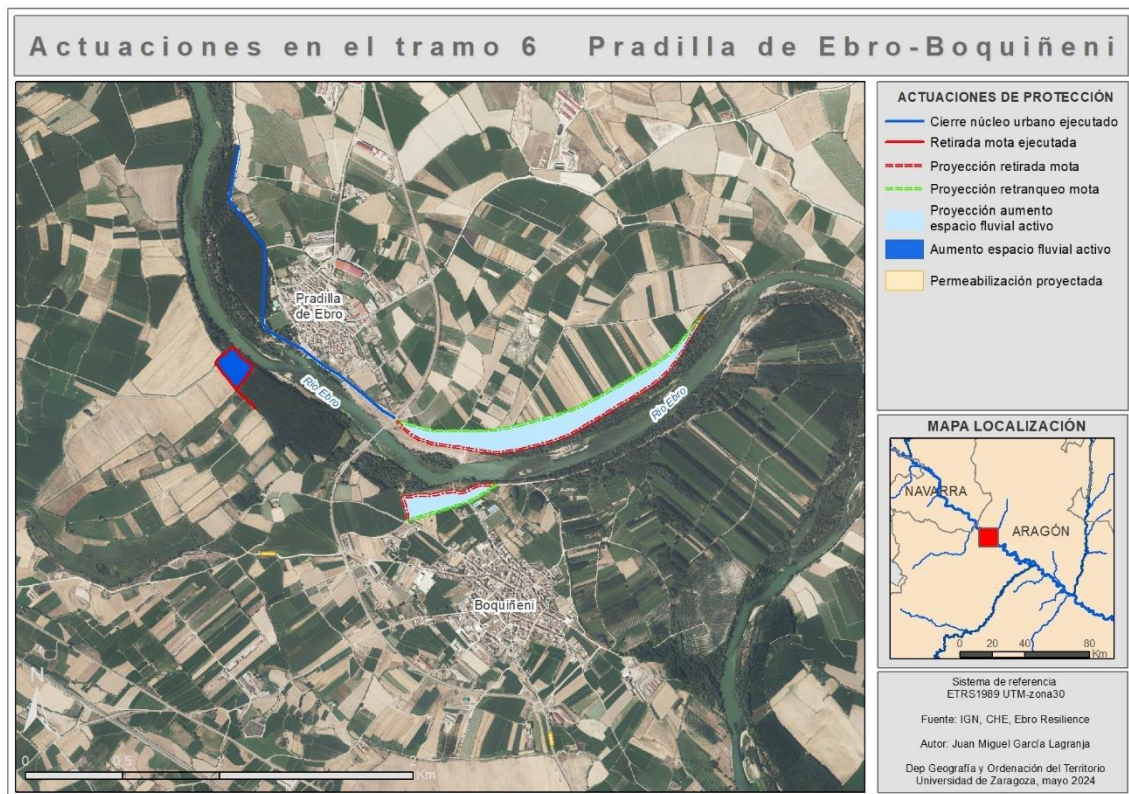


Figura 15. Actuaciones propuestas en el tramo 6 Pradilla-Boquiñeni. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

Como se puede visualizar en la figura 16 correspondiente a imagen del satélite Sentinel tomada en la mañana del 29 de febrero de 2024 durante el evento de crecida que tuvo lugar en el Ebro, y que para ese momento registraba un nivel de alerta por superar los 7,90 metros en la estación de aforo de Pradilla de Ebro. En dicha imagen, se pudo identificar cuáles de las seis zonas en las que se proponen actuaciones para este tramo, estaban ejecutadas o proyectadas, obteniendo como resultado la identificación del área anegada correspondiente a la parcela de 2 hectáreas frente al núcleo urbano de Pradilla de Ebro. Así mismo, se observa cómo el resto de las áreas donde están proyectada la retirada de motas no están anegadas, si estando zonas agrícolas aledañas, por lo que no se han ejecutado las medidas propuestas en estas áreas.





Figura 16. Imagen en el tramo Pradilla-Boquiñeni del 29 de febrero de 2024. Satélite Sentinel

#### - 7.5 Tramo 7 (Alcalá de Ebro-Remolinos)

El tramo 7 relativo al curso medio del Ebro entre las localidades de Alcalá de Ebro y Remolinos, ha soportado históricamente en eventos de crecida, un riesgo para ambas localidades debido a la gran sinuosidad por su carácter meandriforme, a la dinámica fluvial con la que cuenta el río y al cambio que ha realizado de su cauce funcional en los eventos más importantes.

Ello ha llevado que al igual que en el anterior tramo, se hayan venido aplicando medidas previas a la Estrategia, como la creación de cauces de alivio con la finalidad de desviar el flujo preferente del río de la localidad de Alcalá de Ebro, la retirada de motas y retranqueo de las mismas en las proximidades de esta localidad, o el refuerzo de motas y escolleras para preservar el núcleo urbano.

No obstante, Ebro Resilience propone nuevas actuaciones de protección para este tramo, dando como resultado tal y como se puede observar en la figura 17, la creación de dos cierres de núcleo urbano a modo de perímetro de seguridad en dos líneas paralelas en el sector suroeste de Alcalá de Ebro con una longitud de 746 metros, y otro más en el sector suroriental de la localidad de Remolinos con 990 metros, hacia donde los meandros que traza el Ebro dirigen el flujo preferente.

Así mismo, se han proyectado pequeños rebajes de mota próximos a uno de los cierres de Alcalá de Ebro con el objetivo de evitar un rebase del agua. Pero si algo es destacable en este

tramo son los más de 6 kilómetros 300 metros que se pretenden retirar en distintos puntos del área analizada, destacando la proyección de retirada de motas del meandro de Las Rozas con el objetivo de permitir un mejor paso de la corriente, ya que en la actualidad se ve obstruida.

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Metros de retirada de mota	1397	4944	6341
Metros de rebaje de mota	0	115	115
Metros de cierre de núcleo urbano	990	746	1736

Tabla 7. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 7. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

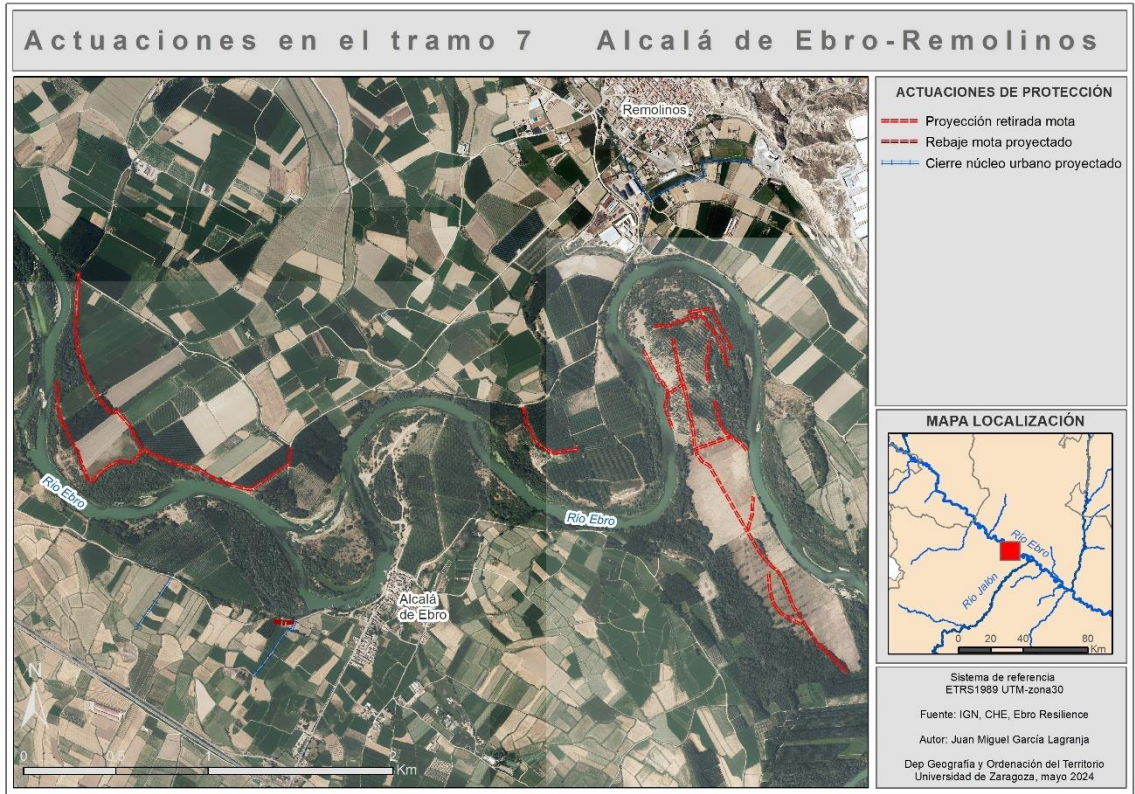


Figura 17. Actuaciones propuestas en el tramo 7 Alcalá de Ebro-Remolinos. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

En las imágenes recopiladas del satélite Sentinel para el evento de crecida el 29 de febrero de 2024, se puede observar (Fig. 18) cómo para un caudal superior a los 1500 m³/s el área de estudio analizada en este tramo se encontraba considerablemente anegada, estando en funcionamiento el cauce de alivio y el área retranqueada en el norte de la localidad de Alcalá de Ebro. No obstante, se visualizan por encima de la lámina de agua las motas que se han proyectado eliminar tanto en el meandro de Las Rozas como el de La Mantilla y La Mejana. De forma que, dado que estas superficies son inundables pese a la existencia de dichos elementos de defensa, no se proyectan aumentos en el espacio fluvial activo del río, si bien es esperable



que el cauce tenga un mayor dinamismo, que puede llevar incluso a realizar una corta del meandro de La Mejana en futuros eventos de considerable magnitud.



Figura 18. Imagen en el tramo Alcalá de Ebro-Remolinos del 29 de febrero de 2024. Satélite Sentinel

#### - 7.6 Tramo 8 (Cabañas de Ebro)

El tramo 8 referente al curso medio del Ebro en el entorno a la localidad de Cabañas de Ebro y hasta su paso por el puente de la carretera autonómica A-126, recoge todas las actuaciones relativas a reducir los riesgos asociados a los dos elementos mencionados.

De forma similar a los dos tramos anteriores, la localidad de Cabañas de Ebro y su entorno, ha sufrido de forma histórica las inundaciones de los eventos de crecida del río Ebro en su tramo medio. Por ello, desde décadas pasadas, se han llevado a cabo numerosas actuaciones, mayormente de las denominadas “duras” consistentes en la construcción de escolleras, espigones, muros de defensa para intentar reducir el riesgo de inundación.

No obstante, todas ellas se han visto insuficientes y es por ello que Ebro Resilience plantea para este tramo tal y como se visualiza en la figura 19 la ejecución de actuaciones de protección en 3 grandes áreas. Consisten en el recrecimiento de una mota de 1090 metros al noroeste de la localidad ribereña y la retirada de casi 2 kilómetros de motas en la margen izquierda para la realización de dos cauces de alivio aguas arriba y abajo de Alcalá de Ebro sumando un total de 25 hectáreas y media que faciliten una corta de meandros al flujo preferente del río y una menor obstrucción de la crecida, con el objetivo de reducir el riesgo que suponen los eventos de crecida y el flujo preferente del río para la localidad de Cabañas.

Así mismo, si bien se contabiliza como espacio fluvial activo, la retirada de las motas proyectadas permitirá la liberación de otras 61,83 hectáreas en las que, si bien se han visto

anegadas en los últimos eventos de crecida, las motas perimetrales impiden la libre circulación del caudal del río durante los eventos de crecida.

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Metros de retirada de mota proyectada	3935	0	3935
Metros de proyección de nueva mota retranqueada	1927	0	1927
Metros de recrecimiento proyectado	0	1097	1097
Aumento en ha de espacio fluvial activo	61,83	0	61,83
Aumento en ha de cauce de alivio proyectado	25,45	0	25,45

Tabla 8. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 8. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

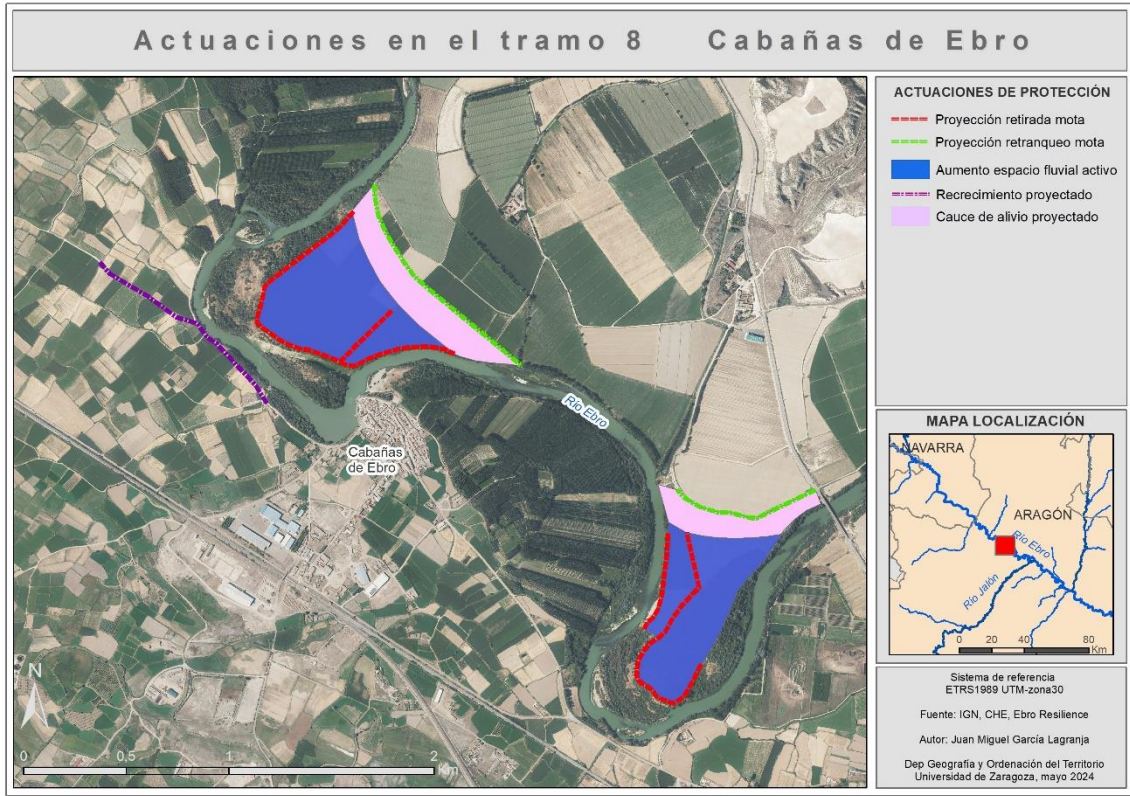


Figura 19. Actuaciones propuestas en el tramo 8 Cabañas de Ebro. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

En las imágenes de satélite Sentinel realizadas durante el último evento de crecida en la mañana del 29 de febrero de 2024, momento en que el río Ebro a su paso por el puente de la carretera A-126 dentro del área analizada se encontraba en niveles de alerta marcando alturas superiores a los 6,50 metros, el área agrícola circundante a la localidad de Cabañas de Ebro se encontraba ampliamente anegada.

No obstante, del análisis de la figura 20, se observa como la superficie correspondiente al aumento de espacio fluvial activo, si bien se encuentra anegada en el evento estudiado, se

visualiza por las imágenes de satélite que las actuaciones de retirada de mota proyectadas todavía no han sido ejecutadas, por ello, se han categorizado como proyectadas.



Figura 20. Imagen en el tramo Cabañas de Ebro del 29 de febrero de 2024. Satélite Sentinel

#### - 7.7 Tramo 9 (Torres de Berrellén-Sobradriel)

Continuando con el descenso del curso del Ebro en su tramo medio, en el tramo 9 relativo al río Ebro entre las localidades de Torres de Berrellén y Sobradriel, el curso natural del río Ebro comienza a aproximarse al escarpe de yesos de su margen izquierda, lo que disminuye notoriamente la llanura de inundación hacia esta área e incrementa la posibilidad de riesgo de inundación de las localidades de Torres de Berrellén y Sobradriel.

Por ello, a partir de la crecida de 2015 se ejecutaron una serie de medidas, destacando los curage que se recogen como parte de la Estrategia, al ser necesaria su conservación por el desarrollo de la vegetación que se puede dar de los mismos.

Teniendo en cuenta estas premisas, las actuaciones de prevención proyectadas por parte de Ebro Resilience en sus estudios más actualizados para este tramo, contabilizan el mantenimiento de 20 hectáreas y media de Curage (actualmente denominados recuperación de brazos perdidos de río) para ambas márgenes en todo el río. Mientras que las actuaciones enfocadas en la línea de protección contemplan la ejecución de cierres perimetrales a los núcleos urbanos de Torres de Berrellén y Sobradriel, sumando un total de 2139 metros entre ambos, aparte de un recrecimiento proyectado de 596 metros que impida la inundabilidad de las áreas próximas al municipio de Torres de Berrellén.



Así mismo, cabe mencionar el lóbulo doble ejecutado tras la crecida de 2021 en el meandro de Ebro Soto con una extensión de más de 1,7 hectáreas.

ACTUACIONES DE PREVENCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Curage en ha	5,23	15,32	20,55
ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Metros de mota retirada	0	431	431
Metros rebaje de mota proyectado	502	0	502
Metros de recrecimiento proyectado	0	596	596
Metros cierre de núcleo urbano proyectado	0	2139	2139
Metros estabilización talud	0	941	941
Lóbulo en ha	1,74	0	1,74

Tabla 9. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 9. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

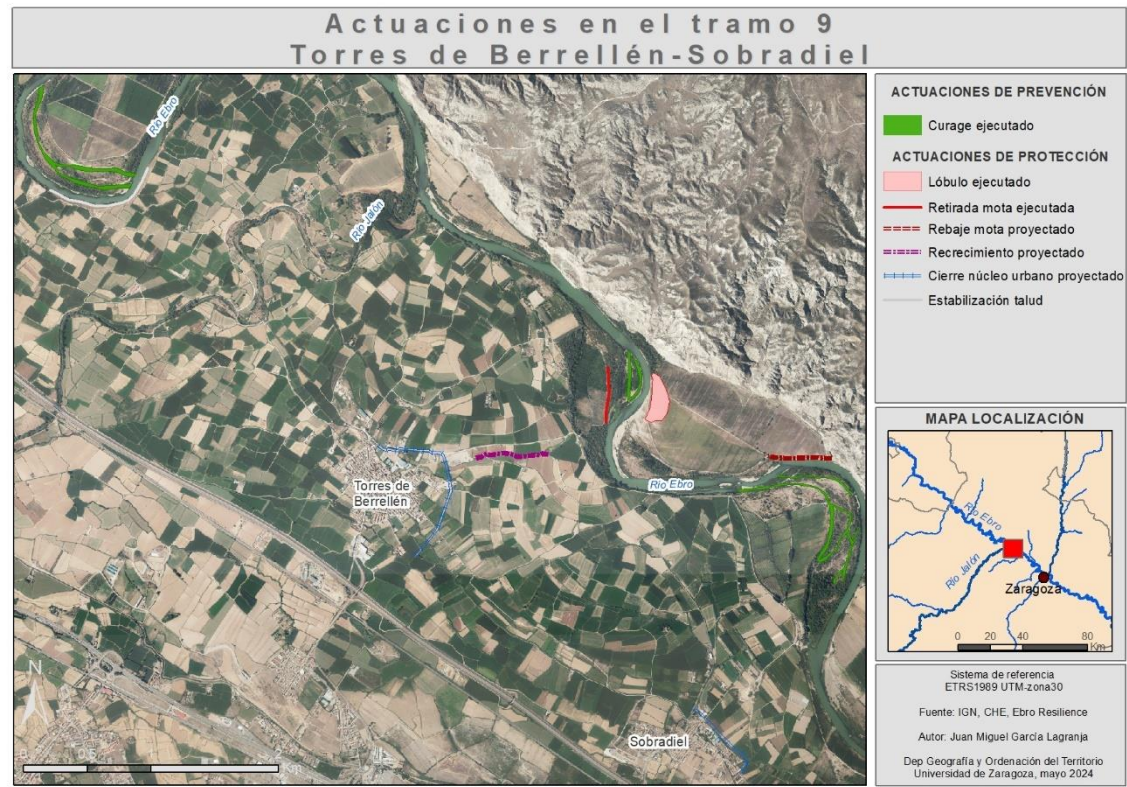


Figura 21. Actuaciones propuestas en el tramo 9 Torres de Berrellén-Sobradriel. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

Tal como se visualiza en la figura 22 de la imagen tomada por el satélite Sentinel en la mañana del 29 de febrero de 2024, (cuando se registraba en Zaragoza un caudal superior a los 1300 metros cúbicos por segundo, pero que en este área al estar aguas arriba donde con el paso de la punta de la crecida más próxima, se medía un valor cercano a los 1500) tanto los curage

como el lóbulo ejecutado se encontraban anegados, lo que indica que estaban cumpliendo con la función proyectada para los mismos. Así mismo, se identifica que la retirada de mota situada junto en la margen derecha ha sido ejecutada por el dinamismo que presenta el río en ese punto del curso fluvial.



Figura 22. Imagen en el tramo Torres de Berrellén-Sobradiel del 29 de febrero de 2024. Satélite Sentinel

#### - **7.8 Tramo 10 (Utebo-Monzalbarba)**

El tramo 10, comprendido entre las localidades de Monzalbarba y Juslibol, ha presentado históricamente afecciones a los barrios rurales de Alfocea y Monzalbarba, pudiendo quedar incomunicados en algunos de los eventos como los sucedidos en 2015 y 2021.

Así mismo, el dinamismo fluvial del río Ebro a su paso por este tramo se observa en el galacho de Juslibol, creado por una corta de meandro sucedida durante la crecida de 1961 mencionada en el apartado de antecedentes del presente trabajo.

El riesgo que suponen las crecidas para estos núcleos urbanos ha llevado, en décadas pasadas, a la realización de actuaciones como retranqueo de motas o creación de curage. No obstante, dado el presente riesgo existente para las poblaciones mencionadas, en el marco de la Estrategia Ebro Resilience se proponen las medidas observables en la figura 23 que saldrán a participación pública en las próximas fechas.

Por tanto, si bien todavía no está incorporado de forma pública en la Estrategia, sí que hay una serie de actuaciones proyectadas como son la creación de un cierre urbano al norte de Monzalbarba, y la retirada de más de 3100 metros de motas que permitirán una ampliación de 92 hectáreas de espacio fluvial activo. A lo que se le añade la proyección del rebaje de 565 metros de la carretera que une Alfocea con Monzalbarba, a la cual, para una correcta homogeneización de la leyenda con el resto de los tramos estudiados en este trabajo, se ha optado por considerar como rebaje de mota por el equivalente efecto que genera la misma.



Es de interés destacar también la ejecución de un pequeño lóbulo de 0,19 hectáreas en la margen derecha de las defensas próximas a la circunvalación Z-40.

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Cierre de núcleo urbano	0	757	757
Metros de retirada de mota proyectado	3166	0	3166
Metros de nueva mota retranqueada proyectado	2360	0	2360
Metros de rebaje de mota proyectado	565	0	565
Aumento ha de espacio fluvial activo proyectado	0	92	92
Lóbulo en ha	0,19	0	0,19

Tabla 10. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 10. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

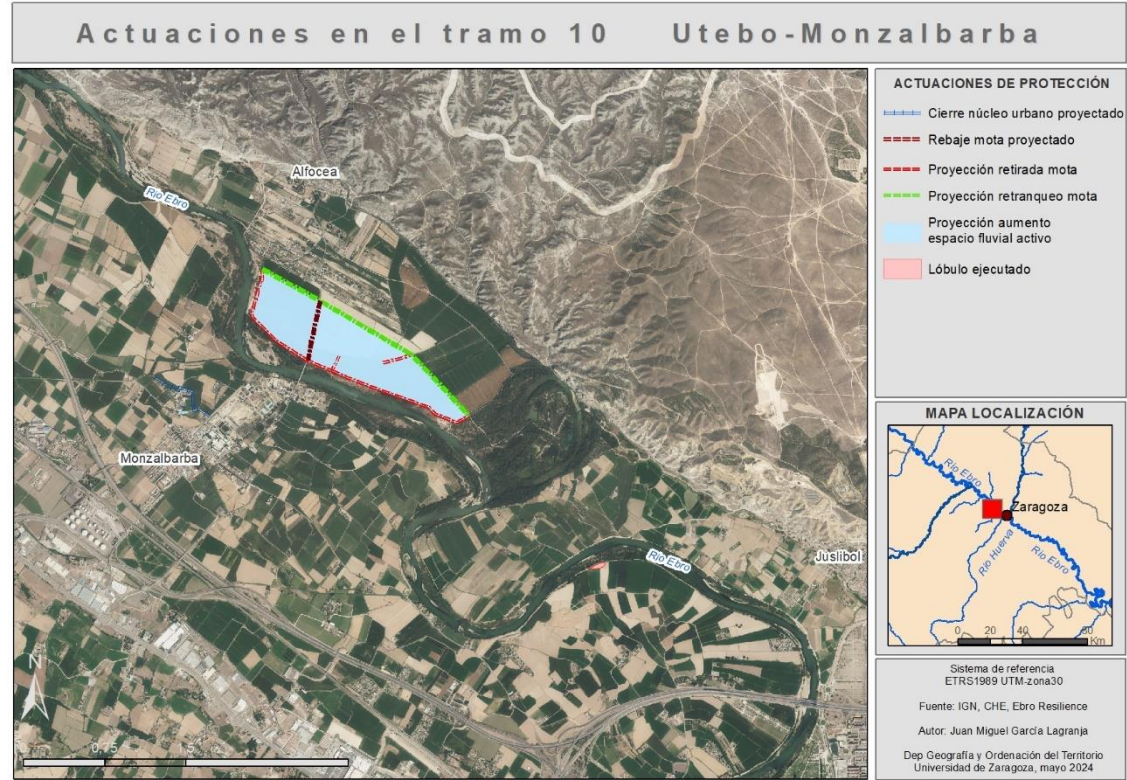


Figura 23. Actuaciones propuestas en el tramo 10 Utebo-Monzalbarba. Elaboración propia a partir datos Ebro Resilience.

De la imagen del satélite Sentinel tomada en la mañana del 29 de febrero de 2024, cuando por la estación de aforo del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de Zaragoza se registraban 1300 metros cúbicos por segundo, se puede visualizar en la figura 24 cómo tanto las superficies de curage ejecutadas en fases anteriores a la existencia de la Estrategia Ebro Resilience como el pequeño lóbulo también ejecutado mencionado están en funcionamiento.



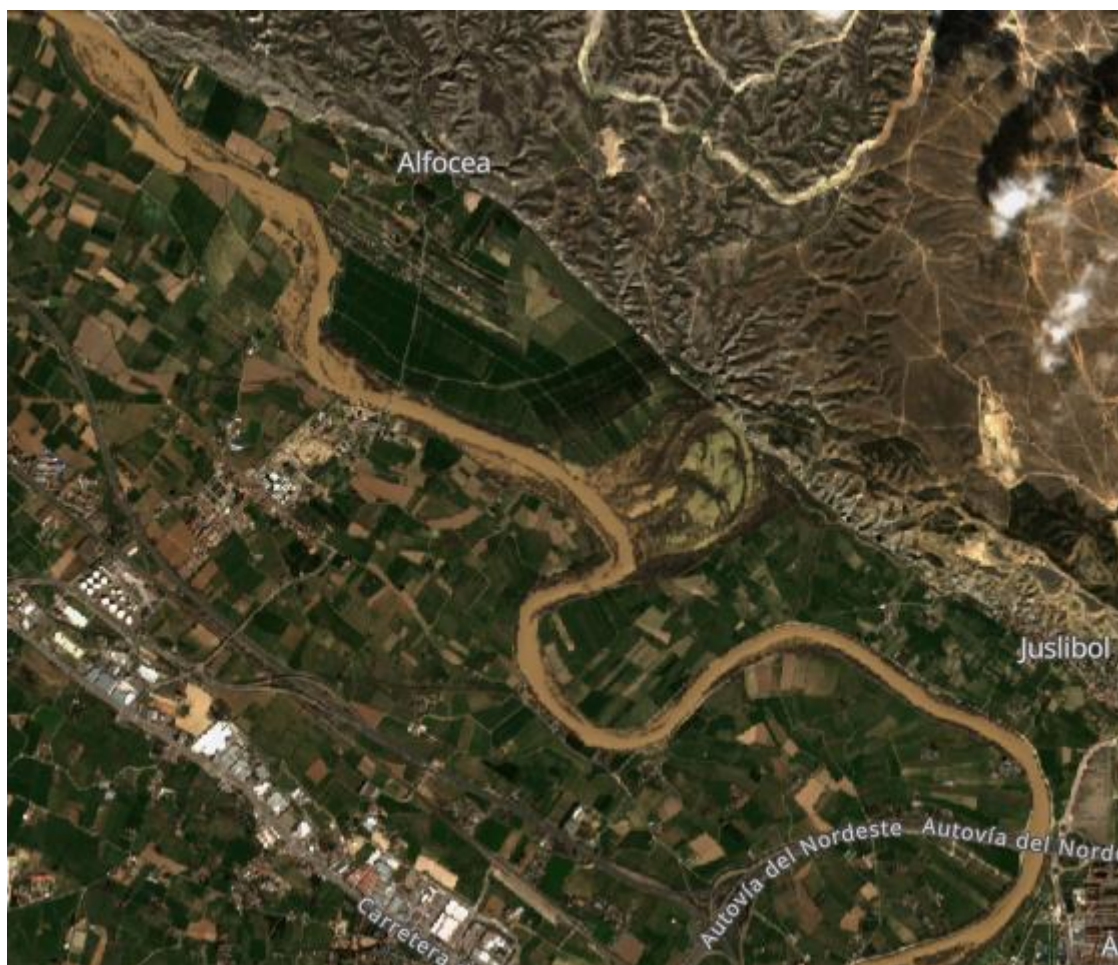


Figura 24. Imagen en el tramo Utebo-Monzalbarba del 29 de febrero de 2024. Satélite Sentinel

#### - 7.9 Tramo 11 (Zaragoza-Pastriz)

El tramo 11 comprendido desde el paso del Ebro por Zaragoza hasta la localidad de Pastriz, al igual que el tramo anterior, no está incorporado de forma pública en la Estrategia, pero sí que hay una serie de actuaciones proyectadas que saldrán a participación pública en las próximas fechas.

Las numerosas urbanizaciones que se han construido sobre la llanura de inundación del río junto al municipio de Pastriz, presentan un elevado riesgo de inundación que se pudo ver patente en la crecida de febrero de 2015.

Por ello, y también con el objetivo de proteger el propio núcleo urbano de Pastriz, Ebro Resilience ha proyectado en el entorno de esta localidad un recrecimiento a modo de cierre de núcleo urbano de 2581 metros. Así mismo, tal y como se puede observar en la figura 25, se van a retirar más de 5 kilómetros de mota y tan sólo se van a realizar recrecimientos en las áreas próximas a las urbanizaciones para preservar las mismas de la inundación que pudiera sufrir la llanura aluvial.

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Metros de retirada de mota proyectado	4560	582	5142
Metros de recrecimiento proyectado	2634	0	2634
Metros de cierre de núcleo urbano proyectado	2581	0	2581

Tabla 11. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 11. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

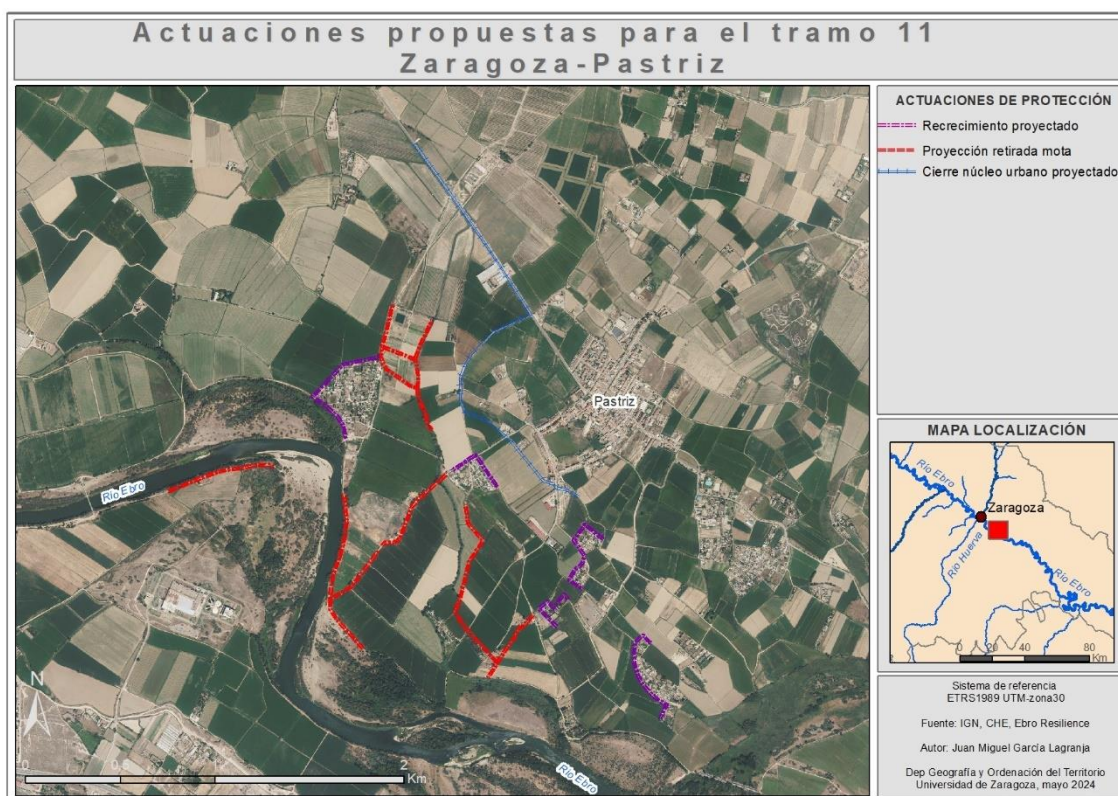


Figura 25. Actuaciones propuestas en el tramo 11 Zaragoza-Pastriz. Elaboración propia a partir datos Ebro Resilience.

#### - 7.10 Tramo 12A (Osera-Fuentes de Ebro)

De los últimos tramos de estudio planteados, el tramo 12-A relativo al curso del Ebro entre las localidades de Osera de Ebro y Fuentes de Ebro busca responder al problema recurrente de inundaciones y erosiones en áreas fluviales, por ello se plantean nuevas actuaciones no contempladas en otros estudios de detalle.

El estrechamiento que ha sufrido el cauce funcional del río en este punto ha generado sobreelevaciones de la lámina de agua que ponen en riesgo a los asentamientos principalmente de Aguilar y las urbanizaciones próximas a Osera de Ebro. Por ello, y con la finalidad de aumentar el nivel de protección de estas poblaciones para crecidas con un periodo de retorno de 25 años así como disminuir la velocidad de la corriente en estos puntos, se han planteado por parte de la Ebro Resilience distintas medidas.



La más novedosa de ellas, dado que no es posible evitar la inundación de la zona cultivable y en la línea de actuaciones de preparación, la opción de crear áreas de inundación temporal (AIT) con una extensión de 725 hectáreas, junto con otra serie de actuaciones como son los 6639 metros de cierres de área divididos en 12 sectores, o los 984 metros de rebaje de motas en 9 puntos distintos del AIT tal y como se puede observar en la figura 26.

Así mismo, se ha proyectado en el soto de Aguilar, aguas abajo de Osera de Ebro, la retirada de 3030 metros de mota, y la creación de un cauce de alivio de 7,34 hectáreas que permita ampliar el espacio fluvial y recuperar la dinámica natural del río para este punto.

Cabe mencionar también la ejecución ya existente de 2 lóbulos que suman una extensión total de 3 hectáreas y media.

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Metros de mota retirada proyectada	0	3030	3030
Metros nueva mota retranqueada proyectada	0	2594	2594
Metros rebaje de mota proyectado	0	984	984
Aumento ha de espacio fluvial activo proyectado	0	17,96	17,96
Aumento en ha de cauce de alivio proyectado	0	7,34	7,34
Lóbulo en ha	0	3,56	3,56
ACTUACIONES DE PREPARACIÓN			
Área de inundación temporal en ha	0	725,3	725,3
Metros de cierre de área de inundación	0	6639	6639

Tabla 12. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 12A. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

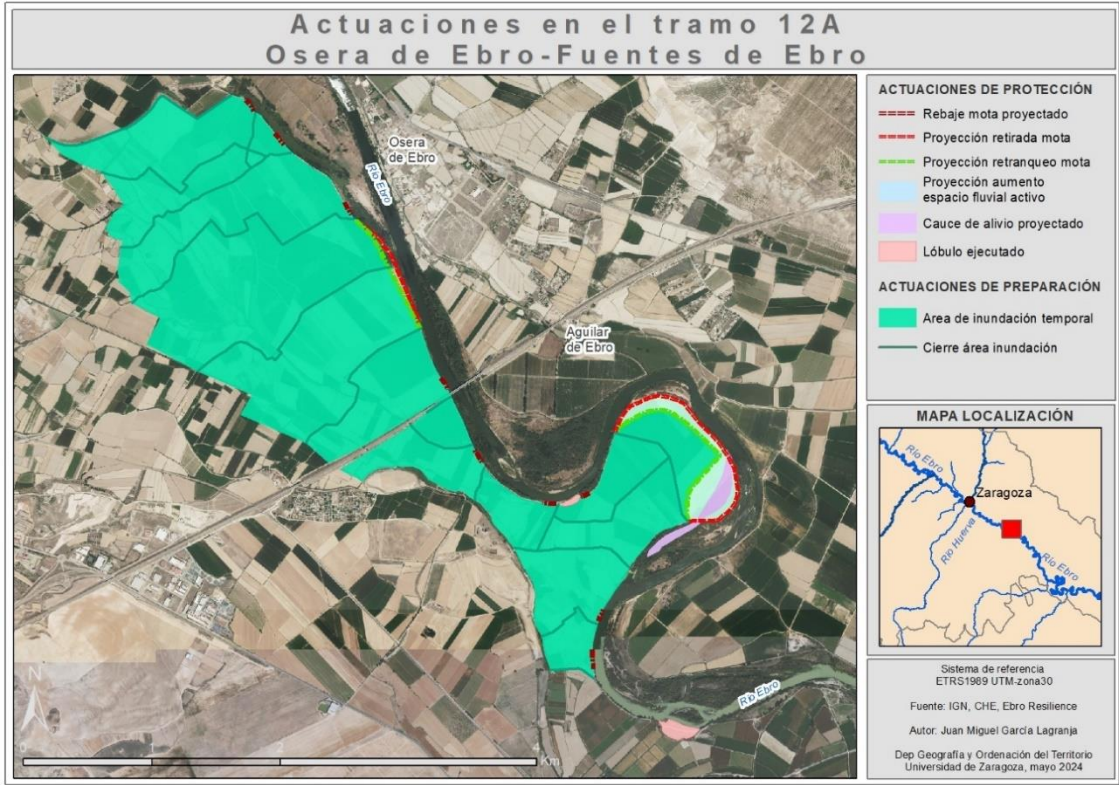


Figura 26. Actuaciones propuestas en el tramo 12A Osera de Ebro-Fuentes de Ebro. Elaboración propia a partir datos Ebro Resilience.

### - 7.11 Tramo 14 (El Burgo de Ebro)

Finalmente, el tramo 14 relativo al curso fluvial del río en el entorno de la localidad del Burgo de Ebro busca reducir el riesgo de inundación en el núcleo urbano mencionado y las urbanizaciones limítrofes.

Por ello, para otorgar una mayor capacidad al río y a su vez reducir el riesgo de colapso de la defensa que se encuentra en la margen derecha junto el Burgo de Ebro, se han proyectado por parte de la estrategia actuaciones dentro de la línea de protección en ambas márgenes del río tal y como se puede visualizar en la figura 27.

La tabla 13 muestra que para el tramo analizado está proyectada la creación de un cauce de alivio de 14,67 hectáreas con el objetivo de permitir desviar el flujo preferente de la defensa que protege el Burgo de Ebro, la cual a su vez está proyectado reforzar con la construcción de 1600 metros de un muro de entramado vivo.

A estas actuaciones las acompañan la retirada de más de 4 kilómetros de motas entre las 2 márgenes del río lo que dará como resultado un aumento en más de 35 hectáreas del espacio fluvial activo, permitiendo de esta forma aumentar el nivel de protección de la localidad de la ribera baja.

ACTUACIONES DE PROTECCIÓN			
Actuación	Margen izquierda	Margen derecha	Suma de ambas
Metros de retirada de mota proyectada	2352	1740	4092
Metros de nueva mota retranqueada proyectada	1258	1614	2872
Metros de muro Krainer proyectado	0	1598	1598
Aumento ha de espacio fluvial activo proyectado	22,46	13,08	35,54
Aumento en ha de cauce de alivio proyectado	14,67	0	14,67

Tabla 13. Relativa a datos superficiales de aplicación de las actuaciones para el tramo 14. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

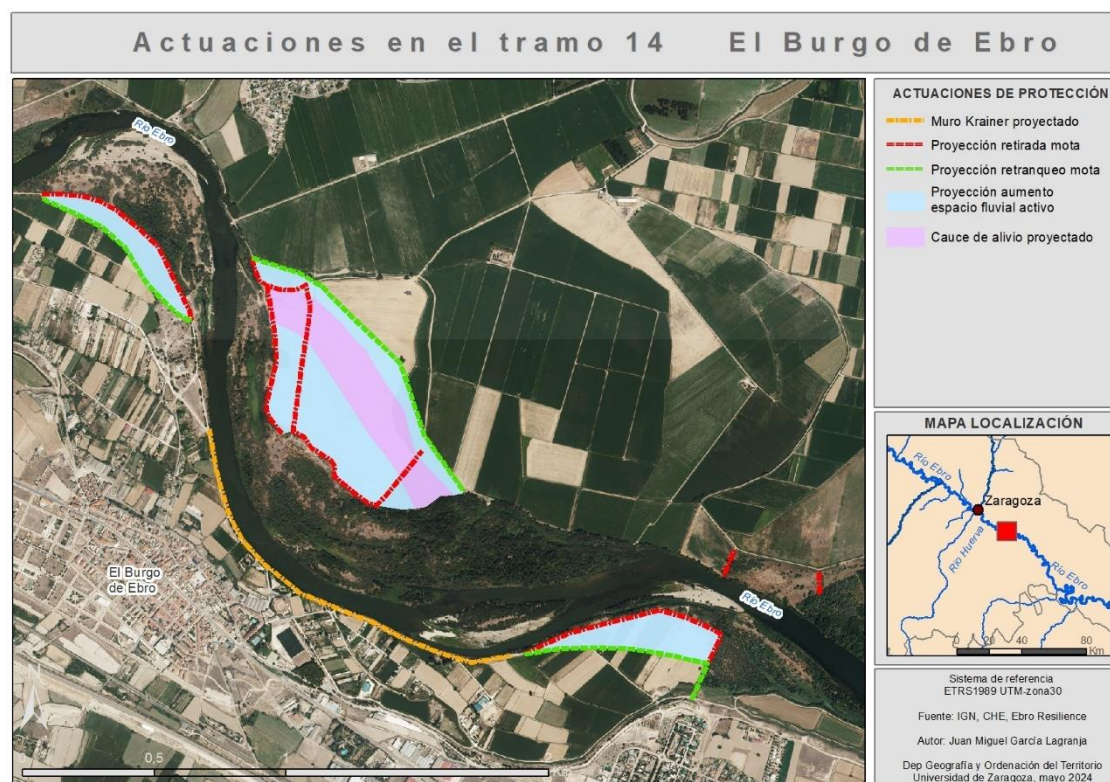


Figura 27. Actuaciones propuestas en el tramo 14 El Burgo de Ebro. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

## 8. ANÁLISIS CONJUNTO DE LOS DATOS

Una vez analizados de forma pormenorizada todos los tramos de estudio, se ha optado por elaborar una serie de estadísticas generales, que permitan una visión global de la situación obteniendo los siguientes resultados.

En cómputos generales, todas las actuaciones recogidas en la base de datos y representadas en los distintos productos cartográficos analizados estén recogidas o no en el apartado anterior suman un total de 135 actuaciones en los 11 tramos, que se pueden agrupar de la siguiente forma.

Se observa cómo el mayor número de actuaciones tienen una implementación lineal o zonal siendo las actuaciones lineales las más representadas en la base de datos elaborada. Así mismo, hay una clara dominancia de las actuaciones referidas a medidas de protección con un total de 121 respecto a 7 de las otras dos tipologías.

Así mismo, en el cómputo global de todas las actuaciones planteadas por la estrategia, destacan las retiradas de motas y la ampliación de áreas de espacio fluvial activo, sumando entre ambas un total de 50 actuaciones de las 135 recogidas en la base de datos (tabla 14), lo que denota la importancia de este tipo de actuaciones para lograr los objetivos planteados por parte de la Estrategia Ebro Resilience.

Número de actuaciones lineales	Número de actuaciones zonales	Número de actuaciones puntuales
81	50	4

Tabla 14. Relativa a número de actuaciones por tipo de implantación. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

Número de actuaciones de prevención	Número de actuaciones de protección	Número de actuaciones de preparación
7	121	7

Tabla 15. Relativa a número de actuaciones por tipo de línea de intervención. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

Tipo de actuación	Número de actuaciones	Dimensiones totales
Retirada de mota	31	41.245 metros
Aumento de espacio fluvial activo	19	353,14 ha
Nueva mota retranqueada	17	15.906 metros
Cierre de núcleo urbano	13	15.346 metros
Lóbulo	9	5,49 ha
Rebaje de mota	9	4.995 metros
Recuperación brazos perdidos de río (Curage)	7	23,43 ha
Cauce de alivio	6	65,61 ha
Recrecimiento	5	5380 metros
Permeabilización	5	0,25 ha
Elemento perímetro de seguridad	4	Elemento puntual
Área de inundación temporal	4	725,3 ha
Cierre área de inundación	3	6639 metros
Muro de entramado vivo (Krainer)	2	2123 metros
Estabilización de talud	1	941 metros

Tabla 16. Relativa al número de actuaciones por orden representación para toda la base de datos. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

En datos generales, el porcentaje de actuaciones ejecutadas, (entendiendo por cada una de ellas a un atributo de la base de datos que se ha generado), de ambas tipologías se sitúa en un 18,51% habiendo sido ejecutadas 15 de las 81 actuaciones recogidas en la base de datos. Mientras que para el caso de las actuaciones zonales han sido ejecutadas 24 de las 50 proyectadas, lo que supone un 48% del total, pero teniendo en cuenta que 9 de ellas son los lóbulos digitalizados, y todavía faltan grandes áreas de espacio fluvial activo por ser ejecutadas.

Esto no es más que otra muestra tal y como se ha visto en el análisis de los estudios de detalle por tramos, de la actualidad que supone el desarrollo de la Estrategia Life+ Ebro Resilience y el poco tiempo que lleva implementándose sobre el terreno. La relación entre tiempo de existencia de la Estrategia y las actuaciones realizadas es más que aceptable.

Analizando por tramos de estudio, la longitud de las distintas actuaciones propuestas para todos los tramos que se han visto pormenorizadamente en el apartado anterior, tal y como se

puede observar en la figura 28, la intervención que se repite en más tramos de las cinco que se recopilan en el gráfico es la retirada de mota, estando presente en los 11 estudios de detalle analizados. Así mismo, este tipo de intervención es también la más numerosa estando propuestos para 9 de los 11 tramos la retirada de más de 3000 metros en cada uno de ellos, siendo para los tramos 0 (en el que ya se han ejecutado casi la totalidad de las actuaciones) y 7 (en el entorno de Alcalá de Ebro y Remolinos) en torno a 6 kilómetros de motas retiradas.

Lo que se complementa en 7 de 11 tramos con la construcción de nuevas motas retranqueadas, pero con longitudes muy inferiores a la cantidad de motas que se retiran. Siendo para los tramos donde se recopilan actuaciones de este tipo una media entre 2000 a 3000 metros.

Seguidamente a este tipo de actuación, la tercera más representada en los tramos analizados son los cierres de núcleos urbanos, que están presentes para 7 de los 11 tramos. Esto se explica por el cumplimiento de uno de los objetivos esenciales que se buscan con las actuaciones de la estrategia como es la protección de los núcleos de población ribereños para reducir el riesgo de inundación en los mismos. Lo que explica que se hayan proyectado este tipo de actuaciones para 11 de núcleos urbanos ribereños como son San Adrián, Azagra, Cortes, Mallén, Pradilla, Alcalá de Ebro, Remolinos, Torres de Berrellén, Sobradiel, Monzalbarba y las urbanizaciones de Pastriz.

Estas intervenciones lineales, son acompañadas con otras menos representativas, pero con la misma importancia como son las zonas de rebaje de motas presentes en 5 de los 11 tramos.

Así como los recrecimientos recogidos como actuaciones planteadas para los tramos 5,8,9 y 11 pero que tal y como se observa en la figura 28 se han combinado con los muros de entramado vivo (Krainer) presentes tan sólo en los tramos 0 y 14. Teniendo ambos tipos de intervenciones menores longitudes en sus ejecuciones que las mencionadas con anterioridad.

Otro tipo de actuaciones como son las de implementación puntual, (situadas tan sólo dentro del ámbito estratégico en el entorno de la localidad de San Adrián), la estabilización de taludes, o los cierres de área de inundación, al estar sólo representados en uno de los tramos se ha optado por omitirlos del gráfico. No por ello se pretende restarles importancia en el papel que ejercen como actuaciones de protección y preparación.

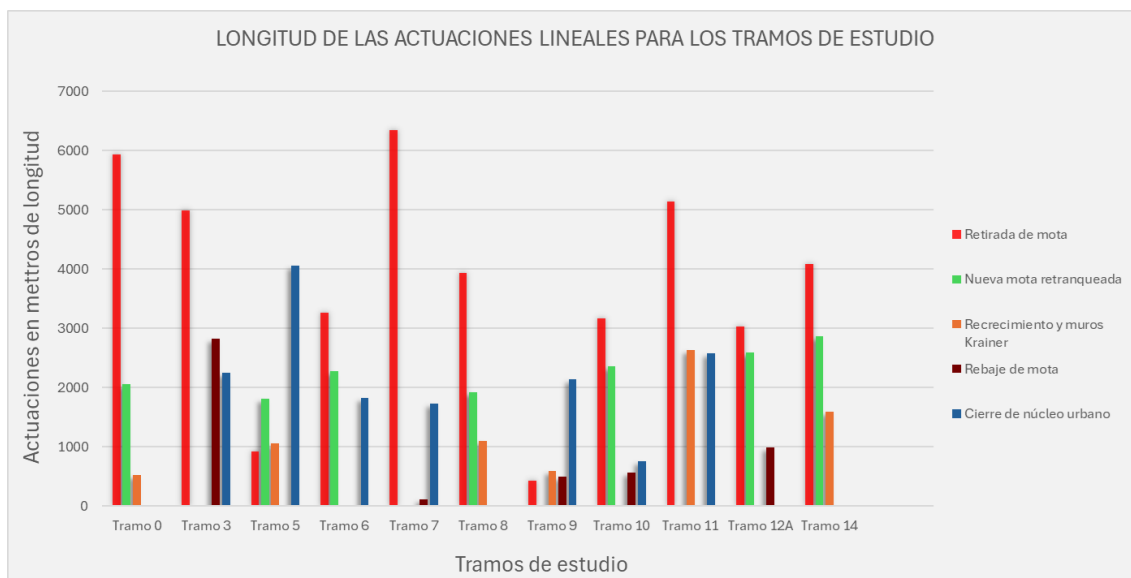


Figura 28. Gráfico con la longitud de las actuaciones lineales propuestas para cada tramo de estudio. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

Por su parte, analizando por tramos las actuaciones zonales, se puede observar cómo no todos los tramos de la estrategia cuentan con intervenciones que vayan a suponer aumentos de superficie. No obstante, de los recogidos en la figura 29 el aumento del espacio fluvial activo es la más representada, estando presente en 7 de los 11 tramos analizados. Así mismo, este tipo de actuación es la que pretende otorgar una mayor extensión al cauce funcional estableciéndose una media de 32,1 hectáreas de aumento, pero siendo los tramos 0 (ya ejecutado) y 10 (el comprendido entre Utebo y Monzalbarba los que cubren mayores extensiones).

Los cauces de alivio, presentes en los tramos 0, 8, 12A y 14, suponen la segunda actuación con más extensión. Los proyectados para el tramo 8 en Cabañas de Ebro cubren en torno a 25 hectáreas, mientras que el del tramo analizado del Burgo de Ebro (12A) es el cauce de alivio más reducido con 7,3 hectáreas.

La actuación menos representada en el gráfico correspondiente a la recuperación de brazos perdidos del río, anteriormente denominado “curage” para el ámbito estratégico, se encuentra presente tan sólo en los tramos 0 y 9, si bien a lo largo del tramo medio del Ebro se pueden identificar en otros tramos y así ha quedado reflejado en la base de datos “paralela o complementaria” que recoge las actuaciones previas a la Estrategia.

Al igual que sucedía con el gráfico anterior, hay otros tipos de actuaciones zonales que se han recogido en la base de datos y en los estudios de tramos de detalle, pero que por su escasa implementación y extensión superficial se han excluido del gráfico representado en la figura 29 ya que no se visualizarían en los gráficos, sin significar ello que estas actuaciones sean menos importantes cualitativamente.



Ejemplo de ello son las permeabilizaciones planteadas en el entorno de la carretera de Boquiñeni, los lóbulos recogidos en determinados tramos de estudio analizados o la sucesión de áreas de inundación temporal del tramo 12A que, por su destacada extensión, en número de hectáreas respecto al resto de datos representados en el gráfico, hubieran desvirtuado los datos.

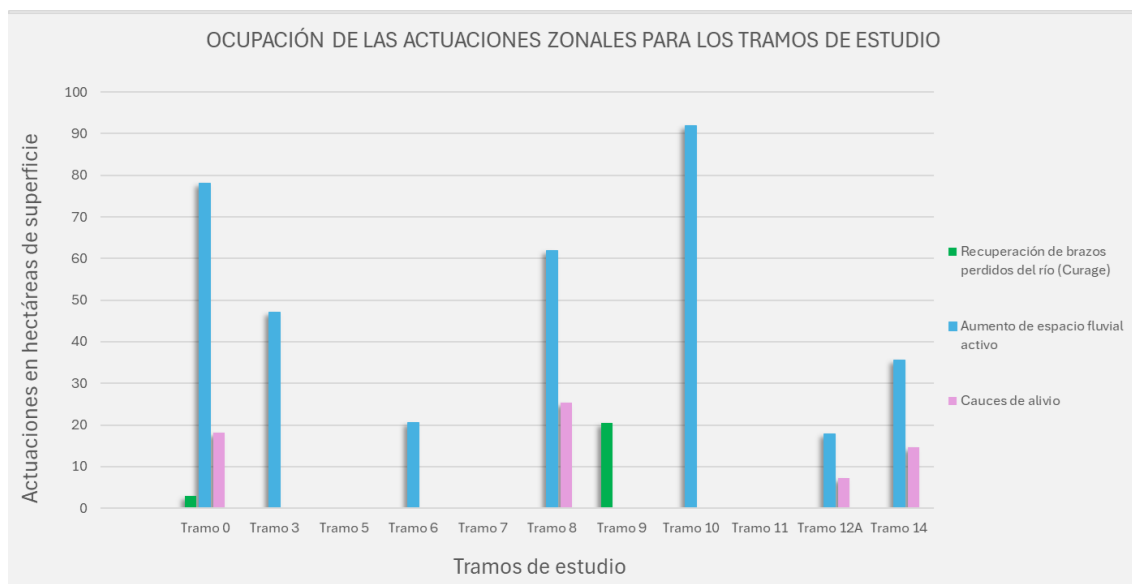


Figura 29. Gráfico con el área de las actuaciones zonales propuestas para cada tramo de estudio. Elaboración propia a partir de datos Ebro Resilience.

Como se ha comentado tanto en algunos estudios de detalle por tramos como en la propia metodología del presente trabajo, con anterioridad a la aplicación de la Estrategia Ebro Resilience se han llevado a cabo una serie de actuaciones con el mismo fin de reducir el riesgo de inundación en los núcleos ribereños. Principalmente las realizadas a partir del 2015, (donde los daños que se acontecieron de dicho evento fueron muy numerosos) son los que se recogen en la base de datos alternativa a las actuaciones estratégicas.

Por ello, tal y como se puede observar en la figura 30, se ha elaborado una cartografía que recopila las actuaciones que se realizaron entre las localidades de Novillas y Monzalbarba siendo en este tramo medio del Ebro hasta la localidad de Zaragoza donde más intervenciones se llevaron a cabo.

Se puede destacar, dentro de la línea de actuaciones de prevención los numerosos curage ejecutados, reflejados en la figura 30.

Al igual que sucede con las actuaciones planteadas por Ebro Resilience, en las ejecutadas antes de 2020 recopiladas en la base de datos secundaria predominan las actuaciones de protección, si bien con algunas tipologías que se han dejado de usar y se han visto modificadas. Ejemplo de ello es el cierre perimetral de la localidad de Boquiñeni a través de compuertas y tubos con clapetas, lo que está previsto que de paso a los cierres de núcleo urbano que aparecen como actuaciones proyectadas en el marco de Ebro Resilience.

Así mismo, se contabilizan actuaciones de movilización de sedimentos, intervenciones en las proximidades de Pradilla de Ebro, intervenciones muy agresivas con el ecosistema fluvial que quedan descartadas en el planteamiento de las nuevas actuaciones estratégicas.

Analizando esta base de datos se puede observar cómo las mayores superficies de las intervenciones recopiladas están compuestas por aéreas de inundación, en lo que se podría definir como una versión inferior a las Áreas de Inundación Temporal que se recogen en la Estrategia Ebro Resilience, ya que estas primeras consisten en permitir la inundabilidad de los campos pero estableciendo unos sistemas de tubos con clapetas en la parte inferior de dichas áreas para evacuar el agua retenida una vez haya pasado la punta de la crecida. Mientras que las nuevas AIT anegan los campos de cultivo desde la parte inferior de los mismos evitando los problemas de erosión y rotura de infraestructuras de regadío que se pueden dar en las áreas de inundación

Si bien, también se recogen actuaciones referidas a la retirada y retranqueo de motas con el mismo procedimiento que en las actuaciones estratégicas, (como la realizada en el tramo 8 en el sector noreste de Cabañas de Ebro), no se contempla la construcción de muros de entramado vivo o Krainer, al ser estos una actuación más novedosa a las recogidas en dicha base de datos.

Con todo ello, se puede observar cómo se vienen realizando desde hace décadas actuaciones para disminuir el riesgo de inundación en los pueblos ribereños, pero las nuevas normativas y formas de entender la dinámica y el hábitat fluvial están llevando cada vez más al perfeccionamiento de las mismas para optimizar los sistemas de defensa y reducir el riesgo de las poblaciones. A la vez se busca que el río Ebro recupere en la medida de lo posible su estado hidromorfológico natural con los consiguientes beneficios ecosistémicos que ello conlleva.

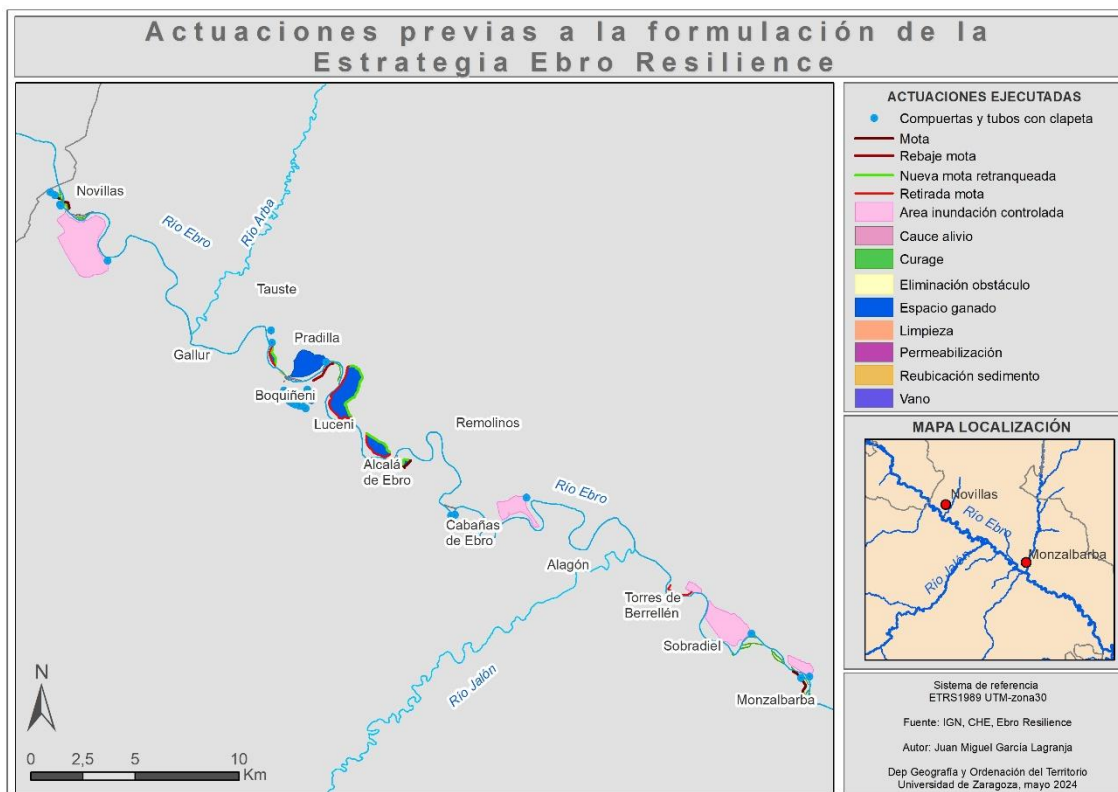


Figura 30. Actuaciones previas a la estrategia en el tramo medio del Ebro. Elaboración propia a partir de datos facilitados por Ebro Resilience.

## 9. DISCUSIÓN

La realización del presente trabajo, busca ser una ayuda a la aplicación y visualización de las actuaciones que se realizan en el tramo medio del Ebro dentro del marco de la Estrategia Ebro Resilience. Se ha creado una base de datos con la información recopilada y categorizada, habiéndose creado una leyenda uniforme para todos los tramos de estudio, algo que hasta la elaboración de este trabajo era inexistente. En ella se podrán ir actualizando el estado de las actuaciones, e ir incorporando en la base de datos tanto información de interés como nuevas acciones que se proyecten en los tramos de estudios analizados en este trabajo, y en los que todavía no existen propuestas de actuación por parte de Ebro Resilience.

Para una categorización más específica, hubiera sido necesaria la realización de trabajos de campo que certificaran la ejecución o no de las actuaciones que se han categorizado como proyectadas o actualizadas. Pero la gran extensión que abarca la zona de estudio, junto con el elevado número de actuaciones que han sido recopiladas en el presente trabajo, hacían inviable esta modalidad.

Por lo que, gracias a la combinación de alta resolución y actualidad que ofrecen las imágenes de satélite disponibles en Google Earth, junto con las tomadas durante el evento de crecida de finales de febrero y comienzos de marzo del presente año y la puesta en común con personal de confederación de Ebro Resilience, quien ayudó a la identificación de algunas actuaciones, ha permitido hacer una categorización de gran actualidad del estado de las mismas en todo el ámbito de estudio.

El hecho de que la Estrategia tan sólo lleve vigente cuatro años y medio, hace que como es lógico el mayor número de actuaciones que se recogen todavía no estén ejecutadas, ya que es tan sólo el tramo 0, utilizado como tramo piloto por parte de Ebro Resilience, donde se ha ejecutado prácticamente la totalidad de las actuaciones propuestas. Estas han podido ser puestas a prueba en el evento de crecida mencionado, del que mediante las imágenes de satélite actualizadas, se visualiza que ya se han dado cambios en la morfología fluvial de dicho tramo, por lo que se puede determinar que las actuaciones están respondiendo según lo esperado, ayudando a recuperar una mayor naturalidad al río.

Por tanto, viendo la respuesta que ha tenido el río para las intervenciones realizadas en el tramo 0, y teniendo en cuenta que se han proyectado la misma tipología para el resto de tramos, cabe esperar que, conforme se vayan ejecutando las actuaciones en los distintos tramos planteados, se cumplan los objetivos que persigue tanto las directivas europeas del Marco del Agua, de Evaluación y gestión de los riesgos de inundación, y leyes nacionales como la propia Estrategia Ebro Resilience reducir el riesgo de inundación a la vez que se apuesta por la preservación de los ecosistemas fluviales y la dinámica natural del río Ebro.

Ejemplo de ellos, puede ser el efecto que tengan algunas actuaciones, como las proyectadas en torno a la localidad de Alcalá en el tramo 7. Con el objetivo de desviar el flujo preferente de la población, pero dado el comportamiento meandriforme del río en ese punto, con la eliminación de las motas en la zona de La Mejana puede llegar a producir un corte de meandro. Esto puede ser un efecto no planteado en la proyección de las actuaciones, que no por ello significa que sea negativo, ya que sería un síntoma de recuperación de la dinámica fluvial del río para este punto.

De igual forma, no hay que dejar de lado el peso que tienen las actuaciones estratégicas en la restauración entendida desde el punto de vista de territorio fluvial. Haciendo este concepto

referencia al espacio propio que el río ha modelado en sus crecidas, y que por tanto en eventos de avenidas va a necesitar para transportar el mismo. Por ello, las medidas de retranqueo y aumento de espacio fluvial ejecutado y proyectado que plantea la Estrategia y que se ha podido cartografiar en diversos tramos no es más que una puesta en práctica del territorio fluvial que le corresponde al río Ebro en su tramo medio.

De ahí que no sea de extrañar, que otras confederaciones hidrográficas de España e incluso de otros países, acudan con frecuencia al organismo de Ebro Resilience, para conocer y estudiar con el objetivo de replicar en sus áreas de trabajo el cómo se está aplicando la Estrategia. Ya que sin duda el desarrollo novedoso y sostenible con el entorno natural y el territorio fluvial que se viene aplicando desde el año 2020 en el tramo medio del Ebro, es un gran ejemplo a seguir.

Desde mi punto de vista, considero a través de los conocimientos que he podido adquirir durante el grado, que Ebro Resilience pese a lo desconocido que es todavía por la población general, plantea una forma de actuar novedosa ante un problema de recurrencia histórica.

No obstante, este proyecto es tan sólo la introducción a un mundo nunca analizado en profundidad salvo por la propia Confederación Hidrográfica del Ebro como es el que plantea las actuaciones e intervenciones de Ebro Resilience. Por ello, tras la realización de este trabajo son varias las propuestas de continuación de investigaciones que se pueden proponer:

1. Como se ha mencionado con anterioridad, la realización de la base de datos que se ha llevado a cabo en este trabajo no tiene ninguna utilidad sin una actualización de la misma que pueda ir incluyendo las intervenciones que se van ejecutando, así como nuevas que sean proyectadas. Dentro de este punto, cabría también la posibilidad futura de crear un visor SIG online que pudiera estar recogido tanto en el portal de “SITEbro” como en el visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) y que de esta forma permitiera el acceso a la información por parte de los usuarios y a la actualización de las intervenciones por parte del personal de Confederación.
2. Incorporar nuevos campos a la tabla de atributos de la Geodatabase relacionados con el seguimiento y evolución de las actuaciones ejecutadas. Eso permitiría llevar un control y análisis cartográfico de como han respondido ante distintos eventos de crecida o simplemente un seguimiento de las actuaciones que se debe realizar.
3. Incorporar en la base de datos, otra información relativa a elementos, infraestructuras y puntos vulnerables, con el objetivo de poder ser utilizada a modo de visor cartográfico para situaciones de emergencia en eventos de crecida.
4. Se mantiene abierta la posibilidad de plantear otras actuaciones futuras tanto en los tramos en los que se han elaborado los estudios de detalle como en aquellos que la Estrategia Ebro Resilience todavía no ha contemplado por falta de financiación, pero que está previsto analizar en un futuro.

## 10. CONCLUSIONES

Hay que empezar señalando el carácter novedoso e innovador de la Estrategia Ebro Resilience, objeto del presente trabajo.

Hasta el momento ha existido poca difusión y divulgación sobre esta Estrategia. Por ello, se planteó como un objetivo específico reunir y sintetizar los conocimientos sobre la Estrategia para incrementar, en la medida de nuestras posibilidades su visibilidad. A lo que se ha dedicado la parte inicial del trabajo.

Para cubrir la primera parte del objetivo principal, se ha realizado una catalogación y caracterización de las actuaciones propuestas por la Estrategia Ebro Resilience, actualizando completamente su estado de ejecución a día de hoy.

La otra parte del objetivo principal, se asocia con la necesidad de crear una base de datos, tanto alfanumérica como esencialmente cartográfica, de las propuestas y actuaciones de la Estrategia, así como de su estado de ejecución. Esta base de datos no existía, por lo que supone el punto de partida de un elemento que se ha considerado importante para un adecuado seguimiento de la ejecución de la Estrategia y que deberá mantenerse actualizada y mejorada en el futuro.

Paralelamente, se ha creado otra base de datos cartográfica, con un menor volumen de información, que incluye todas las acciones previas a la Estrategia encaminadas a prevenir y disminuir los daños de las crecidas en el Ebro medio, así como a la restauración de alguno de esos daños.

El análisis de las actuaciones planteadas, evidencia que estas, cumplen los objetivos tanto de la Directiva Marco del Agua, como de la Directiva Europea de Inundaciones, así como de la propia Estrategia, al potenciar las medidas de autoprotección, buscar la preservación de los ecosistemas acuáticos y reducir las consecuencias negativas de las crecidas para la vida humana. Mientras que la percepción del riesgo de inundación se consigue mediante las actividades de descensos interpretativos o procesos de participación ciudadana los cuales se han mencionado en el presente trabajo.

La formulación y aplicación de la Estrategia ha sido posible gracias a un cambio de mentalidad que supone buscar actuaciones que se puedan realizar otorgándole mayor espacio a la llanura aluvial, en vez de proseguir con el método tradicional consistente en levantar defensas cada vez más elevadas que comprimieran el cauce. Un cambio de visión también acorde al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible 13 y 15 de acción por el clima y la preservación de los ecosistemas.

El hecho de pensar en intervenciones de cauces de alivio a modo de cortas de meandro que puedan dar una mayor actividad a la morfodinámica del río, el cambio de defensas de hormigón o escolleras por muros de entramado vivo realizados con materiales biodegradables pero que no por ello pierde resistencia, o la creación de lóbulos con tierra a modo de sustitución de los espigones de hormigón, no son más que muestras de la concienciación por parte de las administraciones que existe la posibilidad de hacer las cosas de otra forma, de la mano con la preservación de los entornos naturales y no con intervenciones agresivas que en muchas ocasiones se han mostrado ineficaces.

Posiblemente sigue faltando innovación y al igual que ahora estas medidas, parecen lo más sostenible y resiliente que se puede realizar, quizás en unos años aparezcan nuevos métodos

más eficaces y con menor impacto sobre el medio, al igual que ha ocurrido años atrás con las novedosas actuaciones que se han comenzado a aplicar.

Por ahora, se ha podido constatar ese carácter positivo que “a priori” se le supone a la aplicación de las actuaciones propuestas por la Estrategia para evitar o minimizar el riesgo o disminuir los daños de las crecidas en diversos puntos del Ebro Medio. La reciente crecida de febrero de 2024 ha permitido, a través del análisis de imágenes satélite, comprobar el buen funcionamiento de algunas de las actuaciones ejecutadas en el marco de la Estrategia Ebro Resilience, así como la completa necesidad de llevar a cabo otras propuestas, dada la ocupación que la lámina de agua ha alcanzado en la zona inundable de los tramos analizados.

Una vez constatados los buenos resultados de las actuaciones realizadas en el marco de la Estrategia, es imprescindible dar continuidad a este proyecto y complementarlo con las propuestas que nos hemos atrevido a formular y enumerar al final del apartado de discusión.

Por tanto, en este trabajo se ha pretendido, trabajar una temática, dirigida fundamentalmente a los riesgos naturales ligados a fenómenos de eventos de crecida, pero teniendo en cuenta multitud de variables desde la geomorfología, el clima, o los usos del suelo y espacios protegidos, hasta las cuestiones más socioeconómicas ligadas al sistema de asentamientos de población, explotaciones agroganaderas o infraestructuras. En definitiva, se ha podido percibir la base puramente geográfica y transversal a todas las ramas que vertebran esta disciplina holística que tanta importancia tiene y debe de cobrar ante los futuros retos que se planteen.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

AEMET y Oficina Española de Cambio Climático. (2021). *Cambio climático: Bases físicas. Guía resumida del sexto informe de evaluación del IPCC*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Alvarado, V., Bermúdez, T., Romero, M., Piedra, L. (2013). *Plantas nativas para el control de la erosión en taludes de ríos urbanos*. SJSS (Spanish Journal of Soil Science).

Aparicio Martín, M., Sánchez Martínez, F.J. (2019). *Guías de adaptación al riesgo de inundación: Explotaciones agrícolas y ganaderas*. Ministerio para la Transición Ecológica.

Barriendos, J., Barriendos, M. (2021). *Los inicios de la pequeña edad del hielo en España. Aportaciones de la climatología histórica al clima del siglo XIV*. Universidad de Barcelona. Geographicalia.

Confederación Hidrográfica del Ebro. (2018). *Actuaciones en cauces para mejora del comportamiento hidráulico en situación de avenida*. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Cuartero, N. (2022). *Cartografía, valoración y análisis de los “curage” del tramo medio del Ebro*. TFM. Universidad de Zaragoza.

Díez, A., Laín, L., Llorente, M. (2008). *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones: guía metodológica para su elaboración*. Instituto Geológico y Minero de España.

Doménech, S., Ollero, A., Sánchez, M. (2008). *Núcleos de población en riesgo de inundación fluvial en Aragón: diagnóstico y evaluación para la ordenación del territorio*. Geographicalia.

Domínguez Llovería, J.A., Puente Cabeza, J. (2003). *La vegetación de la cuenca del Ebro*. Herald de Aragón, S.A.

Ebroresilience (2020). *Estrategia General de Actuaciones*. V1. Disponible en: [www.ebroresilience.com](http://www.ebroresilience.com).

Frutos, L.M., Ollero, A., Sánchez, M. (2004). *Caracterización del río Ebro y su cuenca y variaciones en su comportamiento hidrológico*. Fundación Caja Murcia.

Germán Zubero, L. (2010). *El eje del Ebro, protagonista del polarizado crecimiento económico moderno del valle medio del Ebro*. Historia Contemporánea. nº 42.

López Ortiz, M.A., Melgarejo Moreno, J. (2020). *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes*. Publicacions Institucionals UA.

Magdaleno, F. (2021). *Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN en la gestión del riesgo de inundación y la restauración fluvial*. Subdirección General de Protección de las Aguas y Gestión de Riesgos. DGA. ResearchGate.

Ollero Ojeda, A. (1993). *Los elementos geomorfológicos del cauce en el Ebro de meandros libres y su colonización vegetal*. Geographicalia.

Ollero Ojeda, A. (2007). *Territorio fluvial: diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. Bakeaz.

Ollero, A. (2010). *Channel changes and floodplan management in the meandering middle Ebro River, Spain*. ResearchGate.

Ollero, A. (2020). *Crecidas, inundaciones y resiliencia: restauración fluvial contra los falsos mitos*. ResearchGate.

Ollero, A., Ballarín, D., Mora, D. (2006). *Cambios en el cauce y el llano de inundación del río Ebro (Aragón) en los últimos 80 años*. Geographicalia.

Ollero, A., Horacio, J., Ibisate, A., Sánchez, M. (2021). *Actualización del conocimiento sobre las crecidas y la gestión del riesgo en el Ebro medio: el contexto del "Antropoceno" y la resiliencia fluvial*. Cuadernos de Investigación Geográfica.

Ollero, A., Ibisate, A., Elso, J. (2010). *El territorio fluvial: espacio para la restauración*. CIREF.

Ollero, A., Sánchez, M. Del Valle, J. (2004). *Problemática actual del corredor ribereño del Ebro aragonés en su curso de meandros libres*. ResearchGate.

Picazo, J.V. (2005). *El poblamiento en el Valle Medio del Ebro durante la Prehistoria reciente: zonas y procesos*. ResearchGate.

Rivas-Martínez, S. (2017). *Worldwide Bioclimatic Classification System Phytosociological Research Center, Spain*. Disponible en: <http://globalbioclimatics.org/>

Sánchez Fabre, M., Ballarín, D., Mora, D., Ollero, A., Serrano Notivoli, R., Saz, M.A. 2015. Las crecidas del Ebro medio en el comienzo del siglo XXI. In: J. De la Riva, P. Ibarra, R. Montorio, M. Rodríguez (Eds.), *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. Universidad de Zaragoza y AGE, Zaragoza, pp. 1853-1862.

## **12. ANEXOS**

Anexo 1. Agrupación con los estudios de detalle por tramos con Actuaciones Ebro Resilience

Anexo 2. Actuaciones propuestas para el tramo 0 Milagro-Alfaro.

Anexo 3. Actuaciones propuestas para el tramo 3 Ebro y Ega en San Adrián-Calahorra Azagra.

Anexo 4. Actuaciones propuestas para el tramo 5 Huecha en Mallén-Cortes-Novillas.

Anexo 5. Actuaciones propuestas en el tramo 6 Pradilla-Boquiñeni.

Anexo 6. Actuaciones propuestas en el tramo 7 Alcalá de Ebro- Remolinos.

Anexo 7. Actuaciones propuestas en el tramo 8 Cabañas de Ebro.

Anexo 8. Actuaciones propuestas en el tramo 9 Torres de Berrellén-Sobradriel.

Anexo 9. Actuaciones propuestas en el tramo 10 Utebo-Monzalbarba

Anexo 10. Actuaciones propuestas en el tramo 11 Zaragoza-Pastriz.

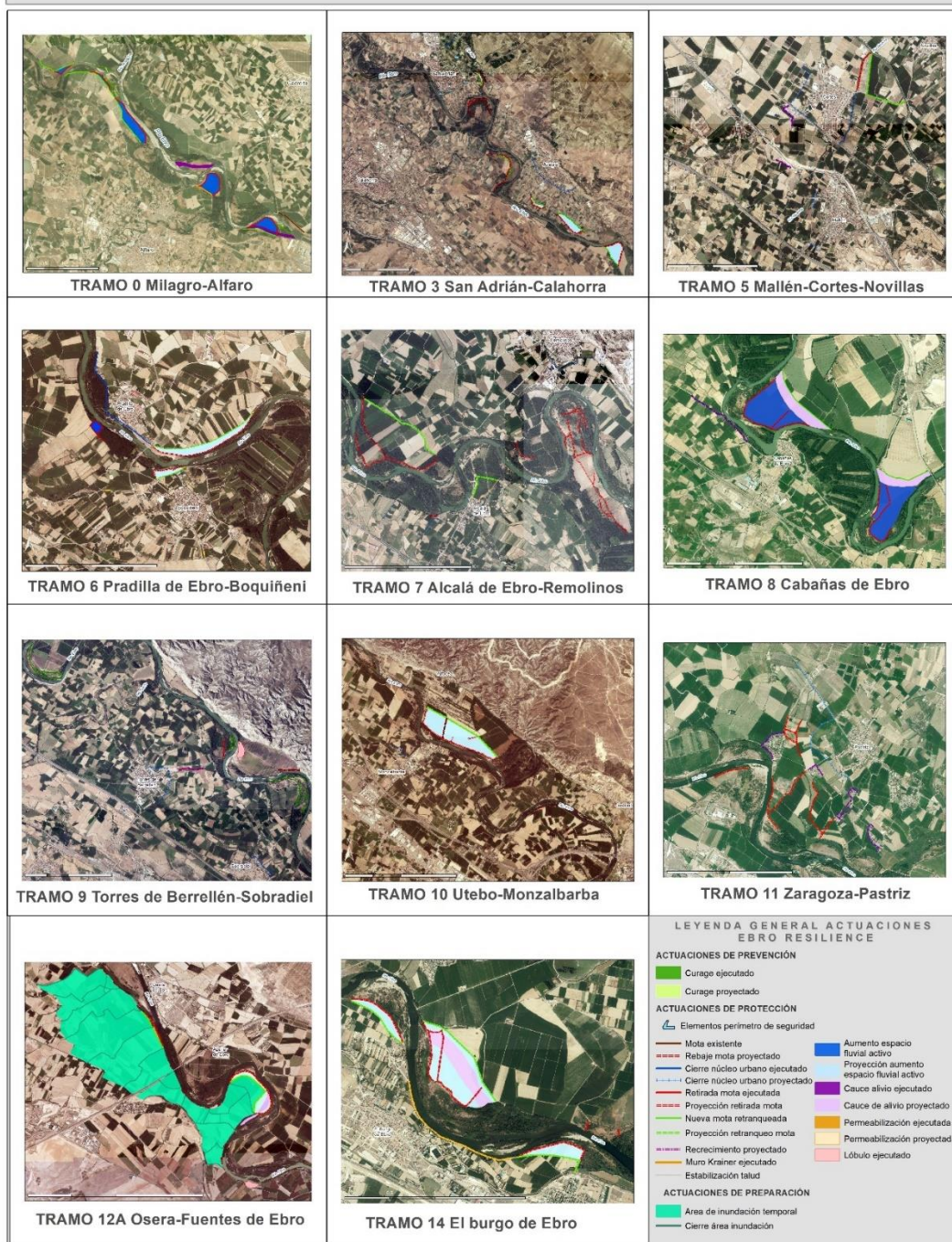
Anexo 11. Actuaciones propuestas en el tramo 12A Osera de Ebro-Fuentes de Ebro.

Anexo 12. Actuaciones propuestas en el tramo 14 El Burgo de Ebro.

Anexo 13. Actuaciones previas a la formulación de la Estrategia Ebro Resilience.

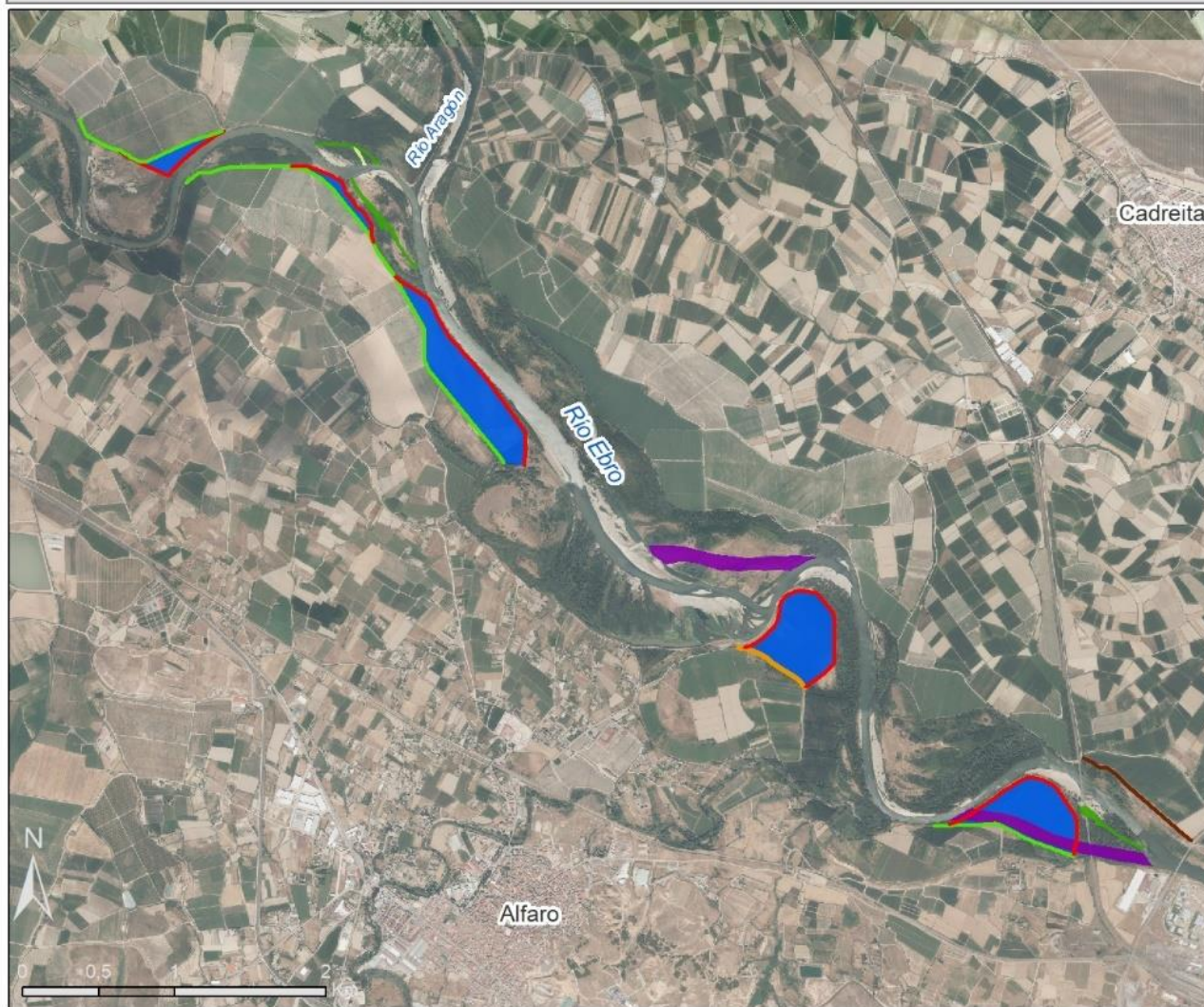


## Agrupación de estudios de detalle por tramos con actuaciones de Ebro Resilience





## Actuaciones en el tramo 0 Milagro-Alfaro



### ACTUACIONES DE PREVENCIÓN

- Curage ejecutado
- Curage proyectado

### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- Mota existente
- Retirada mota ejecutada
- Nueva mota retranqueada
- Muro Krainer ejecutado
- Aumento espacio fluvial activo
- Cauce alivio ejecutado

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

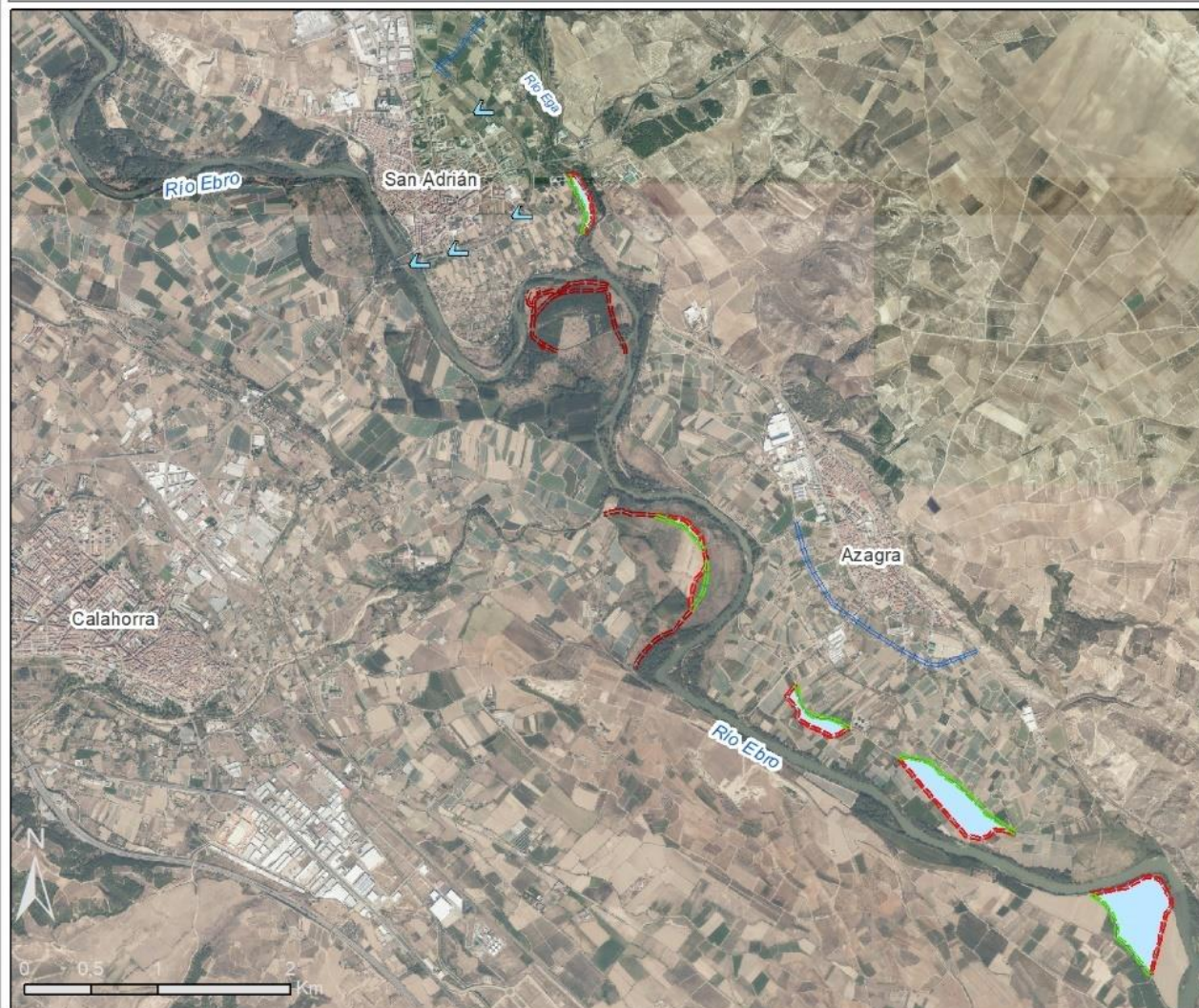
Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja







Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



## Actuaciones en el tramo 3 Ebro y Ega en San Adrián-Calahorra-Azagra



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

-  Elementos perímetro de seguridad
-  Cierre núcleo urbano proyectado
-  Rebaje mota proyectado
-  Retirada mota proyectado
-  Proyección retranqueo mota
-  Proyección aumento espacio fluvial activo

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

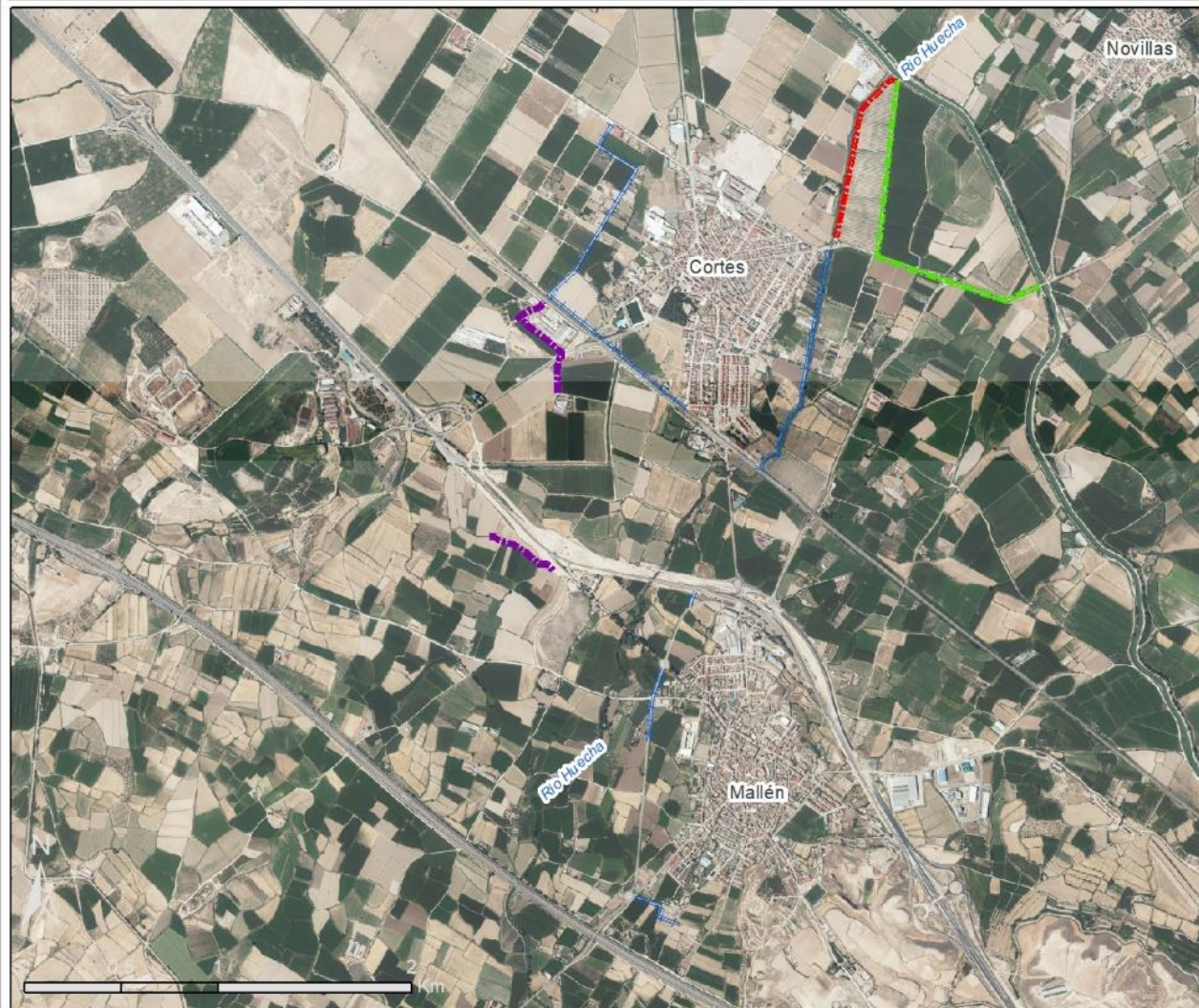
Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



## Actuaciones en el tramo 5 Huecha en Mallén-Cortes-Novillas



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- Proyección retirada mota
- Proyección retranqueo mota
- Recrecimiento proyectado
- Cierre núcleo urbano proyectado

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

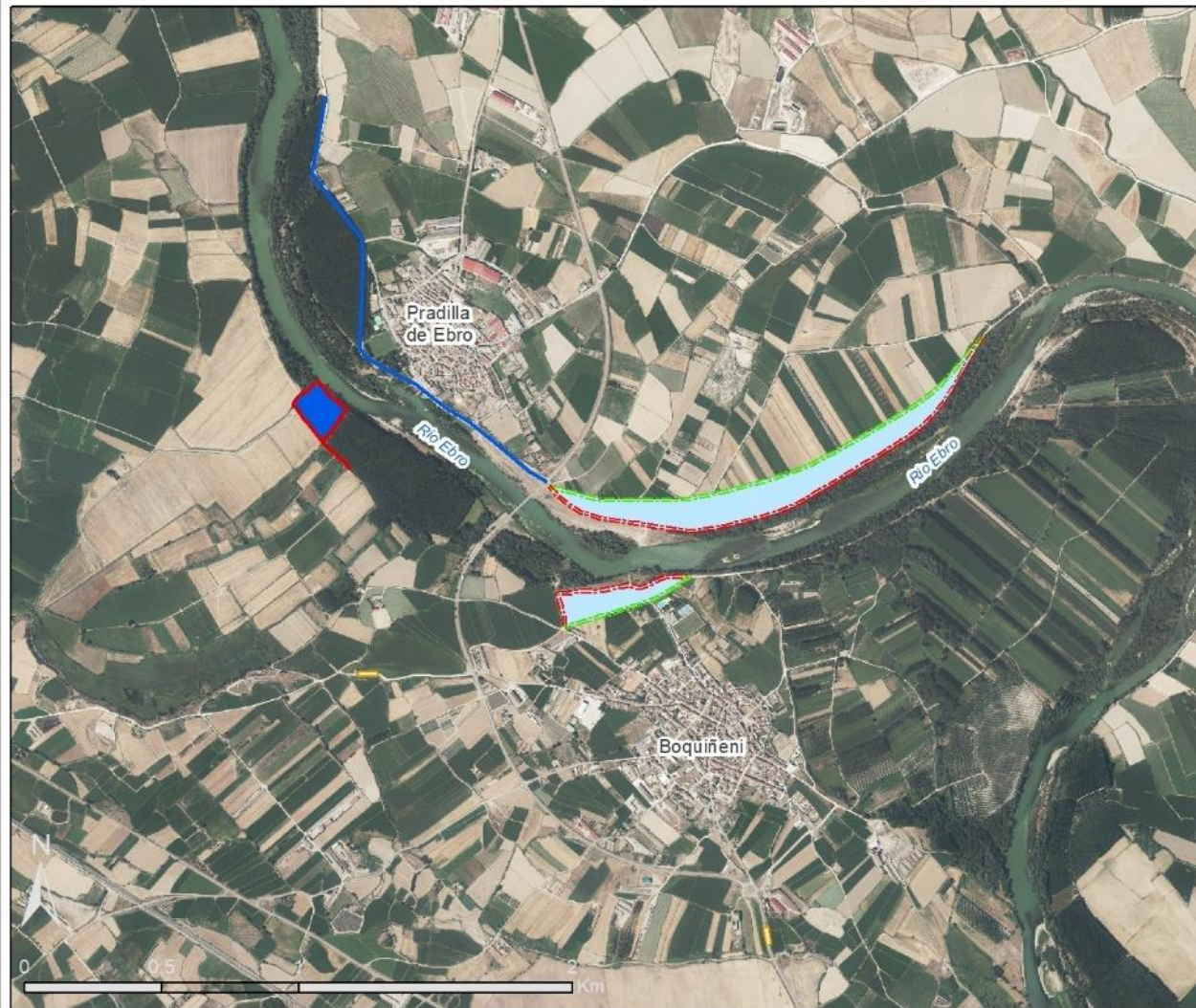
Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



## Actuaciones en el tramo 6 Pradilla de Ebro-Boquiñeni



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- Cierre núcleo urbano ejecutado
- Retirada mota ejecutada
- Proyección retirada mota
- Proyección retranqueo mota
- Proyección aumento espacio fluvial activo
- Aumento espacio fluvial activo
- Permeabilización proyectada

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

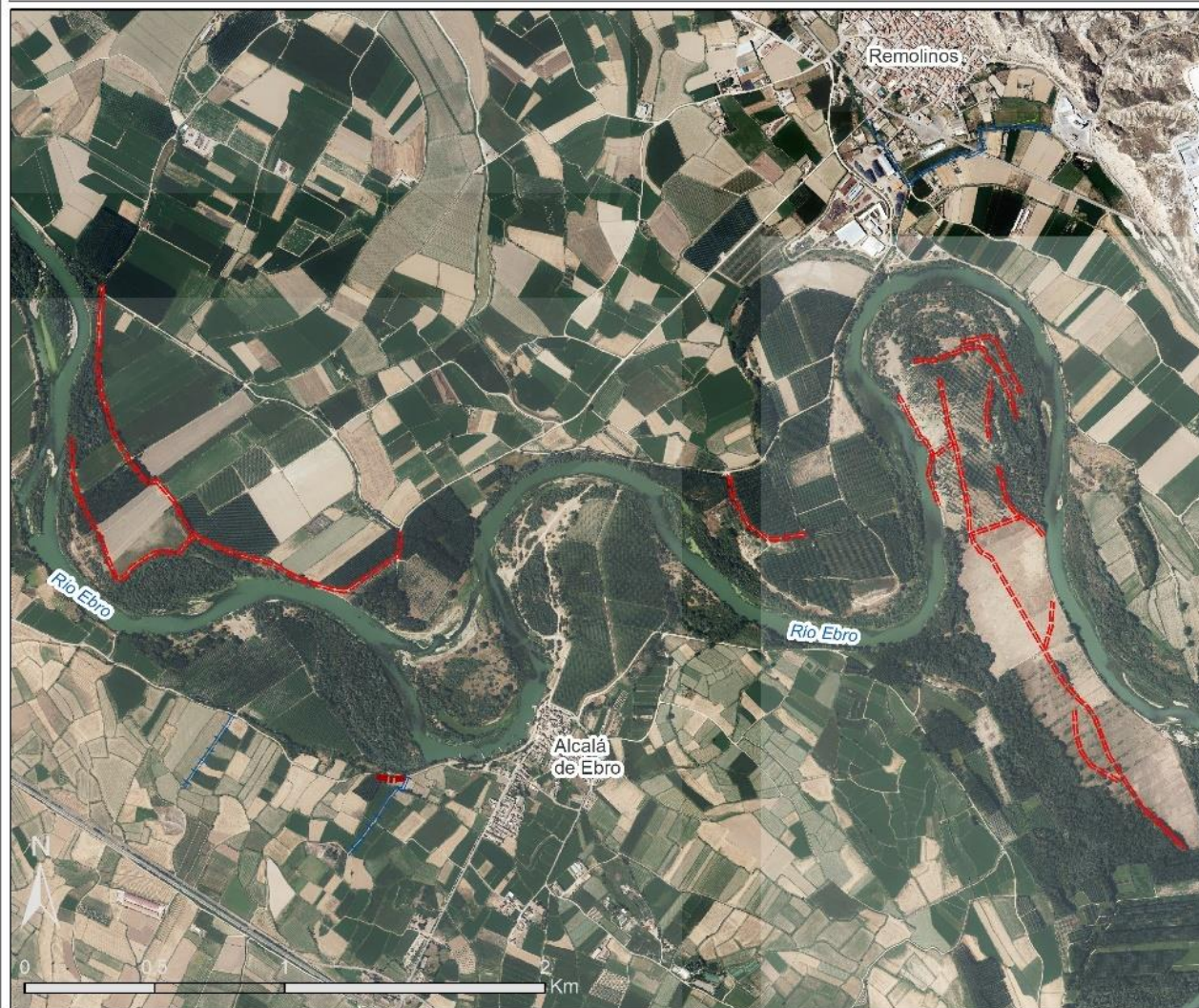
Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



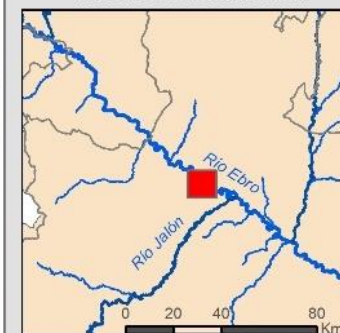
## Actuaciones en el tramo 7 Alcalá de Ebro-Remolinos



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- Proyección retirada mota
- Rebaje mota proyectado
- Cierre núcleo urbano proyectado

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

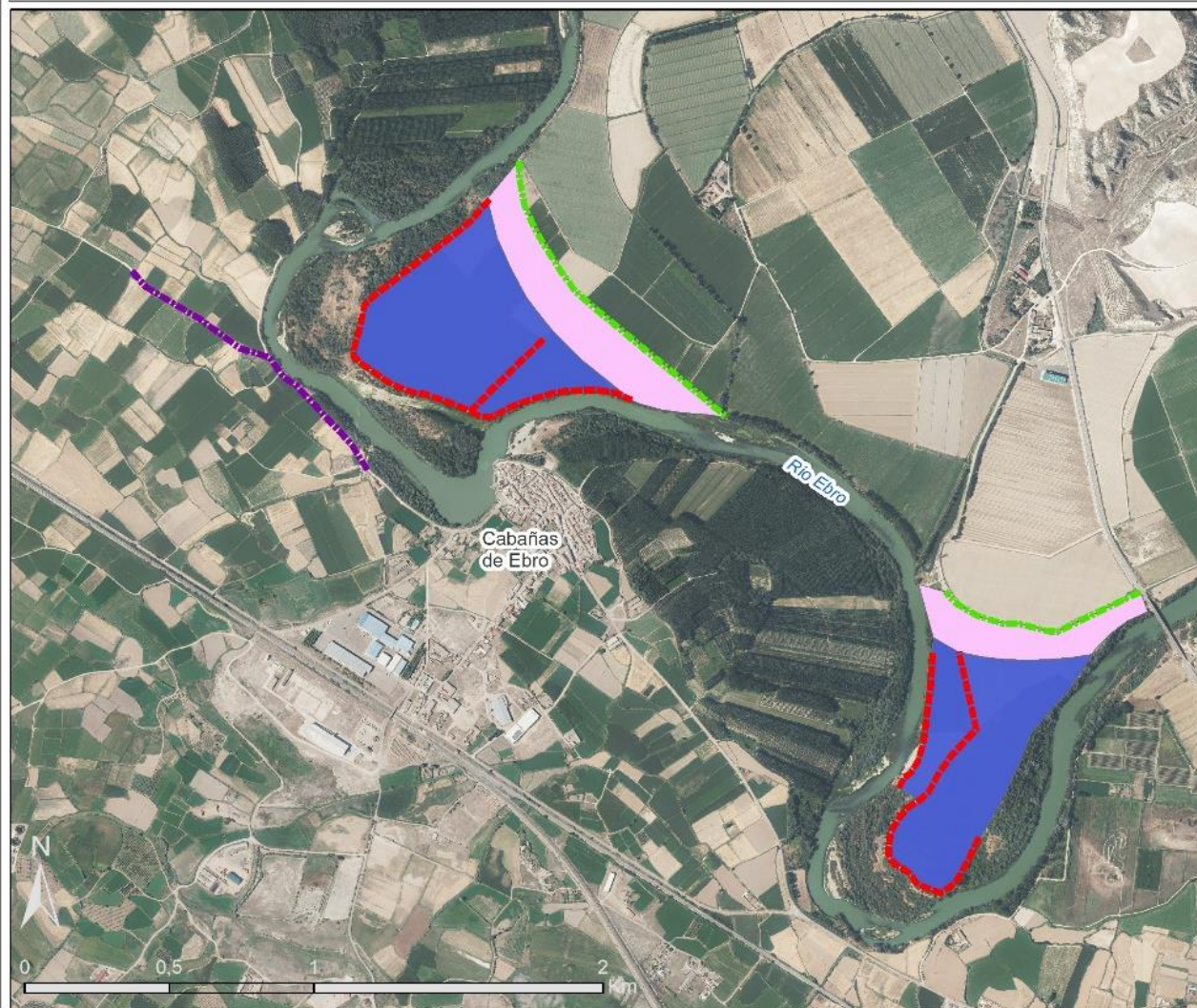
Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



## Actuaciones en el tramo 8

## Cabañas de Ebro



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- Proyección retirada mota
- Proyección retranqueo mota
- Aumento espacio fluvial activo
- Recrecimiento proyectado
- Cauce de alivio proyectado

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja


Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



## Actuaciones en el tramo 9 Torres de Berrellén-Sobradie




### ACTUACIONES DE PREVENCIÓN

 Curage ejecutado


### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

 Lóbulo ejecutado

 Retirada mota ejecutada

 Rebaje mota proyectado

 Recrecimiento proyectado

 Cierre núcleo urbano proyectado

 Estabilización talud

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

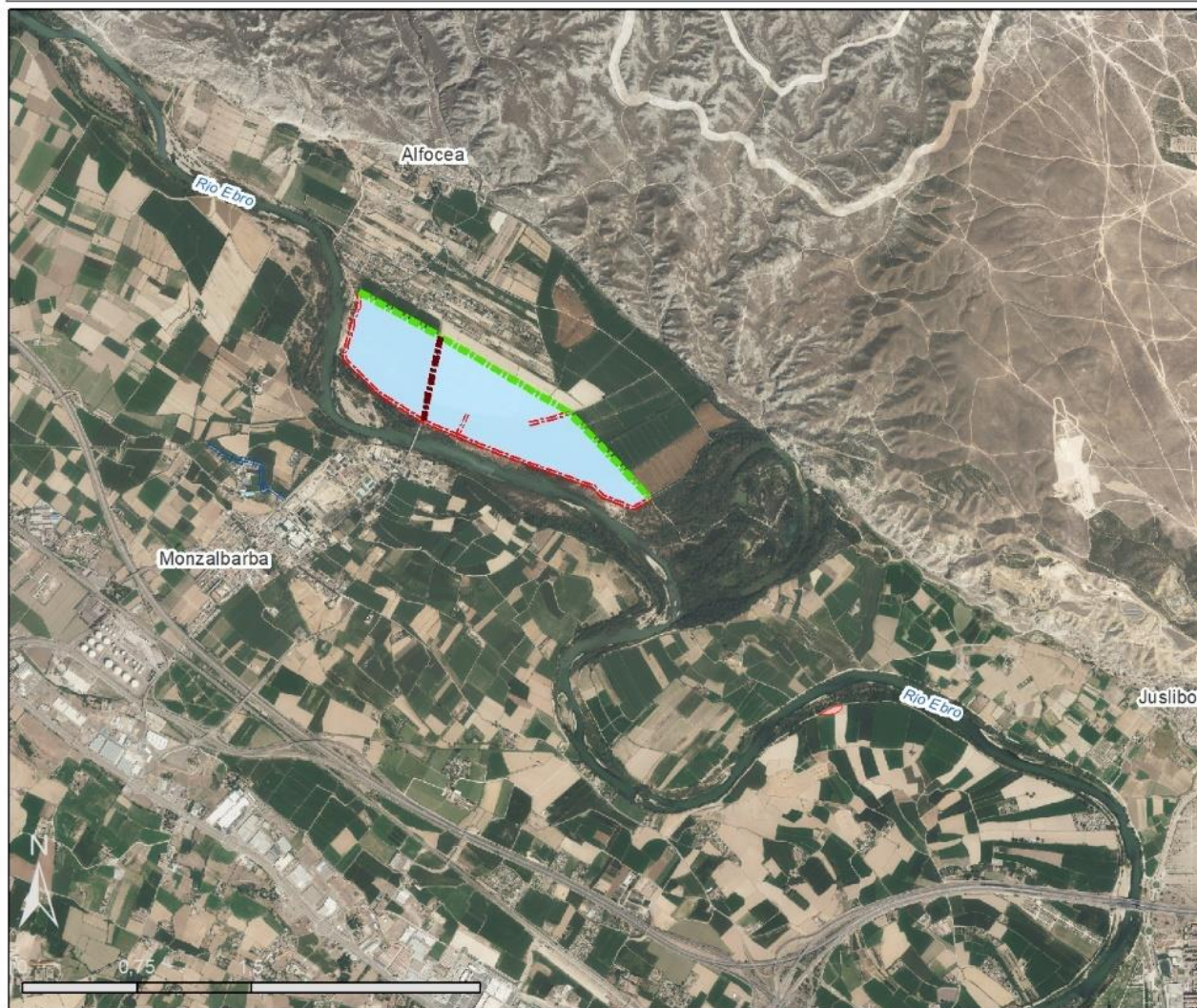
Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



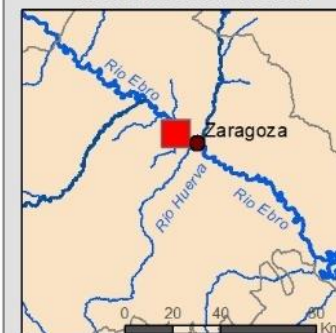
## Actuaciones en el tramo 10 Utebo-Monzalbarba



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- Cierre núcleo urbano proyectado
- Rebaje mota proyectado
- Proyección retirada mota
- Proyección retranqueo mota
- Proyección aumento espacio fluvial activo
- Lóbulo ejecutado

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

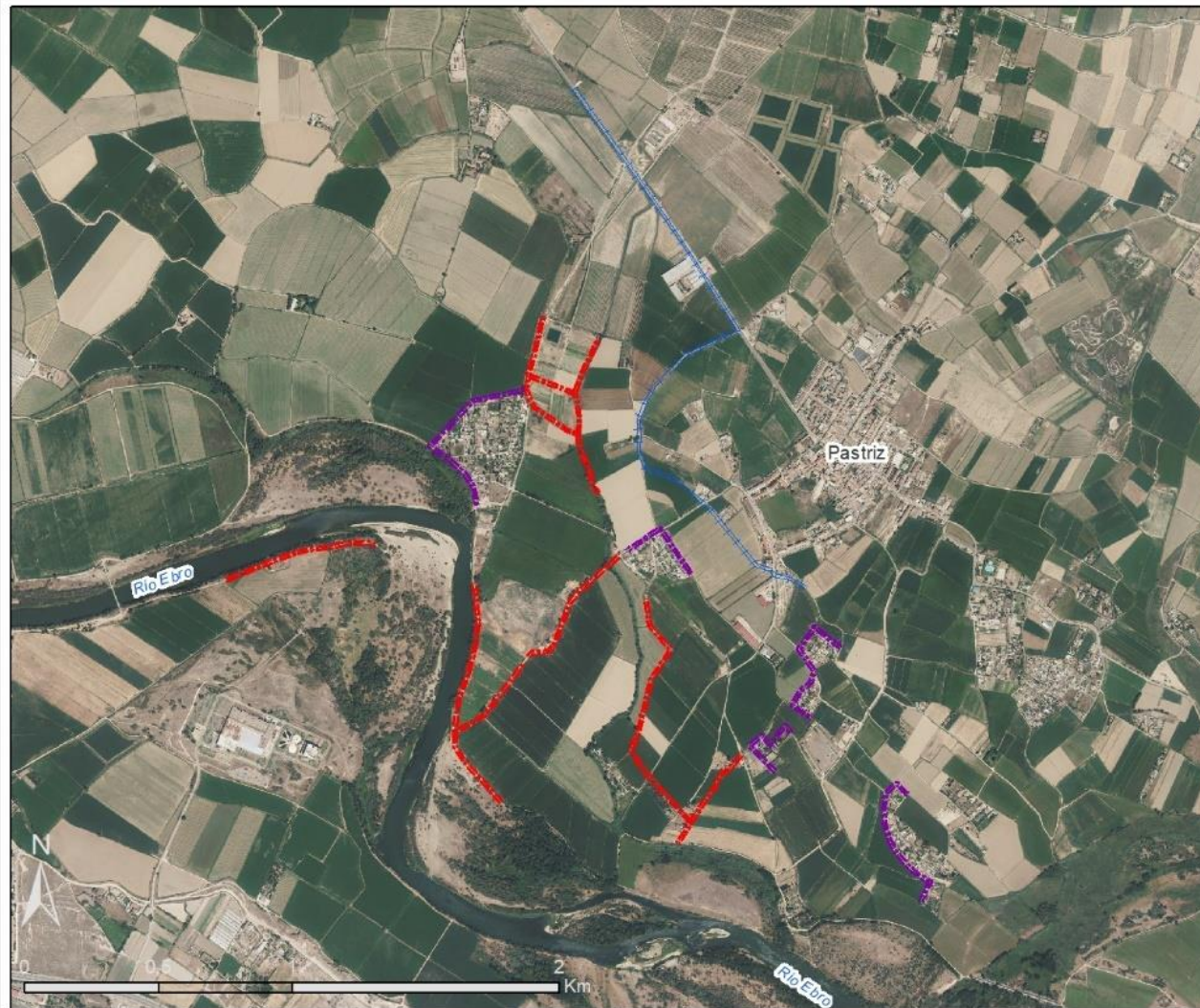
Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



## Actuaciones propuestas para el tramo 11 Zaragoza-Pastriz



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- Recrecimiento proyectado
- Proyección retirada mota
- Cierre núcleo urbano proyectado

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

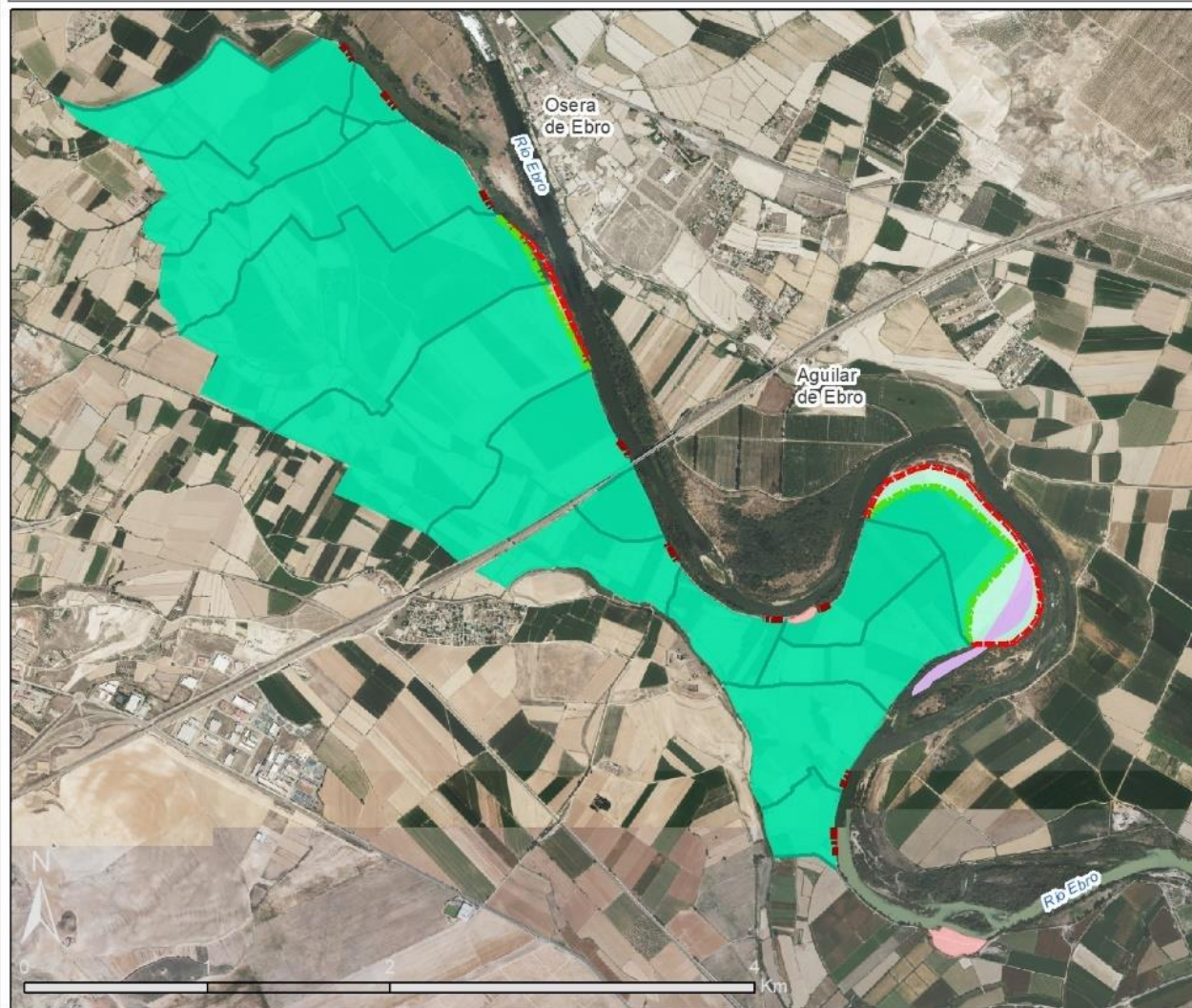
Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



## Actuaciones en el tramo 12A Osera de Ebro-Fuentes de Ebro



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- ==== Rebaje mota proyectado
- ==== Proyección retirada mota
- ==== Proyección retranqueo mota
- ==== Proyección aumento espacio fluvial activo
- ==== Cauce de alivio proyectado
- ==== Lóbulo ejecutado

### ACTUACIONES DE PREPARACIÓN

- ==== Área de inundación temporal
- ==== Cierre área inundación

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

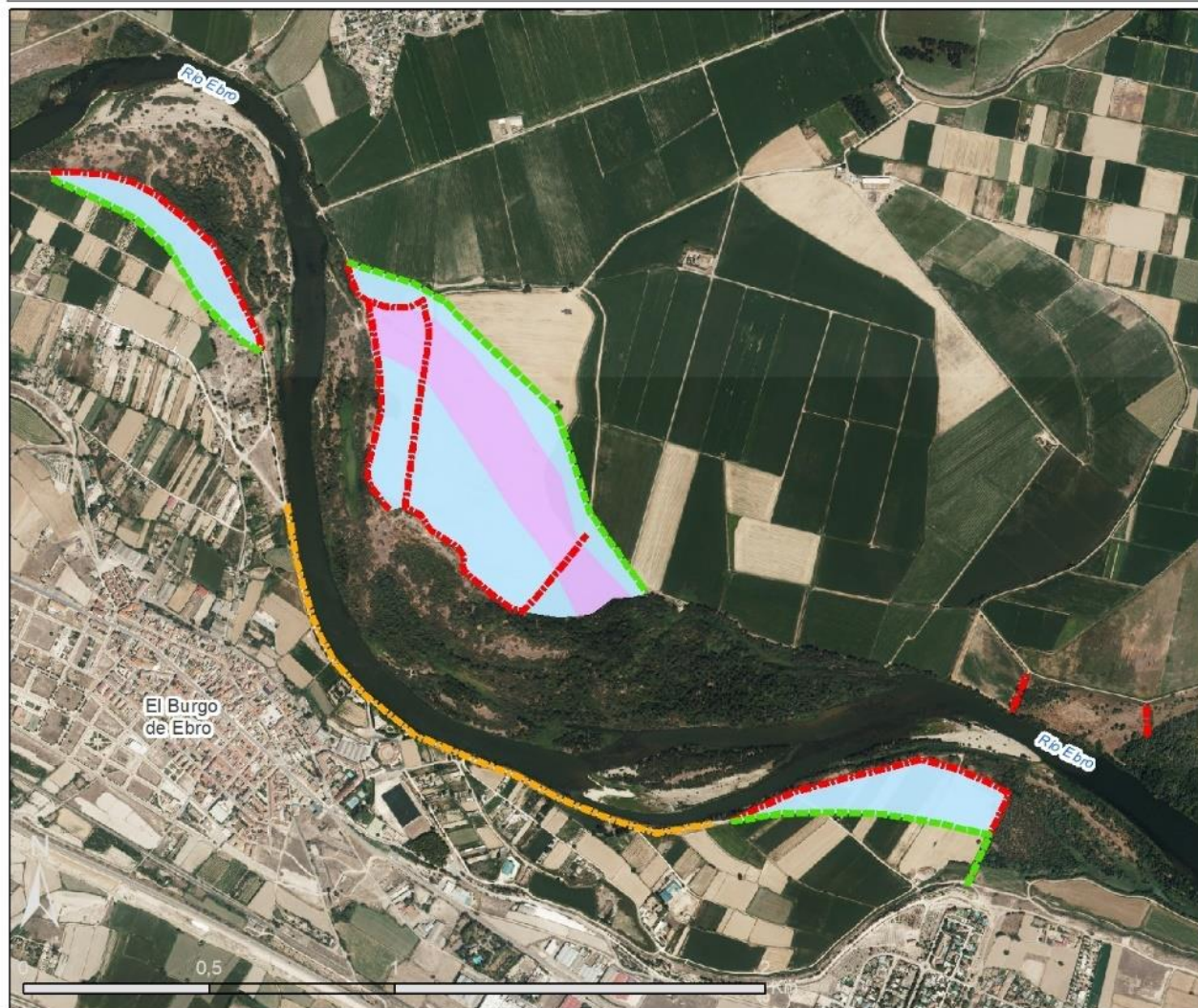
Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024



## Actuaciones en el tramo 14 El Burgo de Ebro



### ACTUACIONES DE PROTECCIÓN

- Muro Krainer proyectado
- Proyección retirada mota
- Proyección retranqueo mota
- Proyección aumento espacio fluvial activo
- Cauce de alivio proyectado

### MAPA LOCALIZACIÓN



Sistema de referencia  
ETRS1989 UTM-zona30

Fuente: IGN, CHE, Ebro Resilience

Autor: Juan Miguel García Lagranja

Dep Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza, mayo 2024

## Actuaciones previas a la formulación de la Estrategia Ebro Resilience

