

PLAN PARA LA RECUPERACIÓN Y MEJORA DE LA RESILIENCIA FRENTE A LAS INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE LETUR (ALBACETE)

ANEXOS

MARZO 2026



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL SEGURO, O.A.



Anexo 1.

Estudio hidrológico

Índice ANEXO 1

1 Estudio hidrológico	1
1.1 Evento del día 29 de octubre de 2024	1
1.1.1 Precipitación	2
1.2 Caudales asociados a los periodos de retorno	7
1.2.1 Estudio pluviométrico	7
1.2.1.1 Selección de estaciones	7
1.2.1.2 Análisis estadístico	8
1.2.1.3 Distribución por subcuencas	8
1.2.1.4 Hietograma de cálculo	9
1.2.2 Estudio hidrológico	12
1.2.2.1 Métodos de cálculo.....	12
1.2.2.2 Determinación de los parámetros del modelo.....	12
1.2.2.3 Parámetros del modelo	13
1.2.2.4 Resultados	13

1 Estudio hidrológico

Se ha realizado un estudio hidráulico con un doble objetivo:

- Caracterizar el episodio del 29 de octubre de 2024.
- Establecer los caudales correspondientes a las avenidas de 10, 50, 100, 500, 1000 y 5000 años de periodo de retorno, así como el asociado a la máxima crecida ordinaria (MCO).

El estudio se circunscribe a la cuenca completa del arroyo de Letur, hasta su desembocadura en el río Segura por su margen derecha. La cuenca tiene una extensión aproximada de 141 km² y se ha dividido en seis subcuencas para adaptar el cálculo a las características hidrológicas de la red de drenaje. La población de Letur, en particular el comienzo del encanzamiento de la rambla, se localiza al final de la penúltima subcuenca, Letur1.

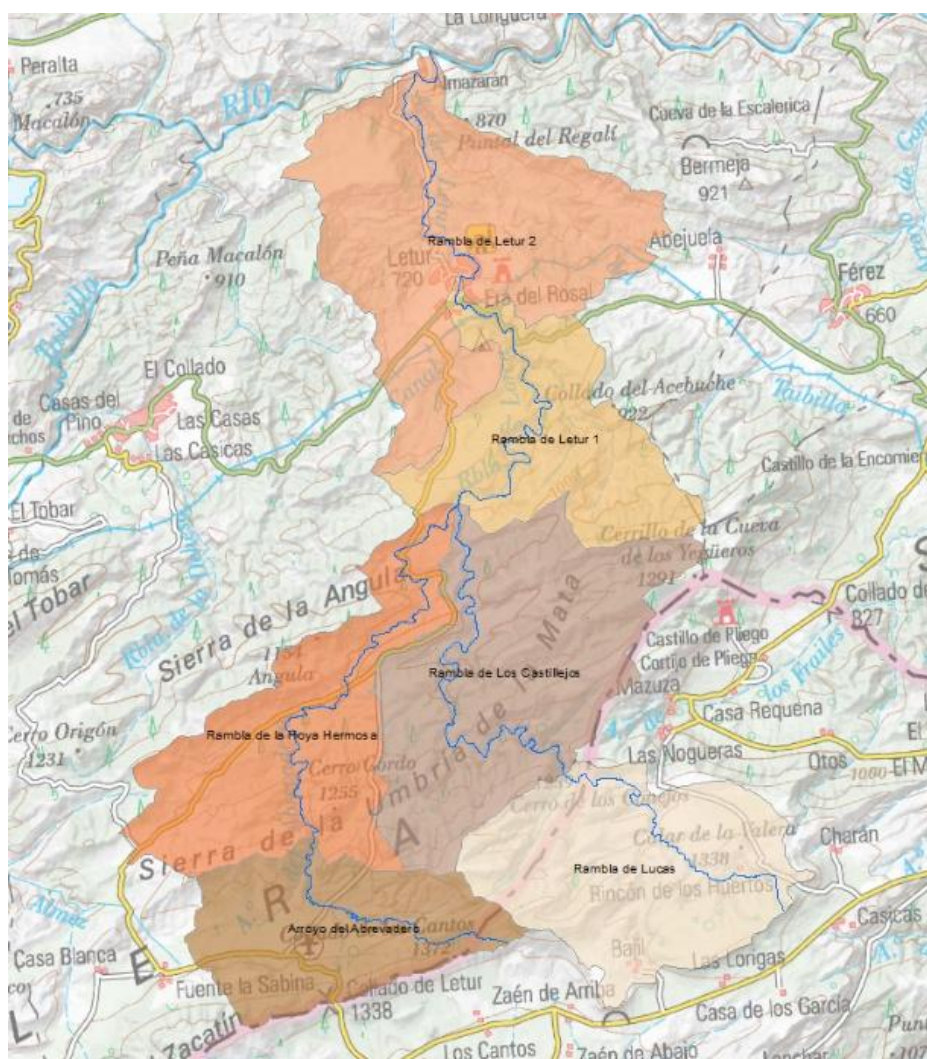


Imagen 1. Subcuencas del arroyo de Letur. Fuente: elaboración propia

1.1 Evento del día 29 de octubre de 2024

El día 29 de octubre de 2024 se produjo un episodio de precipitaciones intensas en la cuenca del arroyo de Letur, en el contexto de una Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA). El área más afectada fue el sector sur de la cuenca, correspondiente a la vertiente septentrional de la sierra de Moratalla.

Durante los días previos, se registraron acumulaciones pluviométricas en la región comprendidas entre los 10 y los 70 mm, concentrándose la mayor parte de las precipitaciones en la jornada inmediatamente anterior al evento principal. Las lluvias comenzaron durante la madrugada del 29 de octubre, con episodios intermitentes en la cabecera de la cuenca, intensificándose entre las 10:00 y las 14:00 horas, cuando se desarrolló una célula convectiva de elevada intensidad. Esta tormenta afectó principalmente el sector sureste de la cuenca, en las ramblas de Lucas y de Castillejos, mientras que en el núcleo urbano de Letur las precipitaciones fueron de carácter débil.

El evento pluviométrico generó un incremento súbito del caudal en el arroyo de Letur y sus afluentes, produciéndose desbordamientos en las proximidades del casco urbano. Se observó un hidrograma con doble pico de caudal de magnitudes similares, separados por un intervalo temporal inferior a una hora, probablemente asociado al comportamiento **pseudo-kárstico** del sistema hidrogeológico de la cuenca. Ambas crecidas provocaron daños significativos en infraestructuras urbanas y viarias, además de representar un riesgo elevado para la población. El primer pico de caudal fue el más crítico, causando la pérdida de seis vidas humanas.

Posteriormente, se produjo un nuevo receso de las precipitaciones entre las 14:00 y las 17:00 horas, reduciéndose el caudal a su paso por el núcleo urbano durante un periodo aproximado de cuatro horas, lo que permitió la ejecución de labores de emergencia y evacuación. Dichas acciones, coordinadas entre vecinos, autoridades locales, organismos públicos y entidades de apoyo, permitieron trasladar a los residentes del casco antiguo de Letur a zonas seguras, concretamente al colegio municipal, situado en una cota topográfica elevada.

Durante la tarde del mismo día, entre las 17:00 y las 20:00 horas, se registraron nuevas precipitaciones, esta vez de menor intensidad, pero más prolongado y general a toda la cuenca. La alta escorrentía superficial, favorecida por la saturación previa del suelo, generó avenidas con caudales muy superiores a los dos picos anteriores. Estos nuevos aportes provocaron una inundación con niveles de lámina de agua que alcanzaron cotas no afectadas en la crecida inicial, incrementando los daños estructurales en edificaciones e infraestructuras. No obstante, no se reportaron nuevas víctimas personales.

La cronología del evento y las referencias de niveles alcanzados durante las dos inundaciones, han permitido, a través de cálculos hidráulicos bidimensionales, establecer los rangos de caudales que se debieron producir en el núcleo urbano de Letur.

A continuación, se describe el análisis del episodio realizado, así como la descripción más detallada y plausible de este, en base a los datos recabados.

1.1.1 Precipitación

Para reconstruir el hietograma de tormenta en cada uno de los puntos de la cuenca en estudio es necesario determinar cada una de sus características: precipitación total, distribución espacial, distribución temporal e intensidad.

Precipitación total

Los datos de precipitación total se han obtenido por medio de cuatro fuentes diferentes: la AEMet (Agencia Estatal de Meteorología), el SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) de la Confederación Hidrográfica Segura y las redes de meteorólogos aficionados Suremet y Meteoclimatic.

Se han incluido estas dos últimas fuentes no oficiales, en especial Suremet, dado que tiene una red muy densa en la zona, siendo de hecho la única con registros en el interior de la cuenca del arroyo de Letur.

De entre los datos registrados el día 29 de octubre destacan dos no oficiales, los de las estaciones de Suremet “Rincón de los Huertos” donde se recogieron en 24 horas 229,0 mm y “Sierra del Frontón” con 254,4 mm. El primero de ellos situado en el interior de la cuenca en estudio y el segundo situado a unos 4 km al sureste. Estos registros, que hay que evaluar con prudencia, nos llevarían a pensar en un evento con un periodo de retorno de más de mil años en la región más al sureste de la cuenca en estudio.

Además de estos registros, destaca un valor oficial, el de la estación de la AEMet 7066 “Embalse de la Fuensanta”, donde se recogieron de 7 a 7 de la mañana 199,5 mm de precipitación, lo cual es el valor más alto de su serie de 71 años, siendo además más del doble del máximo registro anterior, asignándose por ello un periodo de retorno de aproximadamente 1.100 años.

Otro dato relevante es la variabilidad de los registros, obteniéndose valores muy diferentes de precipitación en lugares próximos. Las estaciones situadas en Benízar, al este de la cuenca, recogieron en torno a los 50-70 mm de precipitación, situándose a tan solo 10 km de los registros más intensos, superiores todos ellos a los 200 mm. En el otro extremo, en la presa del Taibilla, se recogieron 54 mm, estando ubicada a no más de 15 km de la región con la mayor precipitación. Esta variabilidad es común en los episodios tormentosos y afecta tanto a la distribución espacial como a la temporal, alternándose periodos de gran intensidad de lluvia con intervalos relativamente largos sin apenas precipitación.

En general los registros más bajos se recogieron en el extremo suroeste de la cuenca, existiendo una banda de mayor intensidad que cruzaba, aproximadamente, de sureste a noroeste, disminuyendo hacia los lados.

En la siguiente imagen se puede observar la distribución de precipitación inferida a partir de los registros existentes aplicando el método de IDW (Inverse Distance Weighting o ponderación por el inverso de la distancia). Esta distribución está fuertemente condicionada por la ubicación de los pluviómetros por lo que ha sido necesario matizarla, en especial en la región central de la cuenca, en los apartados sucesivos.

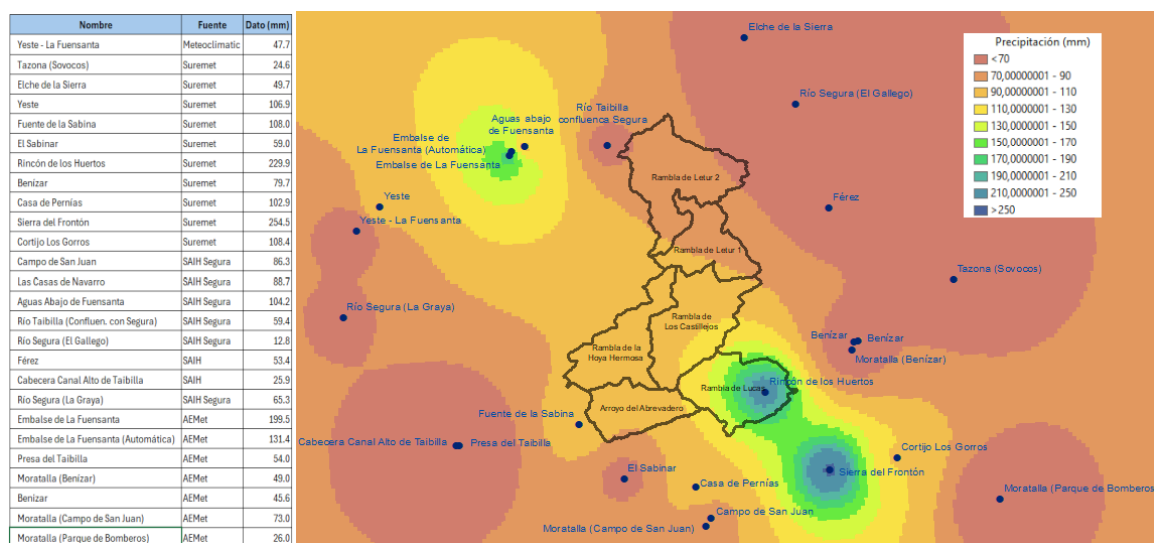


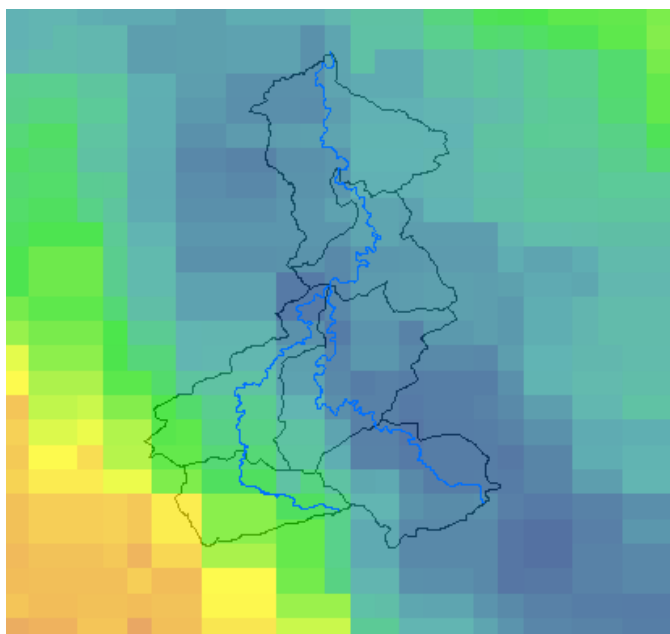
Imagen 2. Distribución de la precipitación obtenida a partir de los registros de las estaciones pluviométricas

Estos datos conducen a deducir que las precipitaciones que se registraron en la cuenca oscilaron entre los 60 y los 200 mm como mínimo, representando periodos de retorno de unos 25 a 1.000 años, siendo el correspondiente al promedio de la cuenca de entre 100 y 200 años.

Distribución espacial

Dada la limitación impuesta por los escasos registros conocidos, con un único valor en el interior de la cuenca, se ha determinado la distribución espacial de la lluvia en base a métodos indirectos, en particular a la altura de las nubes y al radar meteorológico. Ambas aproximaciones concuerdan a grandes rasgos en la descripción del evento, por lo que se ha seleccionado la que posee una mayor resolución, que es, en este caso, la de las imágenes del radar meteorológico.

Para ajustar la distribución espacial, más allá de los registros disponibles, se han utilizado las imágenes registradas por el radar meteorológico más cercano, en este caso el de la ciudad de Almería, ya que el de Murcia no estaba operativo ese día. Estas imágenes tienen una frecuencia de 10 minutos y una resolución teórica de 1x1 km, aunque en la práctica suele ser de 2x2. A pesar de que existen fórmulas que relacionan la reflectividad con la intensidad de precipitación (Marshall-Palmer, por ejemplo), conllevan un considerable error y son menos precisas cuanto mayor es el carácter convectivo de la precipitación. Es por este motivo por el que no se han considerado las imágenes desde un punto de vista cuantitativo, sino meramente cualitativo.



Distribución temporal

El pluviógrafo más cercano es de la red SAIH Segura, ubicado en las inmediaciones de la presa de La Fuensanta (04A03P1 "Pluviómetro Aguas Abajo de Fuensanta"). Con un único dato, y estando situado además fuera de la cuenca en estudio, es casi imposible inferir el hietograma de la lluvia registrado el día de la avenida. Además, se observa que, aunque los registros son compatibles con parte de la avenida, la sucedida entre las 12 y las 3 de la tarde, no hay apenas precipitación durante la tarde, en la que se produjo la punta máxima de todo el episodio. Por ello es necesario recurrir una vez más a métodos indirectos para determinar, aproximadamente, la sucesión de acontecimientos del día 29.

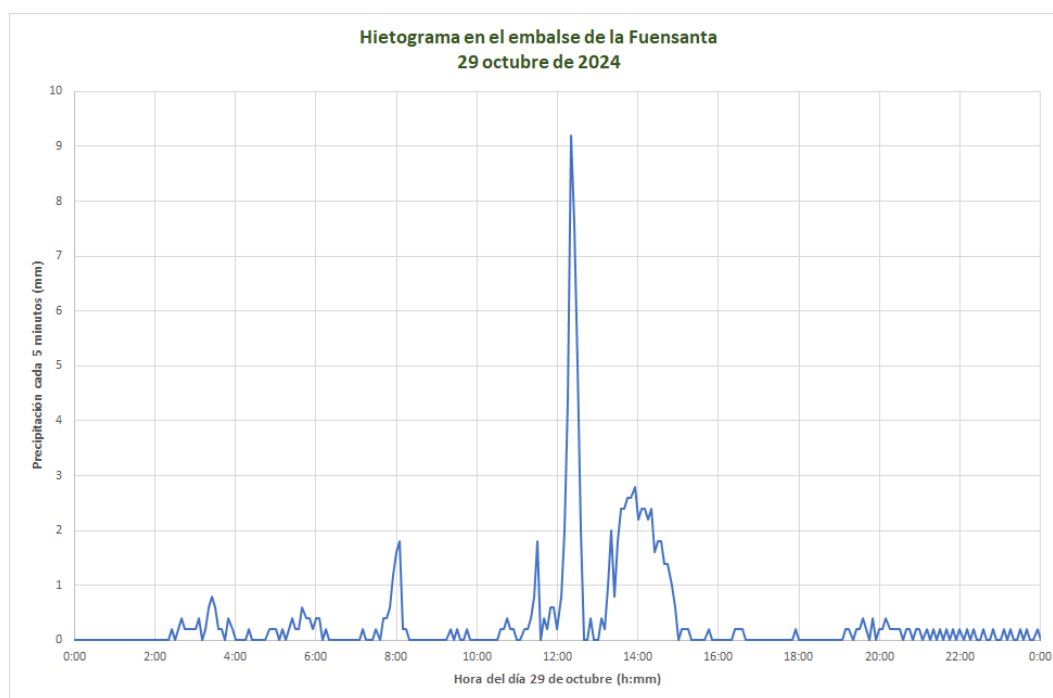


Imagen 3. Hietograma en el embalse de la Fuensanta del día 29 de octubre de 2024

En este caso se ha seguido la sucesión de imágenes del satélite Meteosat en su canal infrarrojo. Estas imágenes permiten inferir la altura de las nubes al relacionarse este valor con la temperatura. La resolución es de 4x4 km y el intervalo entre imágenes es de 15 minutos.

De la inspección de estas imágenes se deduce que hubo un primer evento de precipitación de madrugada, entre las 3 y las 6 AM, general para toda la cuenca, luego un intervalo sin apenas precipitaciones, un segundo evento de precipitación, en este caso mucho más intenso, entre las 12 y las 2 de la tarde, con el máximo situado aproximadamente a la 1, y focalizado en el extremo sureste, un nuevo receso en las precipitaciones entre las 2 y las 5, y un último evento de precipitación, menos intenso en su zona central que el anterior pero más prolongado y general a toda la cuenca, entre las 5 y las 8 de la noche, sin que se produjeran más precipitaciones significativas el resto del día.

Intensidad

La intensidad relativa de la precipitación es quizás el factor más determinante para la composición del hidrograma de tormenta. La escorrentía generada depende en gran medida de los valores de intensidad, siendo mínima para un mismo volumen de lluvia para una precipitación uniforme y máxima para una precipitación similar a la de los bloques alternos, con un máximo central muy acusado.

Es además el factor más complejo de determinar, ya que los valores de radar se ven afectados por el tamaño de las gotas por lo que un mismo eco en un mismo día no tiene por qué corresponderse con dos intensidades iguales y la altura de las nubes no siempre implica una relación directa con la precipitación recogida.

Para ello se ha analizado toda la información disponible (pluviogramas, radar, altura de nubes y evolución de la avenida) buscando los puntos comunes para generar tres hietogramas tipo para describir la variabilidad de la precipitación en la cuenca:

- Hietograma de las subcuencas sureste (ramblas de Lucas y de Castillejos).
- Hietograma de las subcuencas suroeste (ramblas del Abrevadero y de la Hoya Hermosa).

- Hietograma de las subcuencas norte (arroyo de Letur).

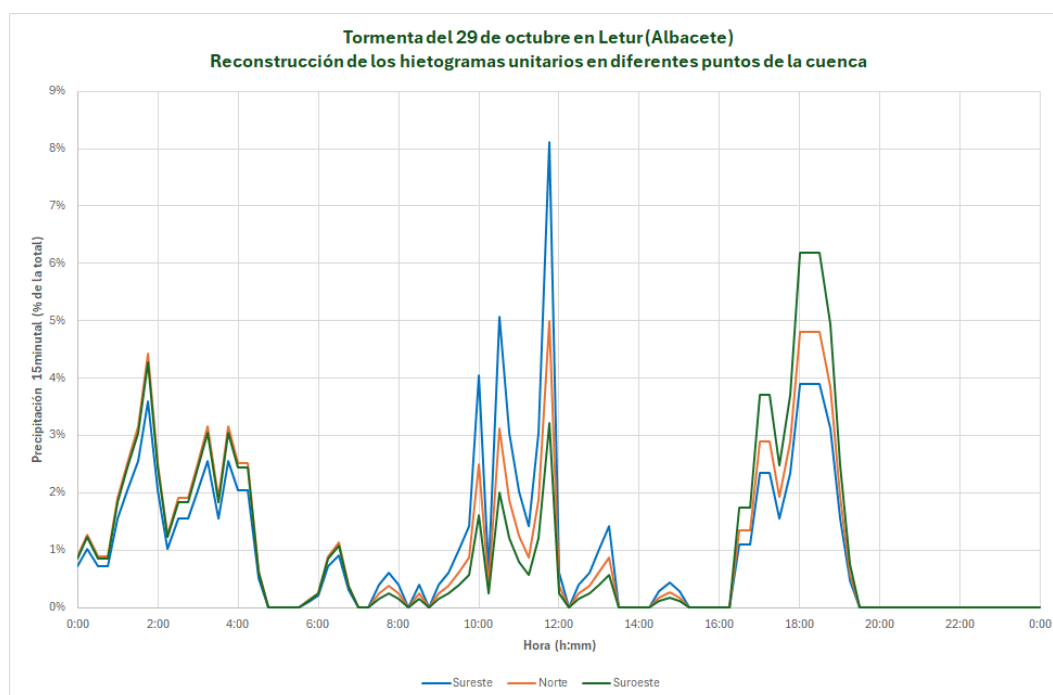


Imagen 4. Hietogramas unitarios en diferentes puntos de la cuenca para la tormenta del 29 de octubre de 2024

Caudal

No existen registros foronómicos que nos permitan deducir el hidrograma de avenida en diferentes puntos de la cuenca. Los registros que existen, además de ser parciales ya que en muchos casos se alcanzó la capacidad máxima de las estaciones de aforo, están situados muy lejos de la cuenca y es imposible determinar qué porcentaje de la avenida circuló por el arroyo de Letur. Lo que sí confirman es la existencia de dos avenidas importantes, la de las dos de la tarde y la de las nueve de la noche.

De la inspección del terreno se puede inferir que la avenida fue importante desde cabecera, existiendo arrastres significativos en ambas ramblas (Lucas/Castillejos y Abrevadero/Hoya Hermosa), aunque los mayores daños se concentraron en la región oeste (Abrevadero/Hoya Hermosa), aunque conviene ser prudentes ya que este tipo de señales en el terreno suelen ser muy subjetivas.

En cuanto a los daños en el casco urbano de Letur, existió una avenida menor de madrugada y en las primeras horas del día, bajó el caudal de la rambla y, en torno a las 2 de la tarde se produjo una avenida relámpago, muy intensa, con dos puntas sucesivas que desbordó por la margen izquierda del cauce (Calle San Antón) y provocó daños muy importantes en la población. Tras unas horas en las que el caudal bajó y volvió a ser controlado completamente por el encauzamiento, a primeras horas de la noche sucedió otra avenida, de mayores proporciones aún que la anterior, durante la cual el cauce desbordó por las dos márgenes (Calle San Antón y avenida Guardia Civil).

En base a estas descripciones y a los hietogramas de cálculo obtenidos, se ha calibrado el modelo hidrometeorológico obteniéndose los siguientes hidrogramas de avenida en las subcuencas de Letur:

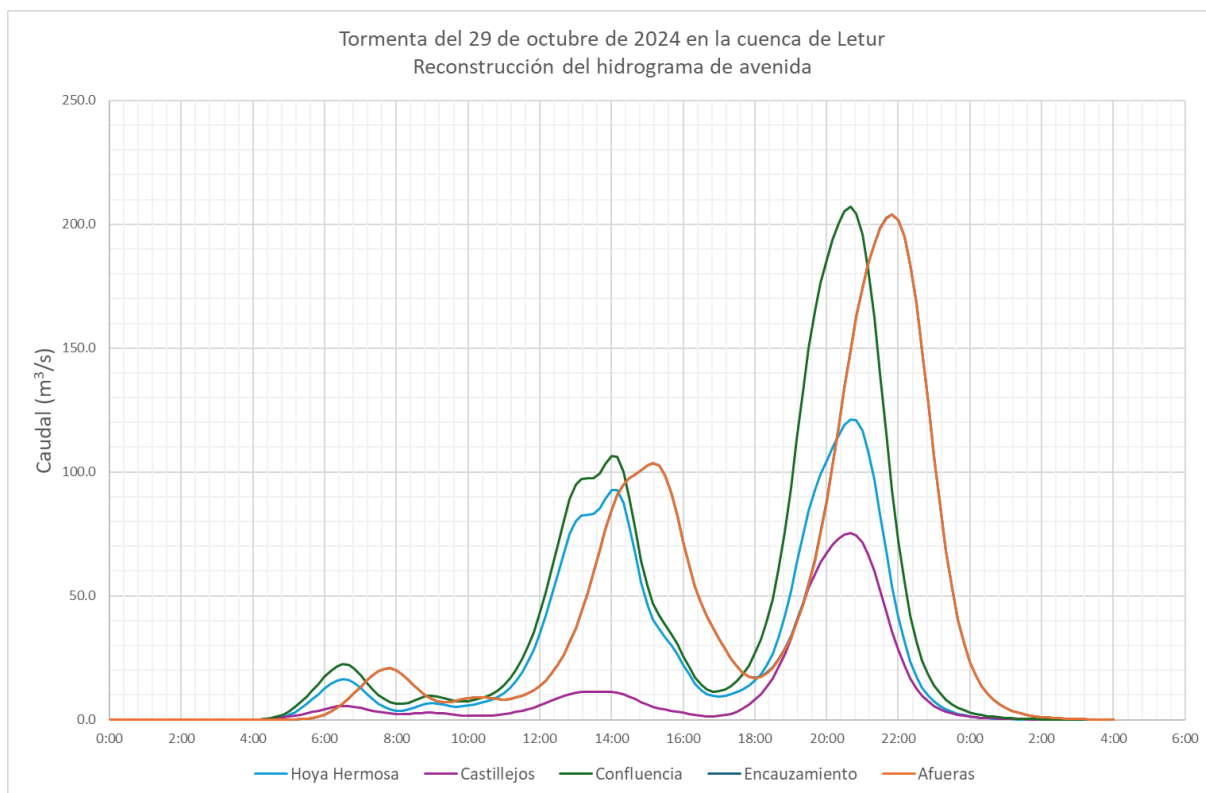


Imagen 5. Hidrogramas de la avenida probable ocurrida el día 29 de octubre de 2024

1.2 Caudales asociados a los periodos de retorno

1.2.1 Estudio pluviométrico

1.2.1.1 Selección de estaciones

Se han seleccionado 15 estaciones pluviométricas de la AEMet, en base a su localización y a la longitud y calidad de sus registros. A continuación, se muestra una imagen con su ubicación respecto de la cuenca:

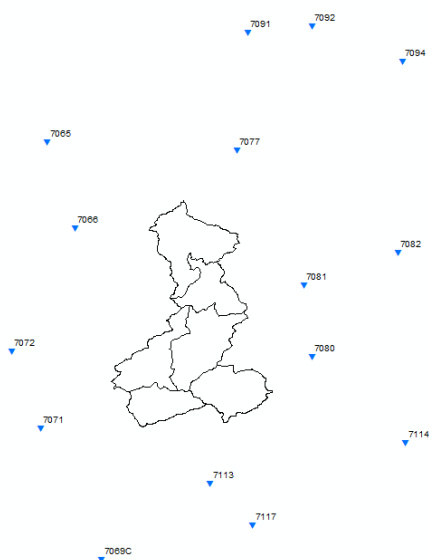


Imagen 6. Estaciones pluviométricas seleccionadas

Las series de precipitación tienen un mínimo de 20 datos y se ubican en las cercanías de la cuenca. Lamentablemente no hay ninguna estación pluviométrica con una serie de registros aceptable en el interior de la cuenca en estudio.

1.2.1.2 Análisis estadístico

Se ha llevado a cabo un análisis estadístico de los registros pluviométricos basado en series de máximos anuales. A dichas series se le ha aplicado la ley extremal de SQRT-ET máx, recomendada por el CEDEX para estudios de este tipo en esta zona, obteniéndose los siguientes resultados:

Cod.	Nombre	P24 (mm)				
		MCO (5,5 años)	10 años	50 años	100 años	500 años
7065	Molinicos	61,8	74,5	111,8	129,7	175,4
7066	Embalse de la Fuensanta	60,6	72,9	109,1	126,3	170,5
7069C	Moratalla (Casas de Alfaro)	62,5	73,0	103,2	117,4	153,4
7071	Presa del Taibilla	51,2	61,1	90,2	104,0	139,4
7072	Sege	57,7	66,4	90,9	102,4	131,3
7077	Elche de la Sierra	70,6	85,3	128,5	149,1	202,1
7080	Moratalla (Benízar)	89,8	108,7	164,2	190,8	259,0
7081	Socovos	76,8	91,9	136,2	157,3	211,2
7082	Socovos (El Casar)	69,8	80,7	111,9	126,5	163,4
7091	Híjar	65,7	77,9	113,6	130,5	173,7
7092	Liétor (CHS)	65,6	78,6	116,6	134,7	180,9
7094	Embalse de Talave	63,3	76,0	113,2	130,9	176,4
7113	Moratalla (Campo de San Juan)	68,2	79,5	111,8	127,0	165,4
7114	Moratalla (CHS)	79,0	91,4	126,9	143,5	185,5
7117	Moratalla (Bebedor de Abajo)	62,7	73,1	103,0	117,0	152,6

Tabla 1. Precipitaciones máximas en 24 horas de cada estación para los periodos de retorno de estudio

1.2.1.3 Distribución por subcuencas

La distribución por subcuencas se ha realizado aplicando el método de IDW (Inverse Distance Weighting o ponderación por el inverso de la distancia).

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Subcuenca	P24 (mm)				
	MCO (5,5 años)	10 años	50 años	100 años	500 años
Rambla del Abrevadero	66,1	78,0	112,5	128,8	151,9
Rambla de Lucas	72,8	86,4	126,0	144,8	171,4
Rambla de la Hoya Hermosa	66,0	78,2	113,6	130,3	154,0
Rambla de Los Castillejos	70,7	84,1	122,9	141,4	167,5

Subcuenca	P24 (mm)				
	MCO (5,5 años)	10 años	50 años	100 años	500 años
Arroyo de Letur1	71,1	84,8	124,7	143,7	170,5
Arroyo de Letur2	68,6	81,9	120,7	139,2	165,4

Tabla 2. Precipitaciones máximas en 24 horas de las subcuencas para los periodos de retorno de estudio

1.2.1.4 Hietograma de cálculo

La cuenca vertiente, especialmente en su vertiente sur, tiene la geología característica de la sierra de Moratalla, continuación de la sierra de Taibilla y formando ambas partes del sistema Prebético externo. Es un paisaje **pseudo-kárstico**. Las principales diferencias con el Karst puro son las siguientes:

- **Cobertera detrítica:** En algunas áreas, las calizas están cubiertas por arcillas o margas, lo que reduce la expresión superficial del karst (pseudokarst).
- **Influencia fluvial:** La red de drenaje del río Segura y sus afluentes ha superpuesto un modelado fluvial al kárst, creando paisajes mixtos.

Esta situación hidrológicamente tiene dos consecuencias importantes:

- El terreno se comporta de una manera relativamente impermeable ante precipitaciones intensas y cortas.
- El terreno se seca con gran rapidez y es poroso a precipitaciones más ligeras.

Esto provoca que la respuesta de la cuenca no sea proporcional a la precipitación total, sino que influya de una manera determinante la manera de producirse.

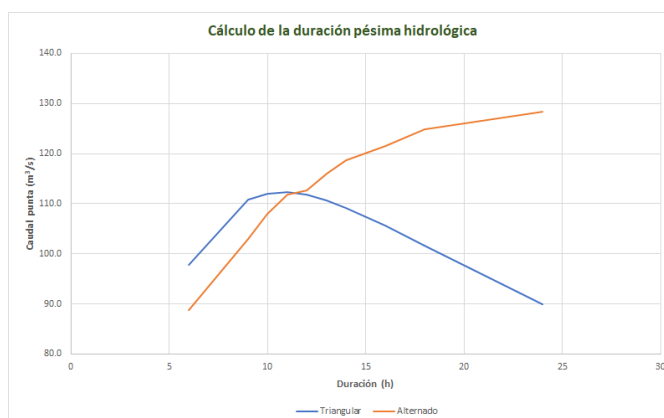
Modelizar dicho comportamiento es muy complejo desde un punto de vista computacional, pero no es necesario en este caso ya que el objetivo de este estudio no es general un modelo que tenga una respuesta similar a la cuenca sino uno que dé unos resultados globales similares.

Para ello se han seleccionado tanto la humedad inicial, la duración y el tipo de hietograma para que sean compatibles con el comportamiento real de la cuenca.

Duración

Se ha escogido una duración de aguacero que sea compatible con la escorrentía máxima ante precipitaciones de larga duración y compatible con los núcleos de precipitación intensa.

Para ello se ha calculado por un lado cuál es la duración que hace el caudal punta máximo ante un hietograma triangular. Esta duración ha resultado ser de 11 horas para un periodo de retorno de 50 años. Por otro lado, aunque ante hietogramas sintéticos de bloques alternos cuanto mayor es la duración de este mayor es la punta, existe un límite razonable hasta donde llevar esta configuración apuntada.



En la práctica no suele superar las 6-12 horas de duración, sucediéndose entonces periodos en donde la precipitación disminuye apreciablemente. Como se comentó anteriormente, estos periodos hacen que se seque el terreno por lo que no sería realista una duración superior a esta.

Por todo ello se ha adoptado una duración de aguacero de 12 horas.

Intensidad

Se ha estimado la duración del aguacero de cálculo en la cuenca en estudio, pero tan solo se dispone de referencias a la precipitación en 24 horas, por lo que se ha de estimar la cuantía en intensidad de este en la duración propuesta.

Hasta ahora se ha manejado datos registrados en estaciones pluviométricas totalizadoras de lectura diaria; esto es, valores de precipitación total en 24 horas que no expresan ni la duración ni la intensidad de los episodios de lluvia, parámetros estos últimos necesarios para la caracterización del aguacero de cálculo y que se emplean como dato de entrada en el modelo hidrometeorológico.

Si se dispusiera en la cuenca de una red de pluviógrafos con series apreciables de años observados, se emplearían sus registros para elaborar las curvas intensidad-duración-frecuencia (I-D-F) características de la cuenca en estudio. Lamentablemente, los pluviógrafos del SAIH localizados en y en las inmediaciones de la cuenca poseen una serie de datos corta y parcial y es difícil establecer una curva IDF adecuada, por lo que debemos recurrir a expresiones analíticas que, partiendo de valores como la precipitación máxima diaria asociada a un periodo de retorno, nos proporcionen las intensidades de tormentas de diversa duración.

Entre ellas se encuentra la fórmula propugnada por la Guía Técnica de Seguridad de Presas nº 4 “Avenida de Proyecto” cuya expresión se muestra a continuación:

$$\frac{I_t}{I_{24}} = \left(\frac{I_1}{I_{24}} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

donde:

I_t : intensidad media de precipitación en mm/h de la tormenta de duración t horas.

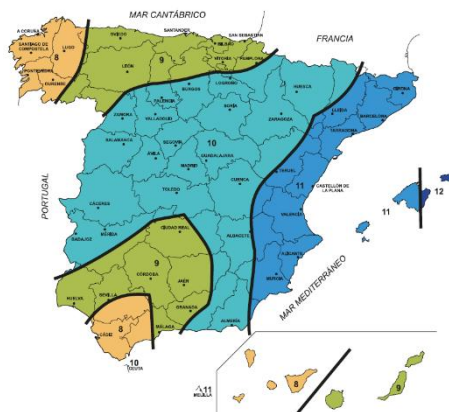
I_{24} : intensidad media diaria de precipitación en mm/h ($P_{24}/24$).

P_{24} : precipitación total diaria en mm.

I_1/I_{24} : cociente entre la intensidad horaria y la diaria.

t : duración de la tormenta en horas.

El cociente entre la intensidad horaria y diaria es independiente del periodo de retorno y en la zona de estudio tiene un valor de 10,5, de acuerdo con la figura que se adjunta en la referida Guía Técnica nº 4 “Avenida de Proyecto”, ya que la cuenca se enclava en la frontera entre la región 10 y 11.



Para una tormenta de 24 horas resulta un valor de I_t/I_{24} de 1,126 (un 13% superior), esto es debido a que no es lo mismo la precipitación en un intervalo 24 horas que la precipitación que cae en un día, con un momento fijo para medir (normalmente de 7 a 7 AM). En nuestro caso, con una duración de cálculo de 12 horas, se obtiene un valor de I_{12}/I_{24} de 0,981.

Tipo de hietograma

Se ha optado por un hietograma de bloques alternos que es el que provoca mayores caudales punta y muy similar al registrado, al menos en la zona central, en eventos históricos de avenida.

Este hietograma presenta una distribución aproximadamente triangular con intensidad máxima en el intervalo central decreciendo a los lados. Para una tormenta de duración t horas y con intervalo de una hora, la forma de obtención es la siguiente:

1. Se asigna a la hora central la precipitación correspondiente a la intensidad de la tormenta de una hora I_1 , según la siguiente expresión:

$$\frac{I_t}{I_{24}} = \left(\frac{I_1}{I_{24}} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

donde:

I_t : intensidad media de precipitación de la tormenta de duración t horas.

I_{24} : intensidad media diaria de precipitación en mm /h ($P_{24}/24$).

P_{24} : precipitación total diaria en mm.

I_1/I_{24} : cociente entre la intensidad horaria y la diaria. En la zona en estudio tiene un valor de 10,5.

t : duración de la tormenta en horas.

2. Al intervalo inmediatamente anterior se le asigna una precipitación igual a la diferencia entre la precipitación de dos horas y la anterior: $I_2*2 - I_1*1$.
3. A la hora inmediatamente posterior se la asigna la diferencia entre la precipitación de tres horas y la de dos: $I_3*3 - I_2*2$.
4. Se procede de igual forma con la precipitación de la hora anterior a la del punto 2, después con la posterior a la del punto 3, y así sucesivamente hasta completar los t intervalos.

Como se desprende de la metodología anteriormente descrita, la forma de este hietograma depende del número de intervalos en los que se subdivide; es decir, es función de la duración de la tormenta y del intervalo escogido. En este caso se ha optado por un intervalo de paso de hora y media, puesto que intervalos menores hacen el hietograma artificialmente apuntado y poco realista.

Coeficiente de simultaneidad

Se ha calculado a partir de fórmula propuesta por la mencionada Guía Técnica de Seguridad de Presas nº 4 “Avenida de Proyecto” para cuencas sin datos:

$$C = 1 - \frac{\log S}{15}$$

donde S es la superficie de la cuenca en km^2 . Al tener la cuenca una extensión total de 140,9 km^2 , el coeficiente resultante es de 0,857.

Precipitaciones de cálculo

A continuación, en la siguiente tabla se recoge la precipitación de cálculo introducida en el modelo:

Subcuenca	P12 (mm)				
	MCO (5,5 años)	10 años	50 años	100 años	500 años
Rambla del Abrevadero	55,5	65,5	94,6	108,3	143,2
Rambla de Lucas	61,2	72,6	105,9	121,7	162,0
Rambla de la Hoya Hermosa	55,5	65,7	95,5	109,5	145,5
Rambla de Los Castillejos	59,5	70,7	103,3	118,8	158,5
Arroyo de Letur1	59,8	71,3	104,8	120,8	161,5
Arroyo de Letur2	57,6	68,8	101,5	117,0	156,8

Tabla 3. Precipitaciones máximas en 12 horas de las subcuencas para los periodos de retorno de estudio

1.2.2 Estudio hidrológico

1.2.2.1 Métodos de cálculo

La creación de un modelo hidrológico de una cuenca requiere la elección previa de los métodos de cálculo para los procesos de generación de escorrentía, hidrograma de avenida y propagación de caudales. Se han escogido las siguientes opciones de cálculo en la construcción del modelo:

- Generación de escorrentía por el modelo del SCS (parámetro característico, el número de curva).
- Distribución de escorrentía según el hidrograma unitario adimensional del SCS (parámetro, el tiempo de desfase).
- Transporte por el método de Muskingum. Dicho método requiere para su aplicación el cálculo del coeficiente x de almacenamiento y el tiempo de recorrido de la onda K de los tramos de estudio. De igual modo se ha de definir el número de subtramos en que se divide cada tramo.

1.2.2.2 Determinación de los parámetros del modelo

Los parámetros necesarios para el modelo son los siguientes: superficie, tiempo de concentración, infiltración y datos relativos a los tramos de transporte.

1. Se han delimitado las subcuencas con ayuda del modelo del terreno 2x2 m del PNOA.
2. Por su parte, el tiempo de concentración se ha calculado utilizando la fórmula de Kirpich:

$$Tc = \left(0,871 \frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

3. En cuanto a la infiltración, se ha obtenido siguiendo la metodología promulgada por el SCS, en donde la asignación de un número de curva a una determinada porción de terreno depende de dos factores: el grupo hidrológico a que pertenezca el terreno en cuestión y la capacidad de infiltración de la cobertura, que a su vez depende de la cobertura. Para la determinar el grupo hidrológico se ha utilizado la capa de permeabilidad

del SIAS (Sistema de Información del Agua Subterránea), mientras que para determinar los usos del suelo se ha acudido a la última versión del SIOSE disponible en la región.

4. Por último, se han calculado los parámetros de Muskingum (x , K y n) relativos a los tramos de transporte: Se han definido un total de 4 tramos de transporte: dos en la rambla de Letur, el de la rambla de Castillejos y el de la Hoya Hermosa.

1.2.2.3 Parámetros del modelo

Subcuencas:

Subcuenca	Sup. (km ²)	NC	Long (km)	Csup (m)	Cinf (m)	Tc (min)	Lag (min)
<i>Rbla. del Abrevadero</i>	16,589	67,81	7,45	1368	1080	65,4	39,3
<i>Rbla. Hoya Hermosa</i>	22,985	62,19	13,24	1080	884	147,3	88,4
<i>Rambla de Lucas</i>	23,096	56,68	7,94	1384	1104	71,2	42,7
<i>Rambla de Los Castillejos</i>	28,794	53,63	13,08	1104	884	138,9	83,3
<i>Arroyo de Letur 1</i>	17,796	58,59	10,18	884	740	122,4	73,5
<i>Arroyo de Letur 2</i>	31,633	66,19	7,90	740	485	73,4	44,0

Tabla 4. Caracterización de las subcuencas

Tramos de transporte:

Tramo	K (h)	X	Nº tramos
<i>Hoya Hermosa</i>	1,80	0,30	11
<i>Castillejos</i>	1,72	0,40	10
<i>Letur A</i>	1,25	0,30	8
<i>Letur B</i>	0,59	0,25	4

Tabla 5. Parámetros de Muskingum

1.2.2.4 Resultados

A continuación, se muestran los caudales punta de avenida en diversos puntos de la cuenca, comparándolos con los de la avenida del 29 de octubre y estimando un periodo de retorno de esta:

Q _{máx} (m ³ /s)	1	2	3	4	5
PR (años)	Encauzamiento	Afuera	Confluencia	Hoya Hermosa	Castillejos
2	4,2	4,2	4,3	2,5	1,8
MCO	27,5	27,4	27,2	15,8	10,4
10	45,4	45,3	45,0	26,3	16,9
25	80,5	80,3	79,5	46,8	29,2
50	112,6	112,4	110,9	65,3	40,5
100	150,0	149,8	147,0	87,1	53,4
250	206,3	205,9	202,3	119,9	72,8
500	253,9	253,3	249,0	147,7	89,5

Q _{máx} (m ³ /s)	1	2	3	4	5
PR (años)	Encauzamiento	Afuera	Confluencia	Hoya Hermosa	Castillejos
1000	306,2	305,6	299,6	177,7	107,6
5000	511,5	510,4	495,8	293,8	177,8
290 (1ª)	20,8	20,8	22,4	16,4	5,6
PR (estimado)	4,0 años	4,0 años	4,4 años	5,7 años	3,0 años
290 (2ª)	103,5	103,5	106,6	92,7	11,2
PR (estimado)	41 años	41 años	46 años	117 años	6 años
290 (3ª)	204,0	203,9	207,1	121,4	75,4
PR (estimado)	240 años	242 años	268 años	259 años	279 años

Tabla 6. Caudales punta en diferentes puntos de la cuenca, por periodo de retorno y comparativa con las tres puntas del evento del 29 de octubre de 2024

En la siguiente tabla se reflejan los volúmenes totales de las avenidas consideradas, así como de las estimadas para el 29 de octubre de 2024.

V _{total} (hm ³)	1	2	3	4	5
PR (años)	Encauzamiento	Afuera	Confluencia	Hoya Hermosa	Castillejos
2	0,07	0,07	0,07	0,04	0,03
MCO	0,45	0,44	0,43	0,24	0,17
10	0,71	0,71	0,67	0,38	0,26
25	1,23	1,23	1,13	0,65	0,43
50	1,71	1,70	1,56	0,89	0,58
100	2,26	2,25	2,04	1,17	0,75
250	3,09	3,08	2,77	1,59	1,02
500	3,79	3,78	3,38	1,94	1,24
1000	4,57	4,55	4,05	2,33	1,48
5000	7,57	7,54	6,63	3,81	2,41
290 (1ª)	0,19	0,19	0,23	0,16	0,06
PR (estimado)	2,7 años	2,7 años	3,0 años	3,5 años	2,5 años
290 (2ª)	1,46	1,45	1,48	1,22	0,21
PR (estimado)	35 años	35 años	44 años	112 años	7 años

$V_{total} (hm^3)$	1	2	3	4	5
PR (años)	Encauzamiento	Afuera	Confluencia	Hoya Hermosa	Castillejos
290 (3ª)	3,80	3,79	3,61	2,44	0,98
PR (estimado)	501 años	504 años	630 años	1126 años	221 años

Tabla 7. Volumen total de la avenida en diferentes puntos de la cuenca, por periodo de retorno y comparativa con las tres puntas del evento del 29 de octubre de 2024

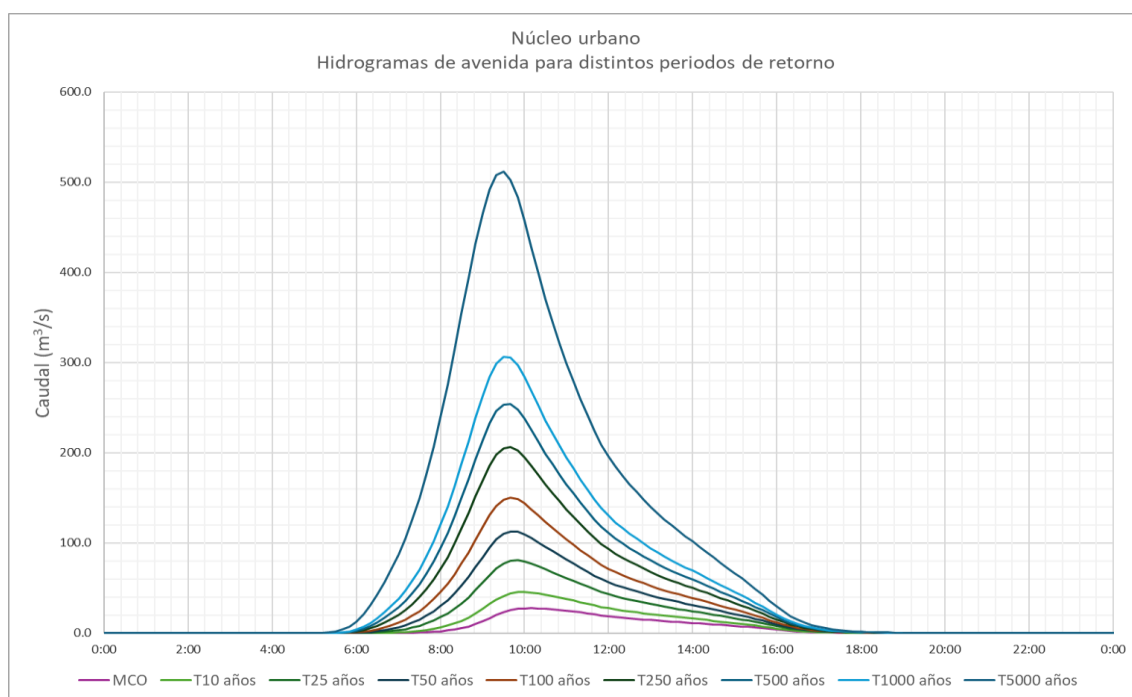


Imagen 7. Caudales punta en la subcuenca del núcleo urbano de Letur, por periodo de retorno

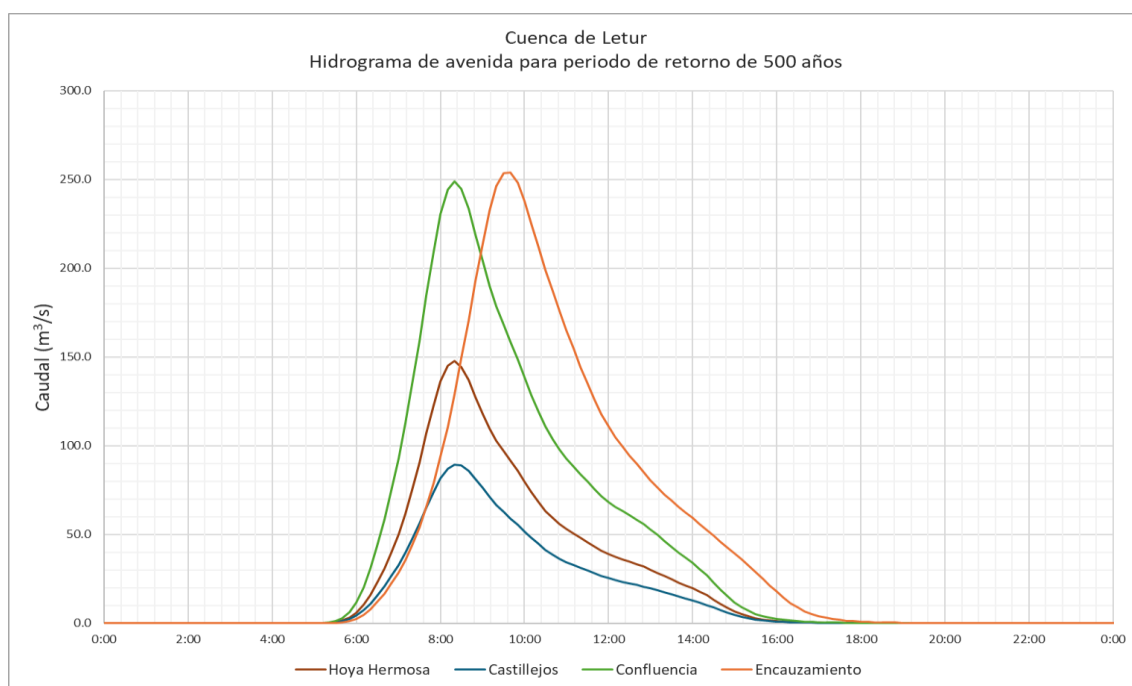


Imagen 8. Caudales punta en distintos puntos de la cuenca del arroyo de Letur para el periodo de retorno de 500 años

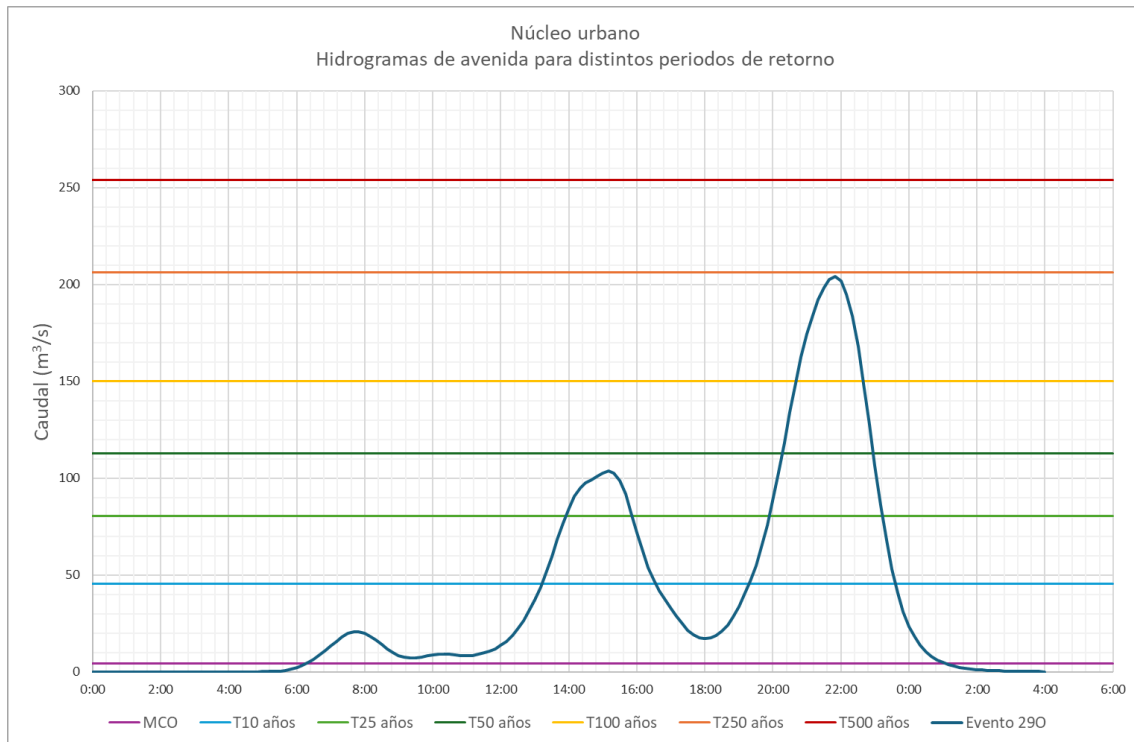


Imagen 9. Comparativa entre el hidrograma del evento del 29 de octubre de 2024 y los periodos de retorno obtenidos en el estudio hidrológico

Anexo 2.

Estudio hidráulico

Índice ANEXO 2

1 Estudio hidráulico	1
1.1 Descripción del modelo hidráulico	1
1.1.1 Modelo hidráulico de simulación empleado	1
1.1.2 Ámbito del modelo actual	1
1.1.3 Modelo digital del terreno	1
1.1.4 Malla de cálculo	2
1.1.5 Coeficiente de pérdidas	3
1.1.6 Obras en el cauce	4
1.1.7 Condiciones iniciales	5
1.1.8 Condiciones de contorno	5
1.1.8.1 Condiciones de salida	5
1.1.8.2 Condiciones de entrada	6
1.2 Resultados de los modelos hidráulicos de las alternativas propuestas	9

1 Estudio hidráulico

Para comprobar lo sucedido durante el evento y poder así identificar aquellos elementos de las diferentes zonas que más afectaron durante la avenida, se ha creado un modelo hidráulico de la situación actual. Este modelo también permite evaluar la eficacia de las actuaciones propuestas.

1.1 Descripción del modelo hidráulico

1.1.1 Modelo hidráulico de simulación empleado

Para la elaboración del modelo hidráulico se ha empleado el programa Iber (versión 3.3.1), de cálculo bidimensional en régimen variable, ya que se considera que es el que mejor se adapta a las condiciones reales de circulación del flujo en Letur.

Este software ha sido desarrollado por el Centro de Estudios Hidrográficos de CEDEX en el marco de un Convenio de Colaboración suscrito entre este organismo y la Dirección General del Agua, en colaboración con otras entidades de la universidad española.

1.1.2 Ámbito del modelo actual

El tramo del arroyo de Letur simulado comienza unos 500 metros aguas arriba del puente de la carretera de la Dehesa (CM-3225) que une San Antón con la Era del Rosal y finaliza a unos 100 metros del Charco de Las Canales y a unos 15 metros de la Plaza de Las Moreras.

En la siguiente imagen podemos observar los límites del modelo hidráulico de la situación actual:

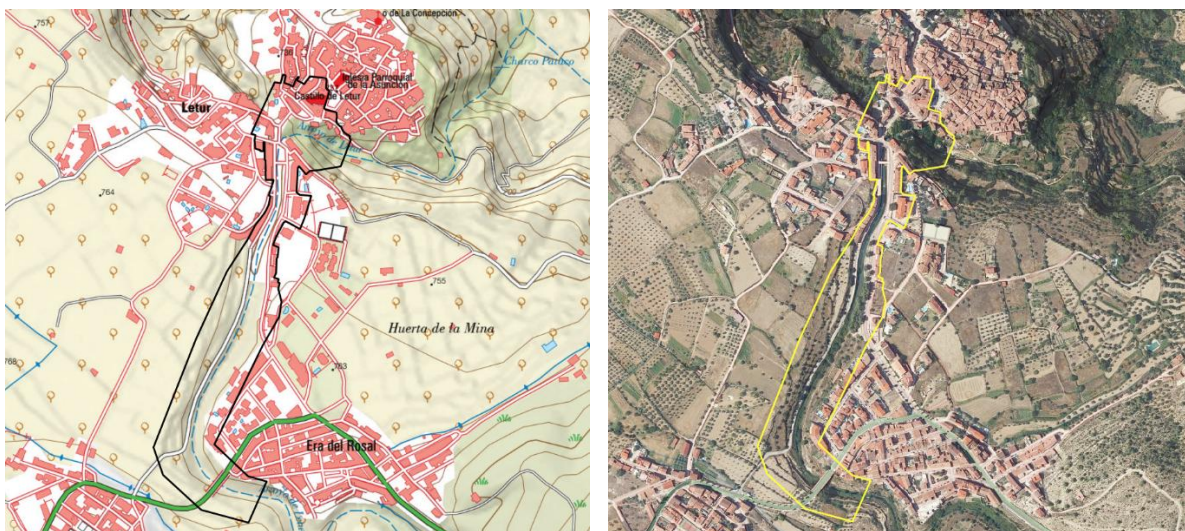


Imagen 10. Ámbito del modelo actual sobre el MTN25 del IGN (izquierda) y sobre ortofoto del PNOA 2021 (derecha)

1.1.3 Modelo digital del terreno

Para la creación del modelo digital del terreno utilizado en el modelo hidráulico actual se ha contado con la información de diversas fuentes. Seguidamente se enumera las fuentes de

datos empleadas por orden de posición o fiabilidad, empezando con datos tomados in situ y terminando con la con la información de base empleada.

- MDT del muro de la margen izquierda del encauzamiento con un paso de malla de 0,2 metros.
- MDT del muro de la margen derecha del encauzamiento con un paso de malla de 0,2 metros.
- MDT con 0,2 metros de resolución de diferentes elementos que no han sido definidos en los modelos digital del terreno base, como pueden ser los edificios, el Charco de Las Canales, los Jardines del Maestro Fernando, muros, muretes y errores en los MDT de base.
- MDT con 0,2 metros de resolución del Jardín de la Fuente de los Músicos y la Cuesta de Los Molinos.
- MDT con 0,2 metros de resolución del comienzo de la Cuesta de Las Moreras.
- MDT con 0,2 metros de resolución del tramo 5 del encauzamiento y de la primera poza y el estrechamiento del Charco de los Canales.
- MDT del casco antiguo de Letur con paso de malla de 0,2 metros obtenido a partir de la 2ª Cobertura del vuelo LiDAR (Light Detection and Ranging) realizado por el IGN dentro del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) de 2016, ya que tras el evento muchos elementos y zonas del casco antiguo fueron destruidas.
- MDT de un vuelo dron del 27 de marzo del 2025 con paso de malla de 0,2 metros.

Toda esta información ha sido tratada para elaborar un único modelo digital del terreno de la situación actual de 0,2 metros de resolución.

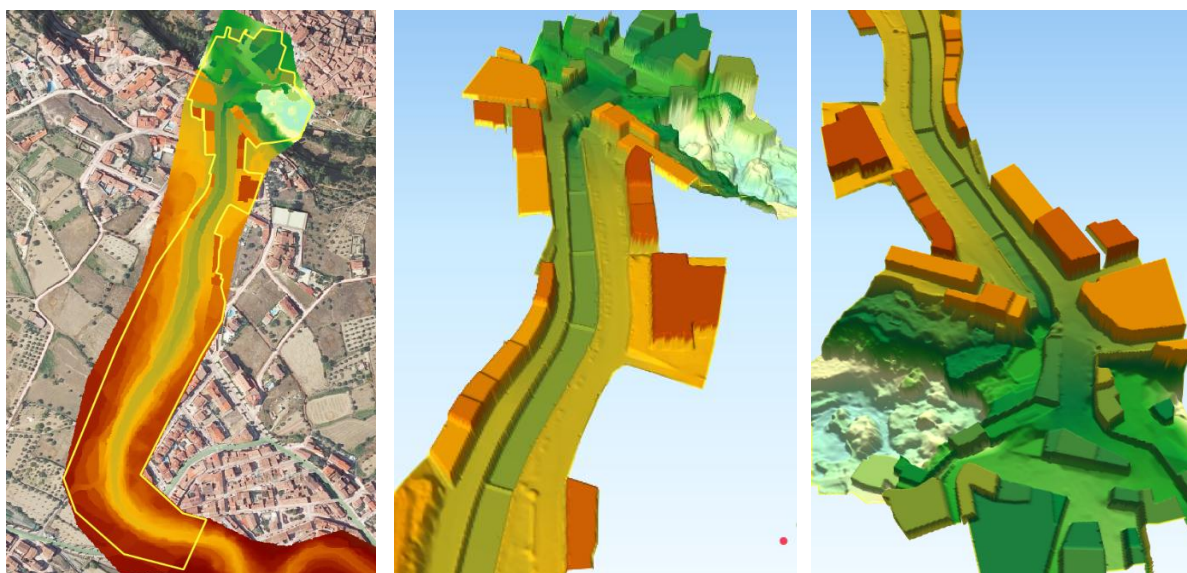


Imagen 11. Modelo digital del terreno en situación actual

1.1.4 Malla de cálculo

Una vez creado el modelo digital del terreno, junto con sus modificaciones del terreno, es necesario adaptarlo a los requerimientos del programa IBER para una correcta interpretación del mismo.

En el programa IBER se puede definir la malla de cálculo por dos vías:

- Optimizando la malla según unos parámetros de tolerancia.
- Mallando con una definición predeterminada por zonas.

Para el estudio que nos ocupa, se ha considerado mejor la segunda opción, se ha creado una malla triangular no estructural con triángulos de 0,2 metros de lado. El número total de elementos en el modelo se sitúa en torno a los 4 millones.

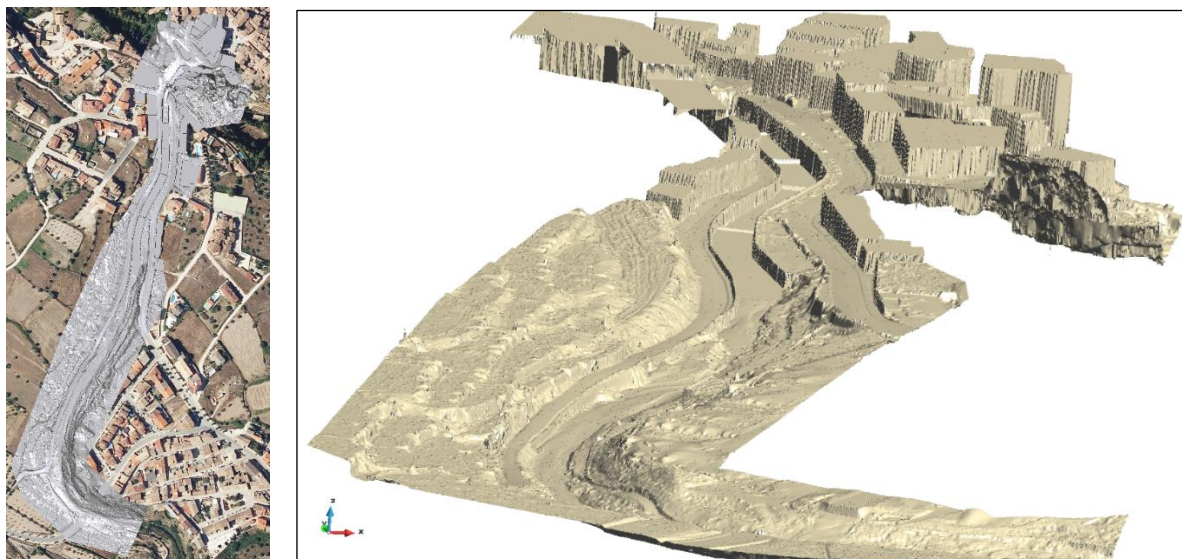


Imagen 12. Visualización del modelo digital del terreno en la malla de cálculo descrita

1.1.5 Coeficiente de pérdidas

En lo referente a los coeficientes de pérdidas hidráulicas a tener en cuenta en el cálculo, se han considerado las debidas al rozamiento, calculadas por la fórmula de Manning. El coeficiente de rugosidad “n” se ha estimado a partir de la cobertura del uso del suelo del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España Alta Resolución (SIOSE AR), cuyo objetivo es integrar la información de las Bases de Datos de coberturas y usos del suelo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado.

Para identificar los diferentes usos del suelo en el ámbito del estudio, y poder asignar a cada uno de ellos los correspondientes valores de coeficiente de rugosidad, se han seguido las indicaciones que figuran en la “Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables”, publicada en el año 2011 por el entonces Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

El programa IBER permite asignar a cada elemento de la malla un valor del coeficiente de Manning. En la siguiente imagen, se muestran las diferentes zonas en las que se ha dividido el tramo en estudio en función de las coberturas definidas en el SIOSE AR y los coeficientes de rugosidad establecidos.

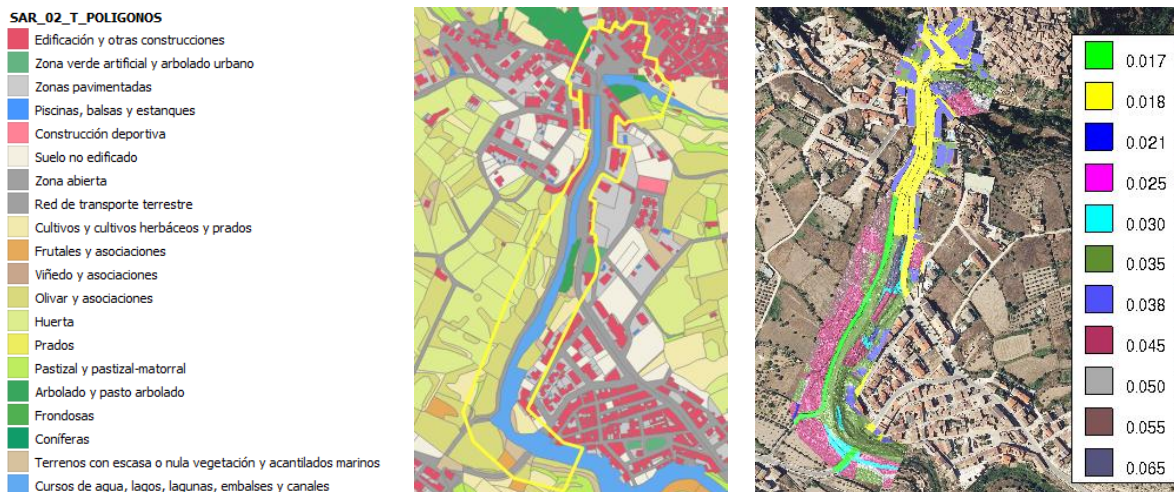


Imagen 13. Coberturas del SIOSE AR (izquierda) y coeficientes de rugosidad adoptados en el ámbito de estudio (derecha)

1.1.6 Obras en el cauce

El modelo hidráulico debe incluir todos aquellos puntos singulares del curso del cauce que puedan alterar la circulación de caudales, tales como: azudes, puentes, etc. Todas estas obras deben caracterizarse geométricamente, identificando y midiendo sus principales dimensiones y cotas en función de su tipología.

- Puentes: cota y ancho de tablero, número, forma y anchura de pilas, luz libre, etc.
- Azudes: cota de coronación, altura sobre el cauce, dimensiones y tipología de vertedero, etc.

En el modelo hidráulico únicamente ha sido incorporado el puente de la cruz blanca, ya que tanto el puente de la carretera CM-3225 como la pasarela del consultorio médico solo afectarían sus pilas en la avenida y estas son despreciables para el estudio de avenidas que nos ocupa.

El tablero del puente de la cruz blanca se ha asimilado en el modelo como si fuera una cubierta con la cota inferior del tablero constante de 744,0 m s.n.m.

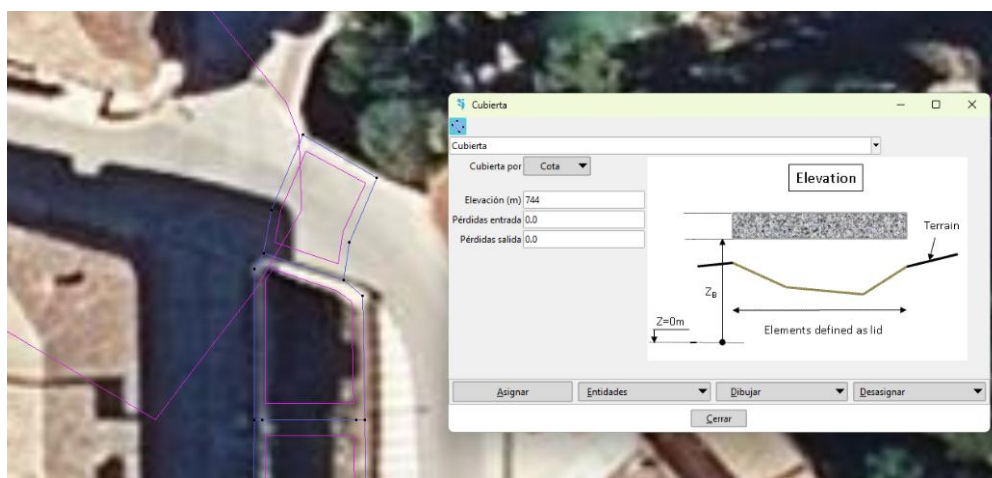


Imagen 14. Secciones de salida en el modelo hidráulico actual

Los distintos azudes del encauzamiento se representan en el MDT por lo que no ha sido necesario definirlos en el modelo hidráulico gracias a la resolución de la malla (triángulos de 0,2 m de lado).

1.1.7 Condiciones iniciales

Para poder realizar los cálculos hidráulicos, el programa requiere la especificación de la situación inicial del modelo, por lo que hay que introducir un valor de partida para cada una de las celdas de cómputo. Las opciones que permite el modelo IBER son dos:

- Calado.
- Cota de agua.

En estudios en los que es importante definir el estado inicial del cauce como, por ejemplo, los relativos a pequeñas avenidas, que incluyen modelos con embalses, desembocaduras en el mar, etc., es necesario introducir correctamente unas condiciones iniciales convenientemente calibradas. Sin embargo, con avenidas considerablemente superiores al caudal medio del cauce, como es el caso que nos ocupa, la importancia en el modelo de asignar las condiciones iniciales es despreciable por lo que se ha supuesto un calado nulo al comienzo de la simulación, al considerar que la situación inicial del cauce, en este caso seco, es irrelevante para los cálculos que se desarrollan.

1.1.8 Condiciones de contorno

Una vez determinada la situación inicial del cálculo, el siguiente paso es definir las condiciones de frontera del modelo. Por defecto, cualquier punto en la frontera del modelo en el que no se introduzca una condición de contorno se considerará una barrera de altura infinita infranqueable. Por ello es necesario establecer la entrada y salida del modelo, a través de condiciones de contorno en los límites de este.

1.1.8.1 Condiciones de salida

Aguas abajo la condición de contorno viene determinada por la cota del agua en la última sección, que puede definirse sin dificultad cuando se da alguna de las circunstancias siguientes:

- Cota de agua conocida e impuesta, por ejemplo, por la existencia de un embalse.
- Disponibilidad de datos fiables de niveles y caudales en la zona de estudio.
- Régimen crítico en algún punto.

En el presente caso, no se produce ninguna de estas situaciones, por lo que se ha ampliado el tramo a estudiar en una longitud suficiente. A esta longitud se la denomina en la Guía Metodológica “longitud de acomodación”. Por este motivo, el modelo se ha prolongado hacia aguas abajo.

La condición de contorno de salida impuesta ha sido un vertedero con un coeficiente de desagüe de $C=1,3$ en las secciones de salida, condición que no provoca alteraciones en la velocidad ni en los calados en la zona de estudio.

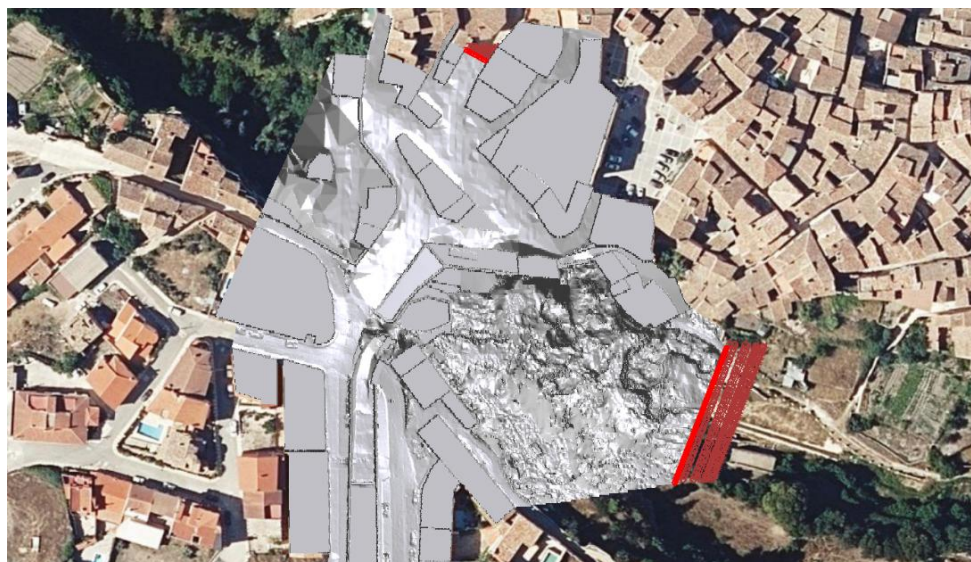


Imagen 15. Secciones de salida en el modelo hidráulico actual

1.1.8.2 Condiciones de entrada

Las condiciones de entrada se circunscriben a la entrada de caudal en el modelo. Esta puede ser introducida en el contorno del modelo por medio de una evolución de caudales (m^3/s), nivel de cota de agua (m.s.n.m.) o de caudales específicos (m^2/s).

Según las condiciones de entrada se ha distinguido dos tipos modelos hidráulicos:

- Modelos con hidrograma para conocer cómo actuó el encauzamiento durante el evento.
- Modelos con caudal constante para conocer la capacidad del encauzamiento.

En el primer tipo de modelos se ha calculado modelizando la totalidad de la avenida ocurrida el 29 de octubre de 2024, para poder estudiar el evento ocurrido y posteriormente compararlo con las distintas actuaciones propuestas. Estos modelos se han llamado con el sufijo “HIDRO”, por ejemplo, en la situación actual sería “LETUR_ACTUAL_HIDRO”. El tiempo total de la simulación de estos modelos se ha establecido en 79.200 segundos y el paso en 300 segundos.

En el segundo tipo de modelos se ha establecido como condición de entrada un caudal punta mantenido en el tiempo hasta que el sistema esté en equilibrio ($Q_{\text{entrada}} = Q_{\text{salida}}$). Estos modelos se han llamado con el sufijo “Q”, y después con el valor de caudal (m^3/s) que modelizan, por ejemplo “LETUR_ACTUAL_Q140”. El tiempo total de la simulación de estos modelos se ha establecido en 900 segundos (15 minutos) y el paso en 10 segundos.

Con el objetivo de validar distintas hipótesis de diseño y analizar el comportamiento hidráulico bajo diversos escenarios, se han configurado un total de **58 modelos numéricos**. Estos modelos han constituido una herramienta esencial para la evaluación comparativa de alternativas y la obtención de resultados complementarios, facilitando así el proceso de toma de decisiones en el marco del presente estudio. El siguiente cuadro resume la distribución de los modelos en función de su finalidad específica.

Modelo	Descripción del modelo	Nº modelos
Situación Actual	Modelos con el MDT en situación previa al evento del 29 de octubre de 2024	9

Modelo		Descripción del modelo	Nº modelos
Actuación	Orografía	Modelos modificando la zona del estrechamiento y de la primera poza	4
	Encauzamiento	Modelos de los tres encauzamientos modificando la rasante, pero sin recrecer los muros	27
	Presa	Modelo con la presa propuesta (alternativa 7)	1
	Túnel	Modelos de los túneles propuestos	4
	Recrecimiento de muros	Modelos de los tres encauzamientos modificando además los muros	3
	Aliviadero lateral	Modelos de los tres encauzamientos con los muros recrecidos modificando además un aliviadero lateral y conducción al barranco de la Tenería	3
	Interceptor	Modelos de los tres encauzamientos con los muros recrecidos modificando además un interceptor en la Cuesta de Las Moreras	6
	Fuentes de Letur	Modelos en el paraje de las Fuentes de Letur	2

Tabla 8. Modelos hidráulicos bidimensionales configurados en el estudio

Modelos con caudal constante

Para comparar los resultados de las distintas actuaciones propuestas se han creado modelos hidráulicos con caudal constante, en aquellas actuaciones que lo permitan.

Mediante el análisis de los resultados de estos modelos hidráulicos se ha podido establecer cuáles son las actuaciones con mejores resultados.

Los caudales constantes de entrada en los diferentes modelos han sido los siguientes:

- $Q = 140 \text{ m}^3/\text{s}$, ya que este caudal condiciona el diseño del encauzamiento, corresponde con la capacidad máxima del estrechamiento del Charco de Las Canales sin verter a la Cuesta de Las Moreras y es cercano al caudal punta de la avenida con periodo de retorno de 100 años ($Q_p = 150 \text{ m}^3/\text{s}$). *NOTA: Según modelización hidráulica del CEDEX el estrechamiento del Charco de Las Canales tiene capacidad suficiente para la avenida correspondiente al periodo de retorno de 500 años.*
- $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$, ya que este caudal es similar al caudal punta del evento ocurrido el 29 de octubre de 2024 ($204 \text{ m}^3/\text{s}$) y es próximo al caudal punta de la avenida con periodo de retorno de 250 años ($Q_p = 206,3 \text{ m}^3/\text{s}$).
- $Q = 254 \text{ m}^3/\text{s}$, ya que este caudal es el correspondiente al caudal punta de la avenida de periodo de retorno de 500 años ($Q_p = 253,9 \text{ m}^3/\text{s}$) el cual, es el caudal de diseño de las actuaciones para proteger el casco urbano de Letur.

Modelos con la avenida de diseño (T500)

Como se ha impuesto el criterio que el conjunto de las actuaciones propuestas debe proteger al núcleo urbano de Letur para un periodo de retorno de 500 años, se ha creado modelos

hidráulicos de la combinación de las mejores alternativas compuestas con el hidrograma de la avenida de 500 años de periodo de retorno.

Se contemplan actuaciones enfocadas a la laminación o derivación de caudales. Para el análisis de las alternativas que contemplan estas actuaciones, como la construcción de una presa en el paraje de fuente de la Solana, el hidrograma de la avenida de 500 años de periodo de retorno considerado se corresponde con el hidrograma laminado por la presa.

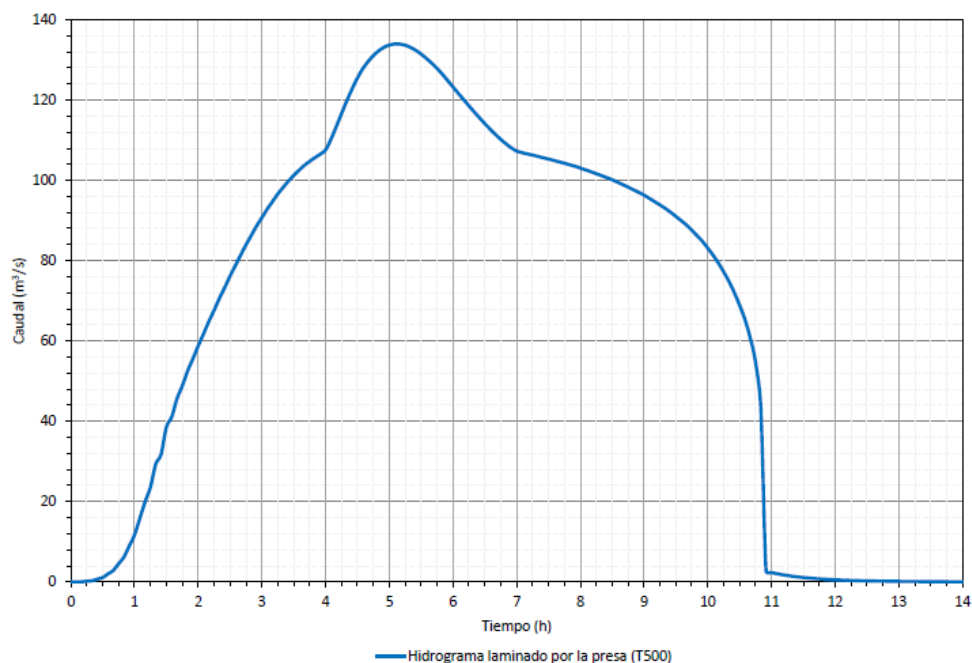


Imagen 16. Hidrograma T500 en los modelos de las alternativas 1, 2 y 3. Hidrograma laminado por la presa de laminación.

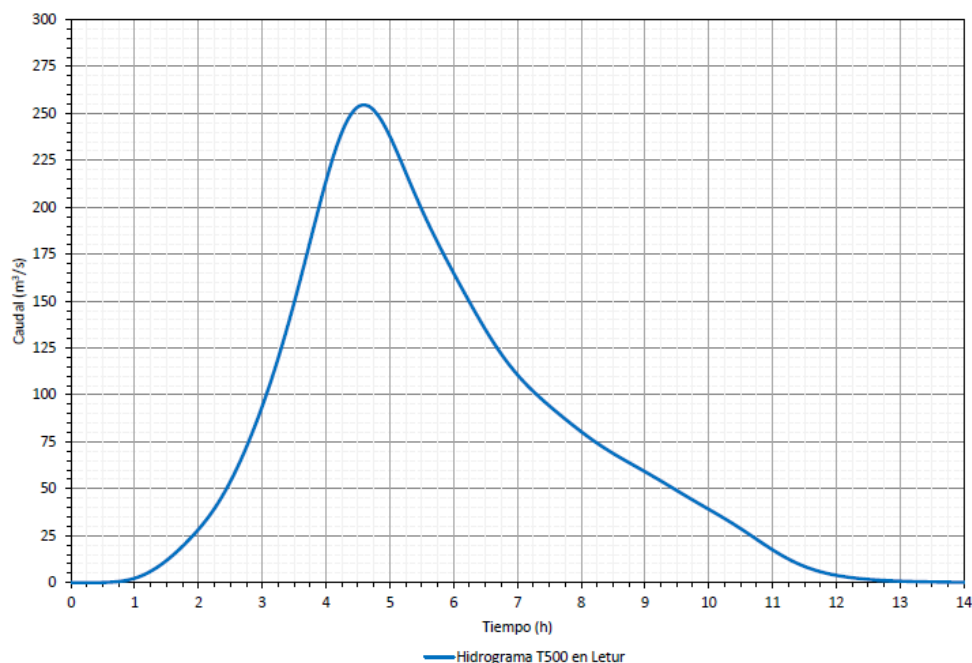


Imagen 17. Hidrograma T500 en los modelos de las alternativas 4, 5 y 6

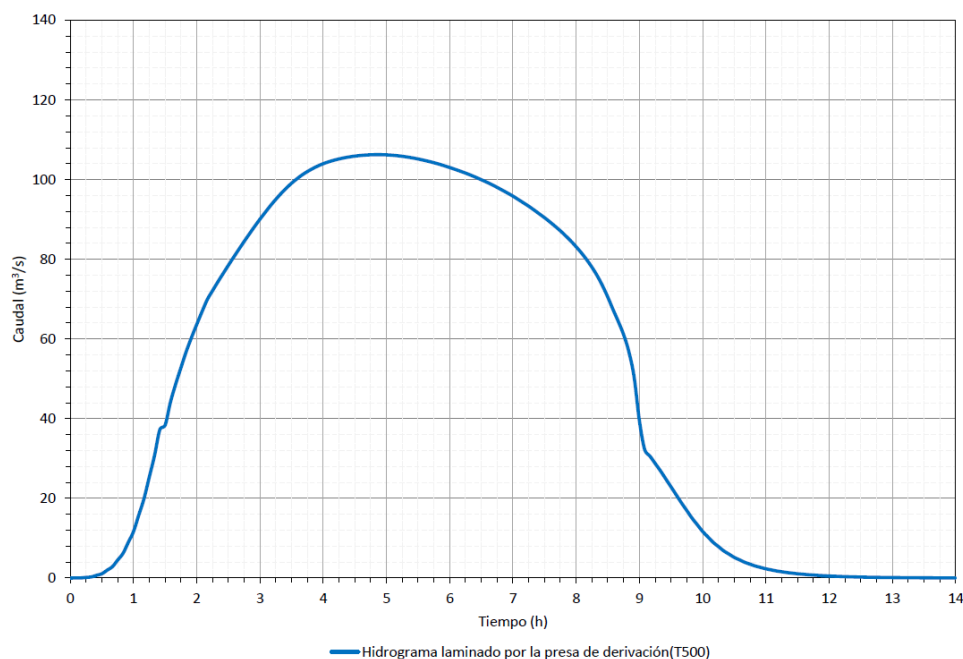


Imagen 18. Hidrograma T500 en los modelos de las alternativas 7, 8 y 9. Hidrograma laminado por la presa de laminación.

1.2 Resultados de los modelos hidráulicos de las alternativas propuestas

A continuación, se muestra los resultados de los modelos hidráulicos de las 9 alternativas conjuntas que se han seleccionado además del modelo de la situación actual para su correspondiente hidrograma de 500 años de periodo de retorno, con el objetivo de comparar las distintas soluciones planteadas entre sí y con la situación actual.

ALTERNATIVA 1: PRESA Y ENCAUZAMIENTO A

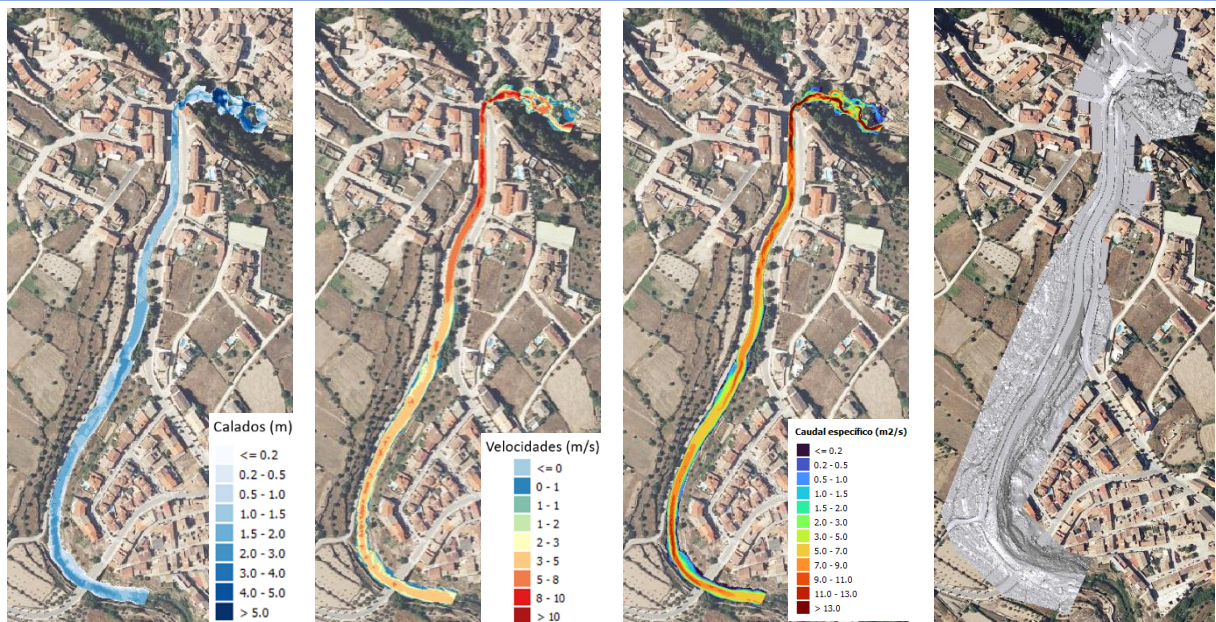


Imagen 19. Calados, velocidades, caudales específicos máximos en la alternativa 1 y MDT en el modelo

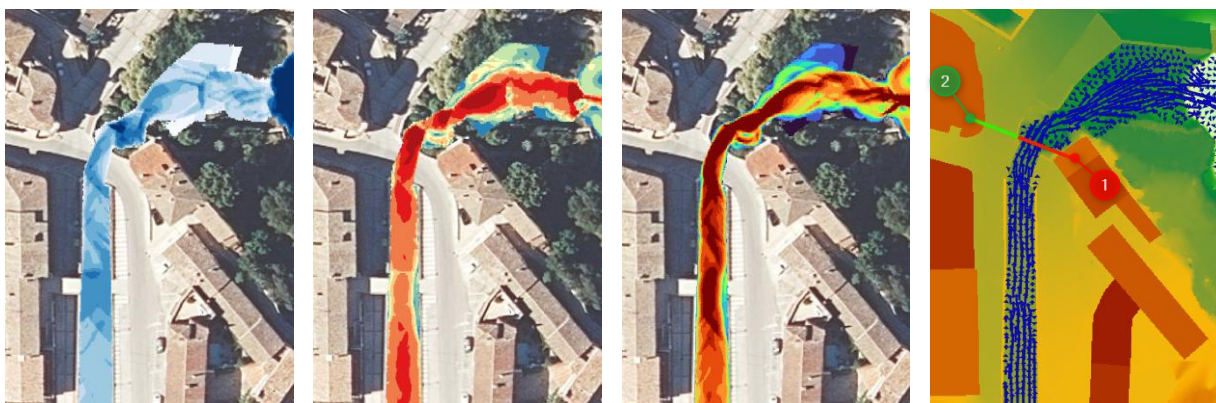


Imagen 20. Calados, velocidades, caudales específicos máximos en la alternativa 1 y campo de velocidades

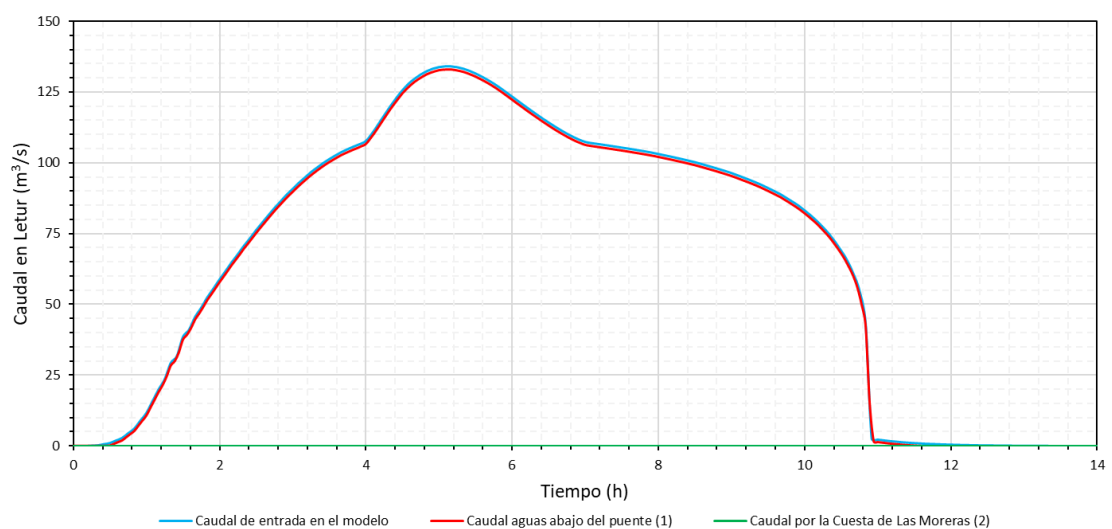


Imagen 21. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la alternativa 1 (T500)



Imagen 22. Rango de velocidades en la alternativa 1

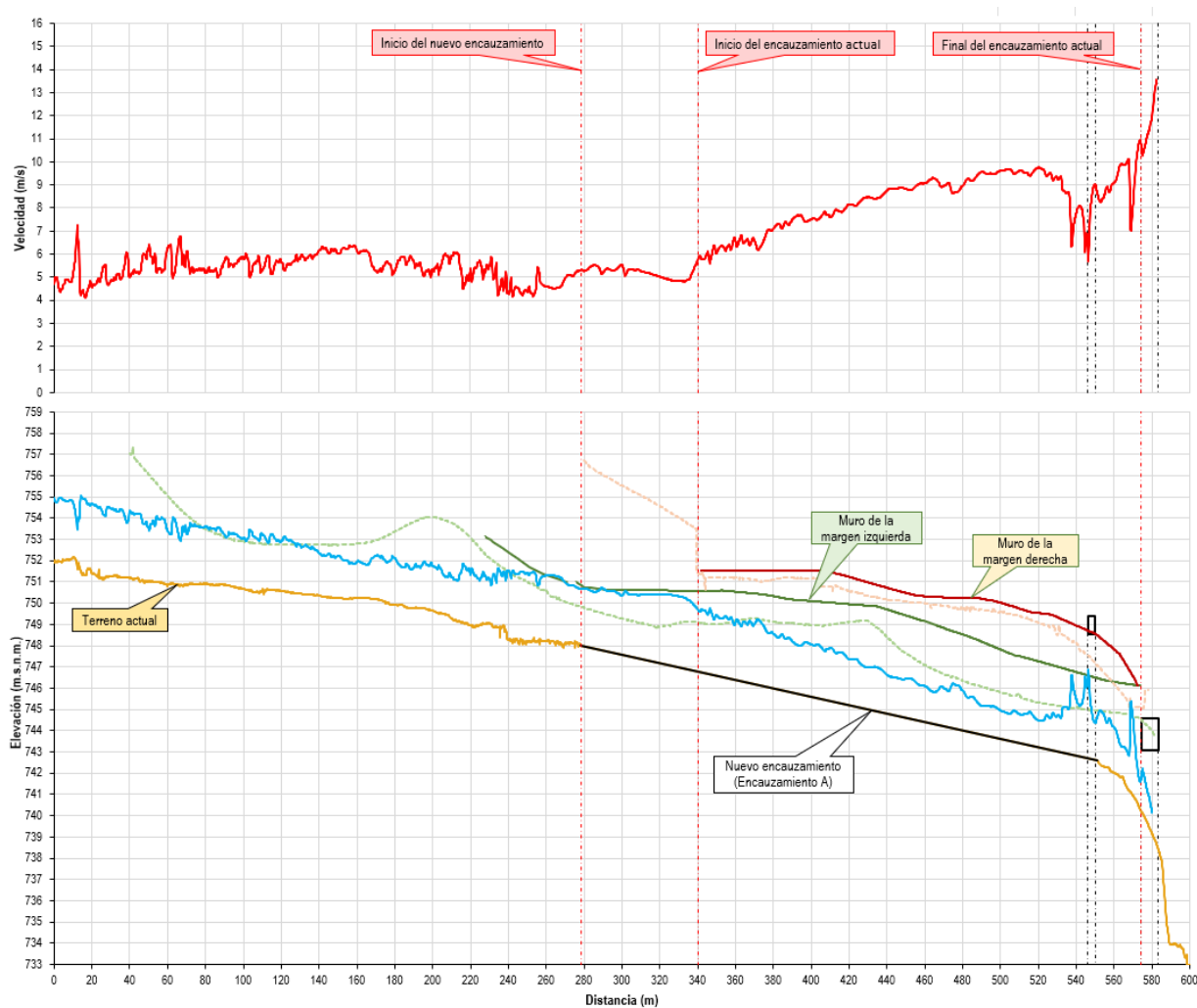


Imagen 23. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 1 (T500)

ALTERNATIVA 2: PRESA Y ENCAUZAMIENTO B

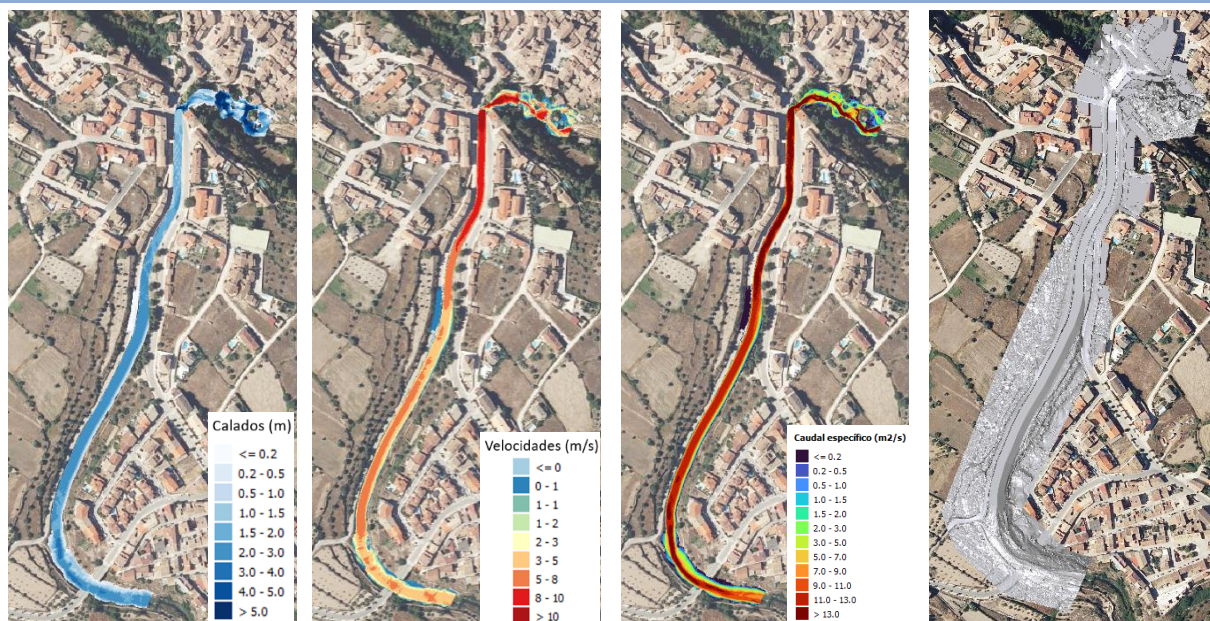


Imagen 24. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 2 y mdt en el modelo

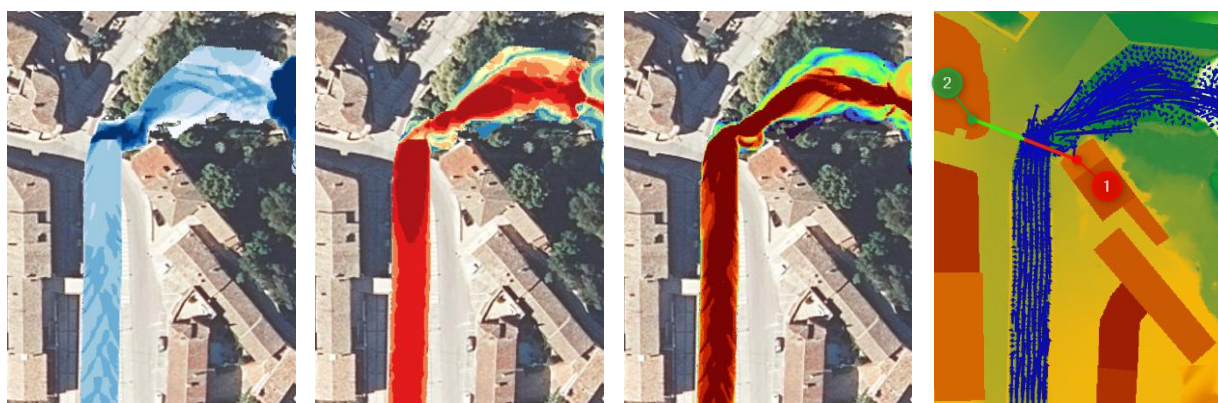


Imagen 25. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 2 y campo de velocidades

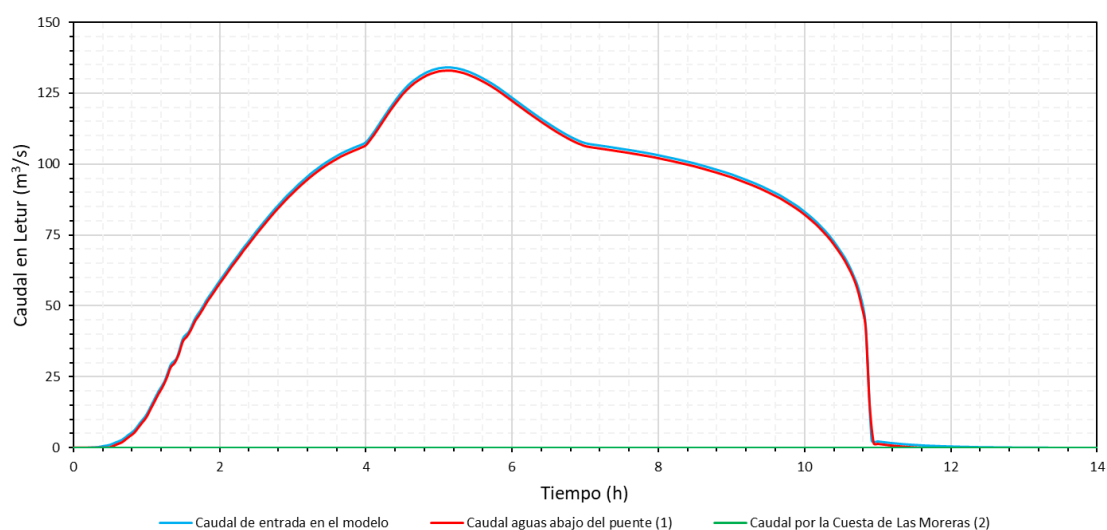


Imagen 26. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la alternativa 2 (T500)



Imagen 27. Rango de velocidades en la alternativa 2

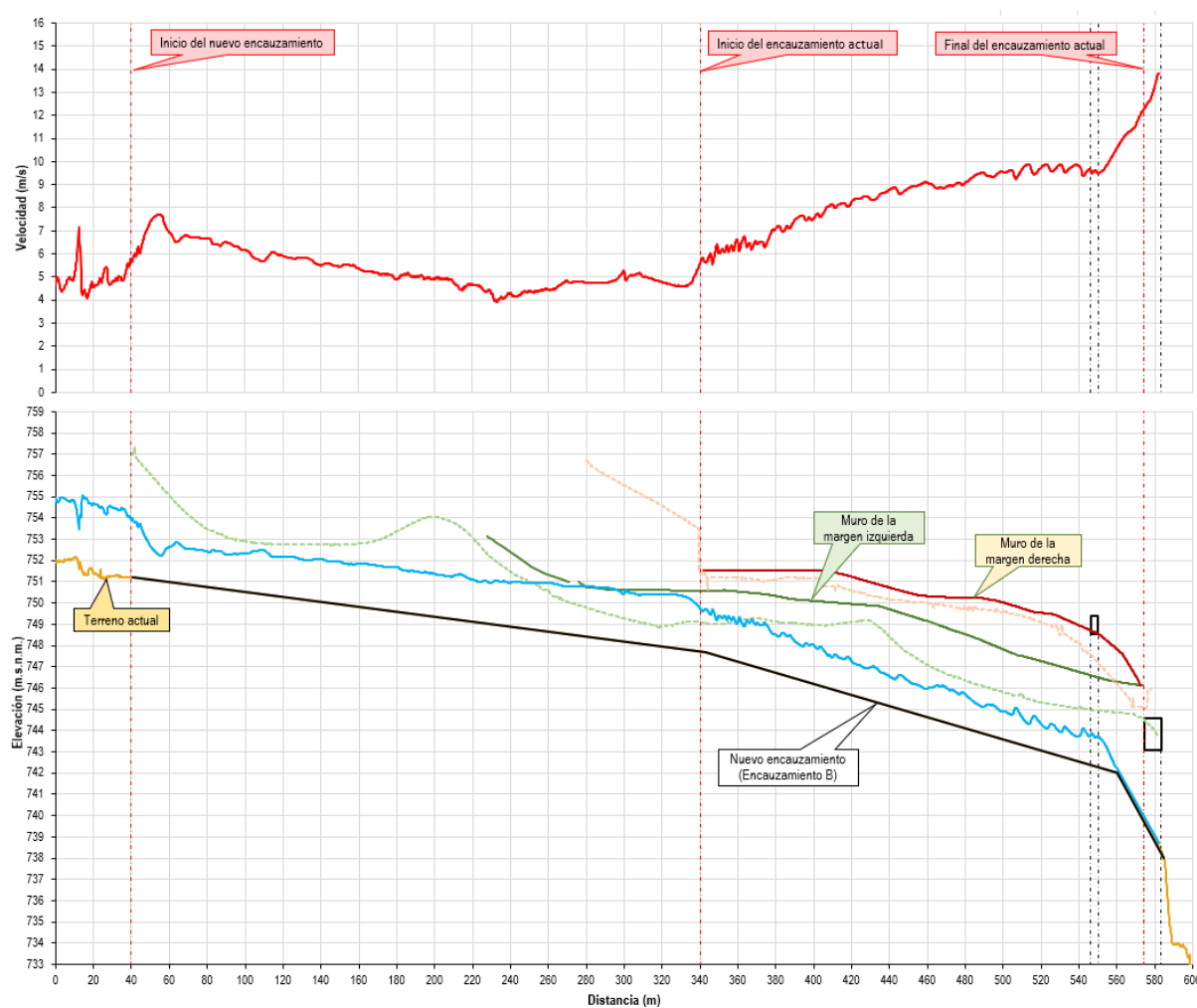


Imagen 28. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 2 (T500)

ALTERNATIVA 3: PRESA Y ENCAUZAMIENTO C

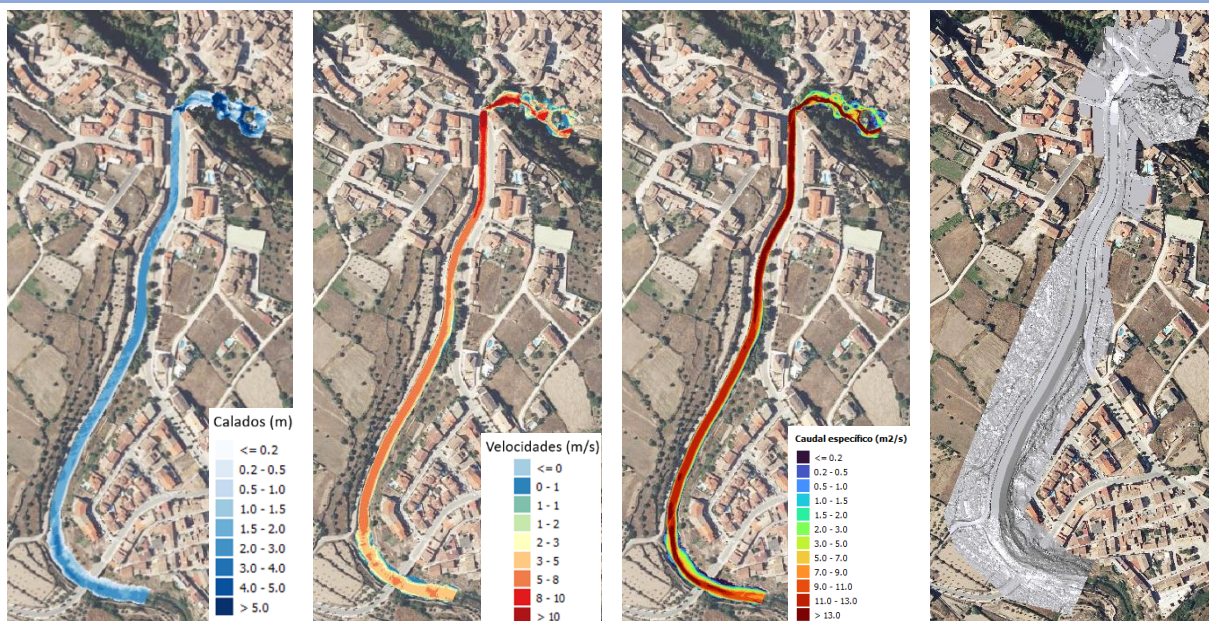


Imagen 29. Calados, velocidades, caudales específicos máximos en la alternativa 3 y mdt en el modelo

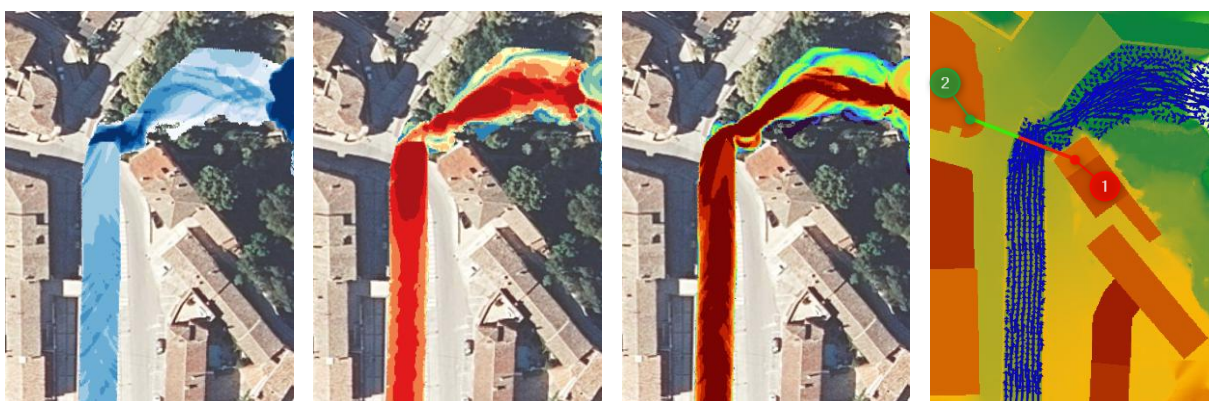


Imagen 30. Calados, velocidades, caudales específicos máximos en la alternativa 3 y campo de velocidades

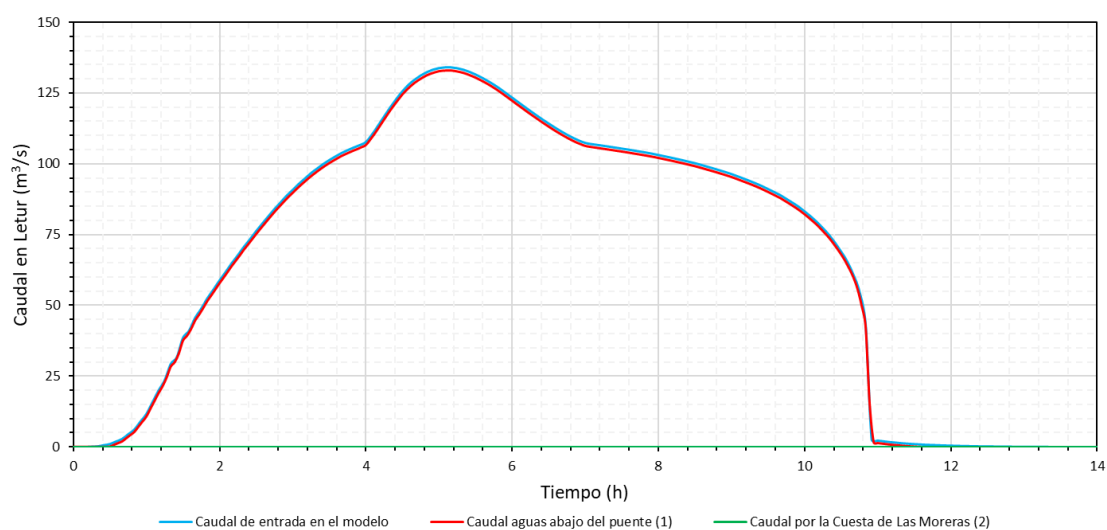


Imagen 31. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la alternativa 3 (T500)

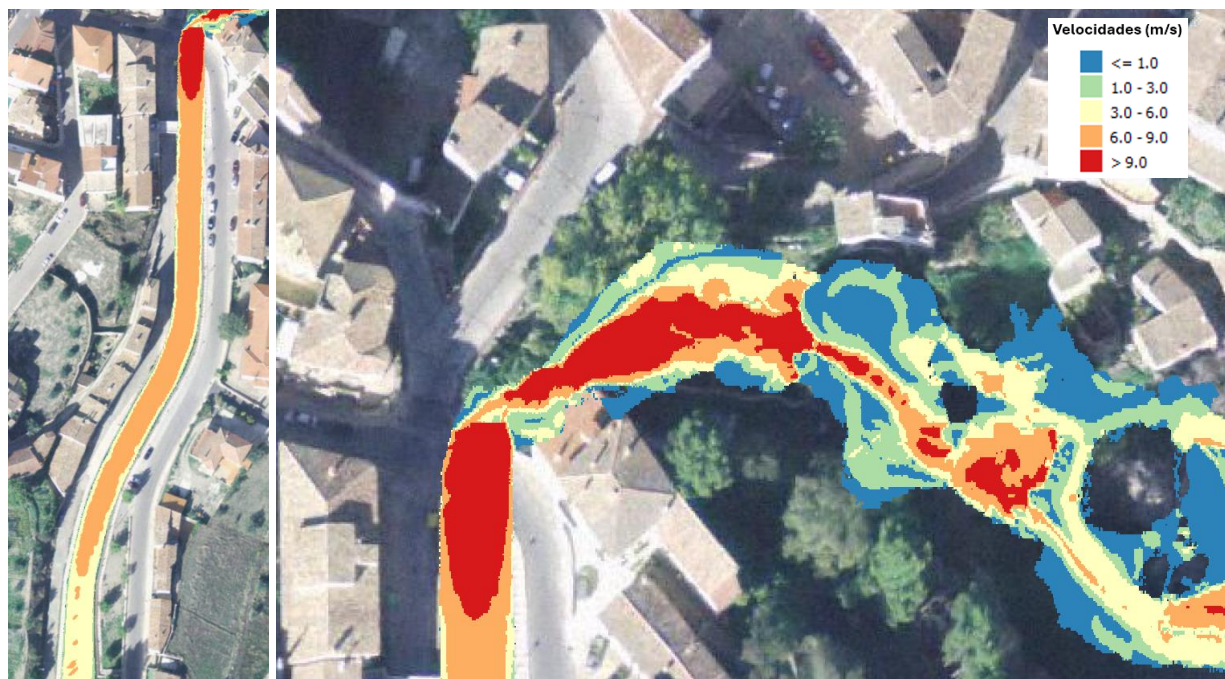


Imagen 32. Rango de velocidades en la alternativa 3

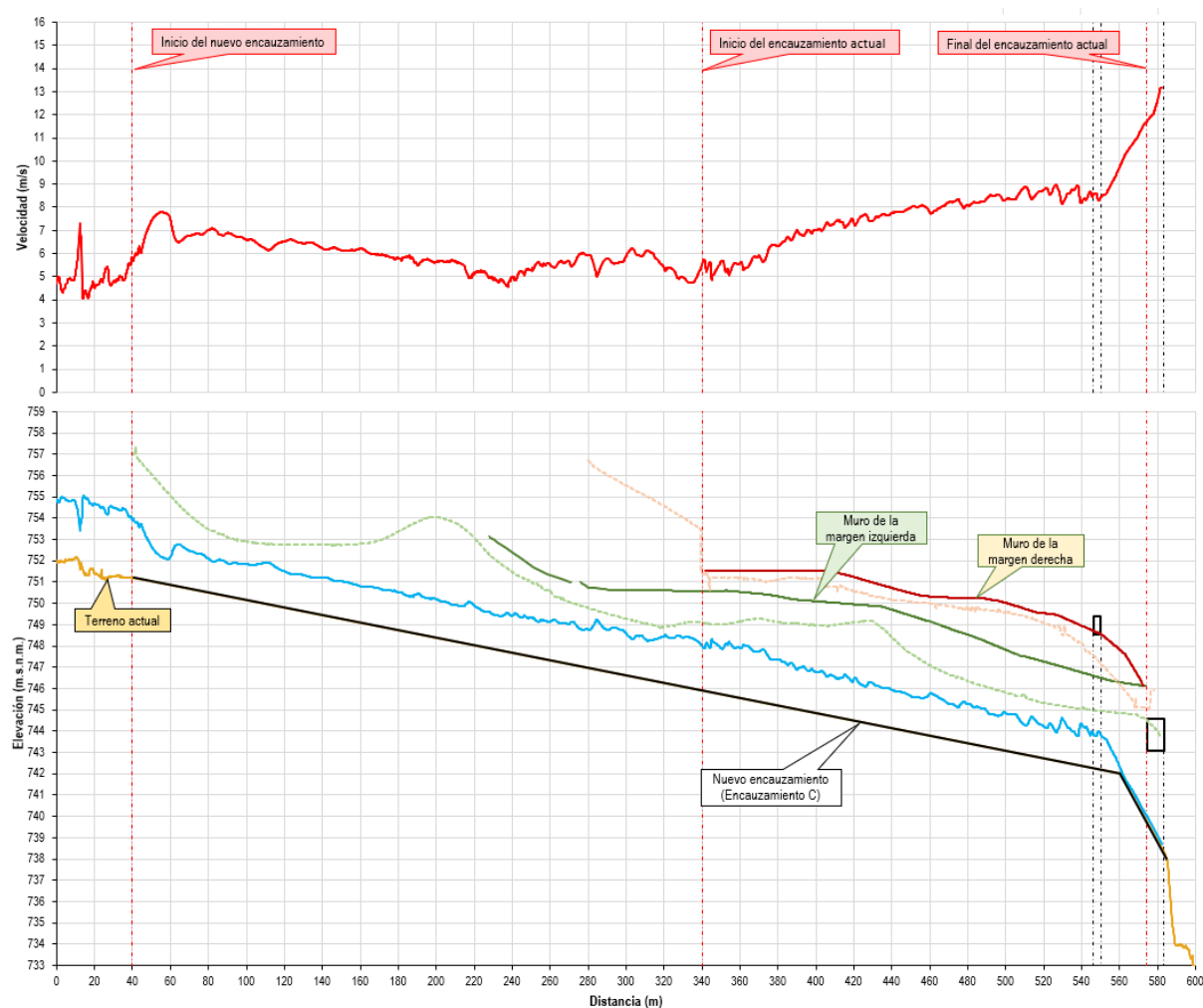


Imagen 33. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 3 (T500)

ALTERNATIVA 4: ENCAUZAMIENTO A, RECRECIMIENTO DE MUROS E INTERCEPTOR

NOTA: Según modelización hidráulica del CEDEX el estrechamiento del Charco de Las Canales tiene capacidad suficiente para la avenida correspondiente al periodo de retorno de 500 años, por lo que el interceptor no sería necesario pues no se producirían desbordamientos hacia la Cuesta de las Moreras.

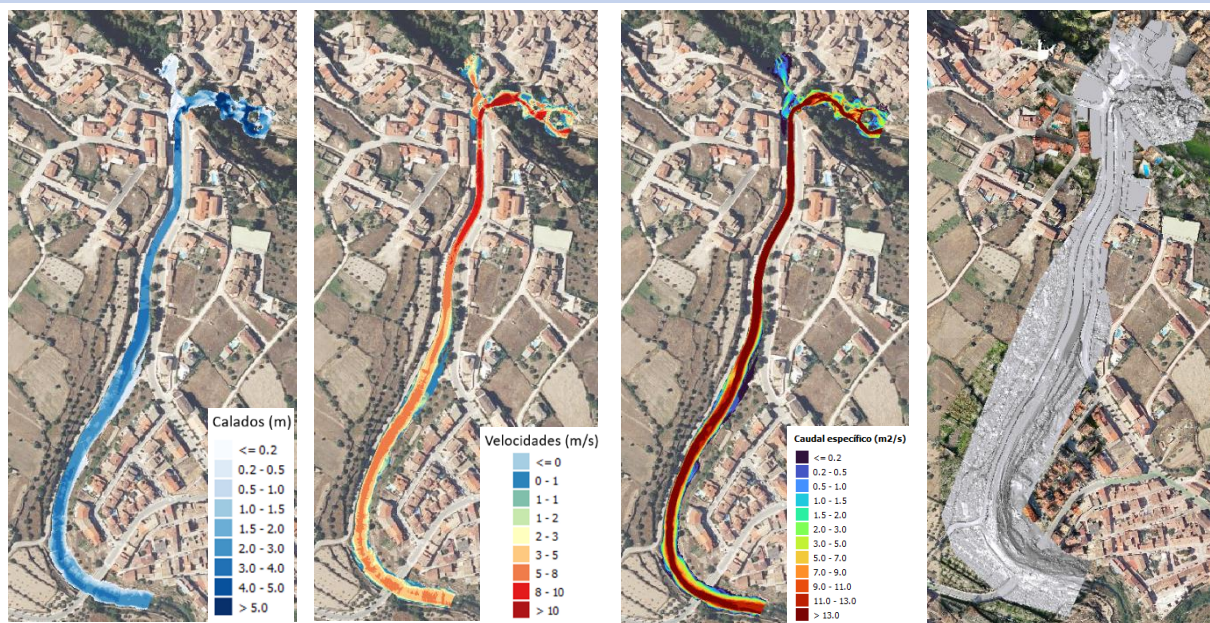


Imagen 34. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 4 y mdt en el modelo

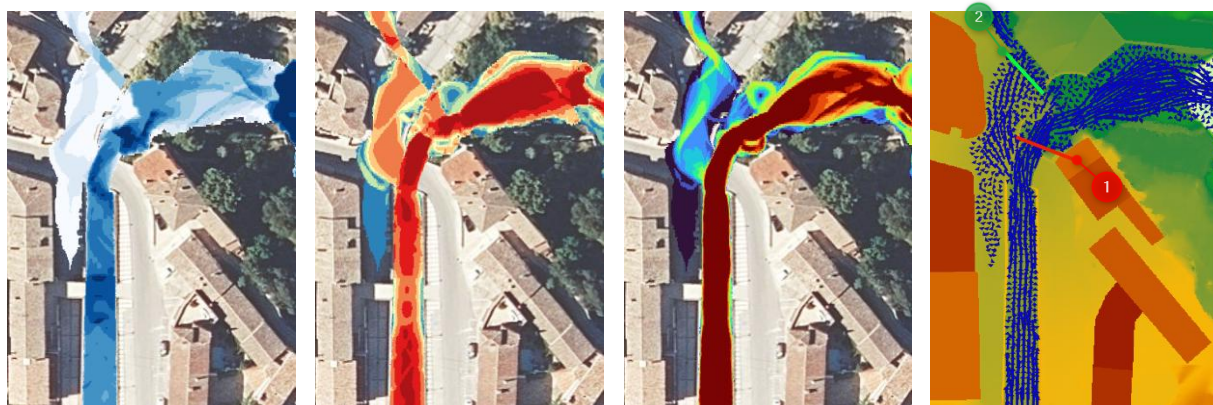


Imagen 35. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 4 y campo de velocidades

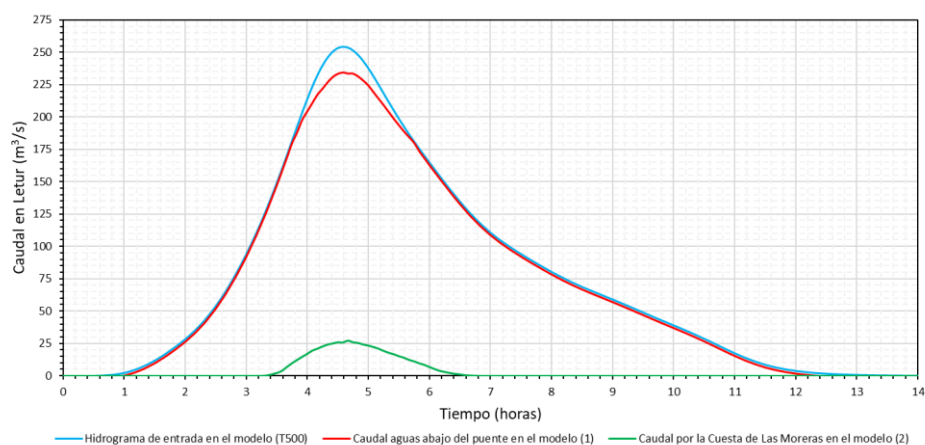


Imagen 36. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las en la alternativa 4 (T500)

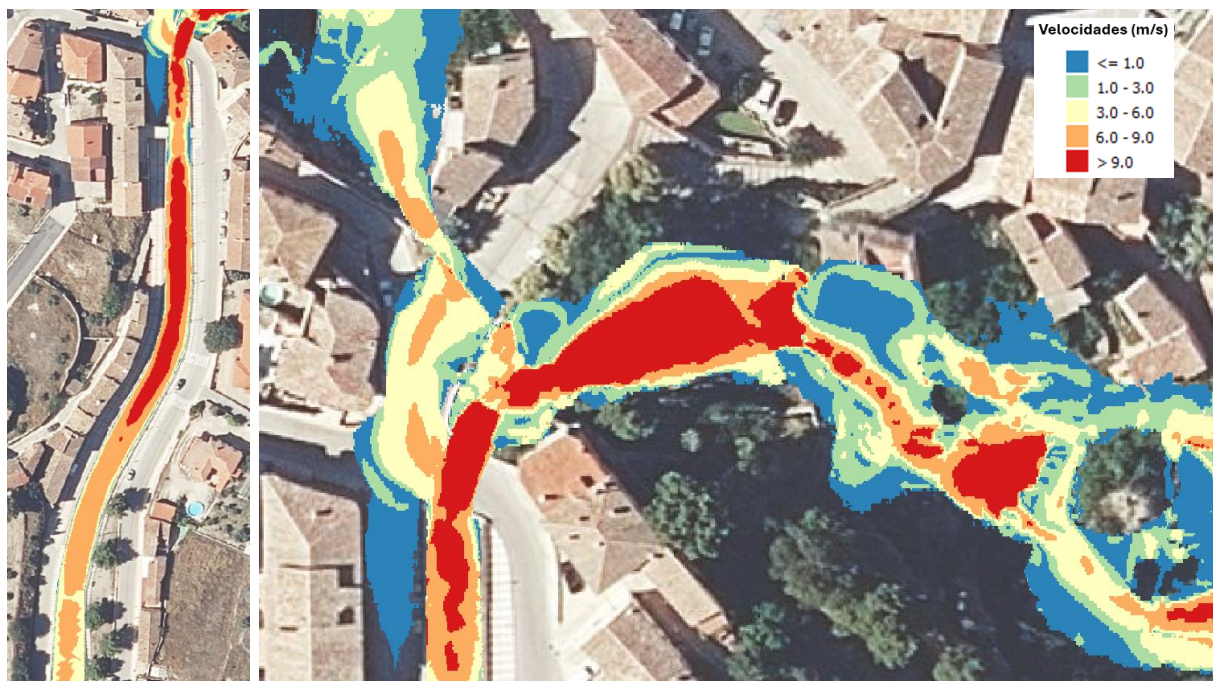


Imagen 37. Rango de velocidades en la alternativa 4

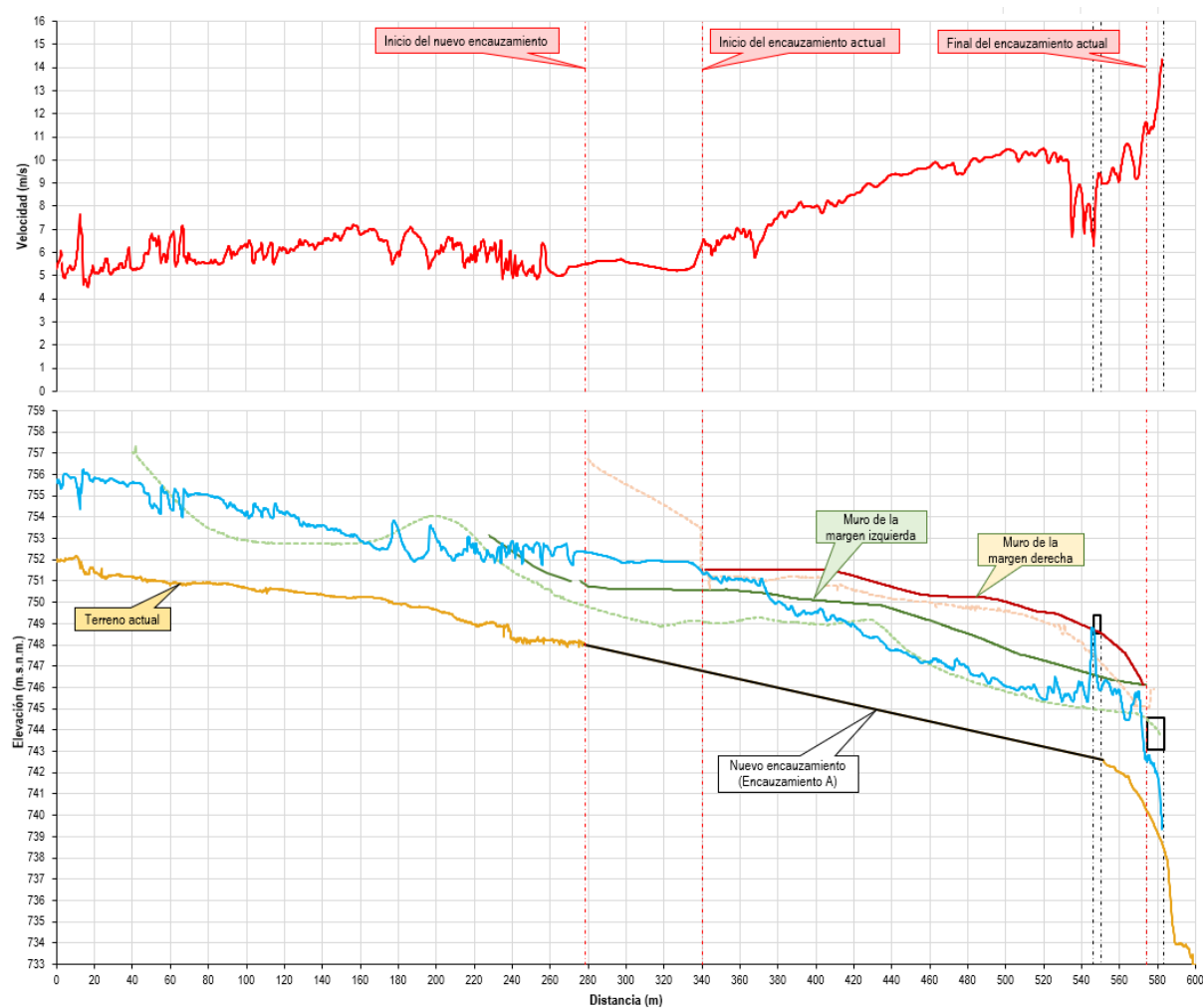


Imagen 38. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 4 (T500)

ALTERNATIVA 5: ENCAUZAMIENTO B, RECRECIMIENTO DE MUROS E INTERCEPTOR

NOTA: Según modelización hidráulica del CEDEX el estrechamiento del Charco de Las Canales tiene capacidad suficiente para la avenida correspondiente al periodo de retorno de 500 años, por lo que el interceptor no sería necesario pues no se producirían desbordamientos hacia la Cuesta de las Moreras.

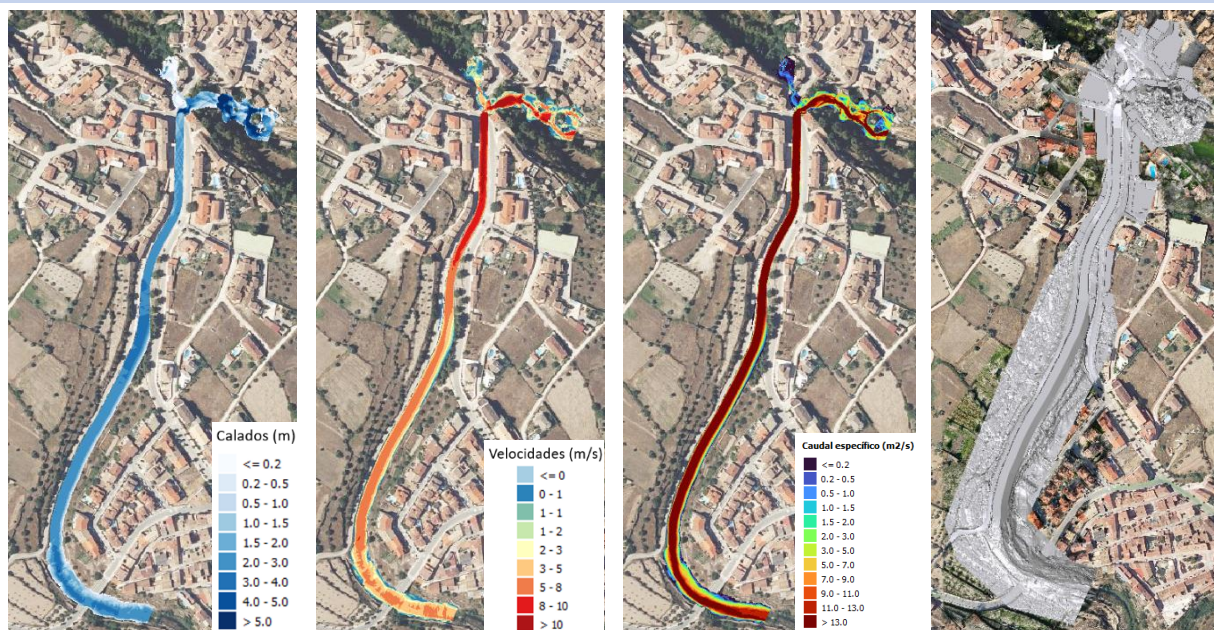


Imagen 39. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 5 y mdt en el modelo

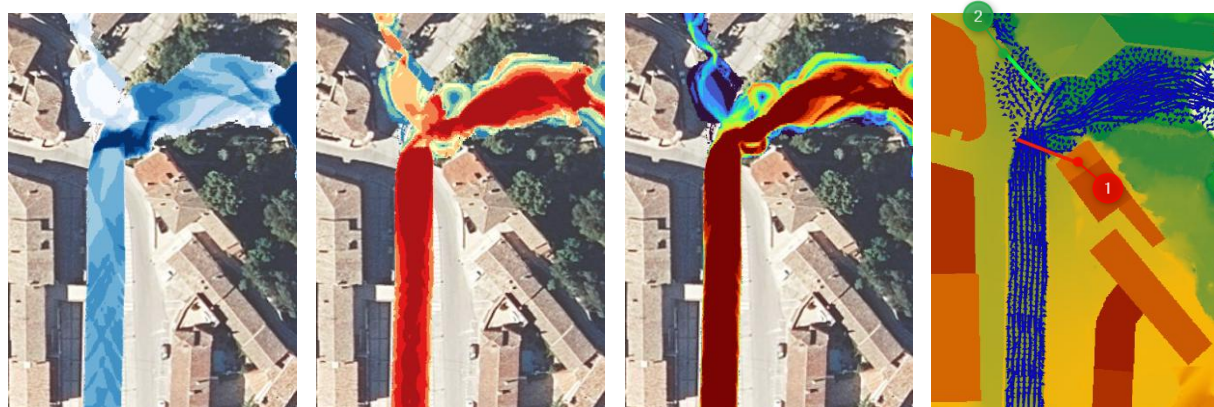


Imagen 40. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 5 y campo de velocidades

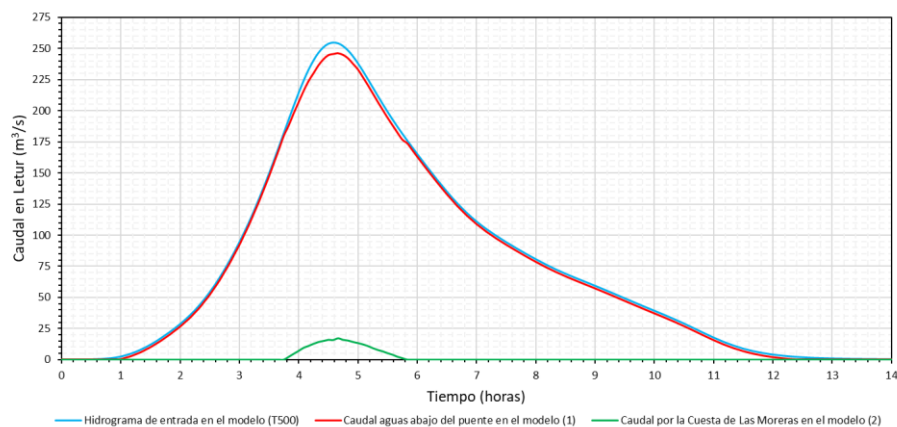


Imagen 41. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la alternativa 5 (T500)

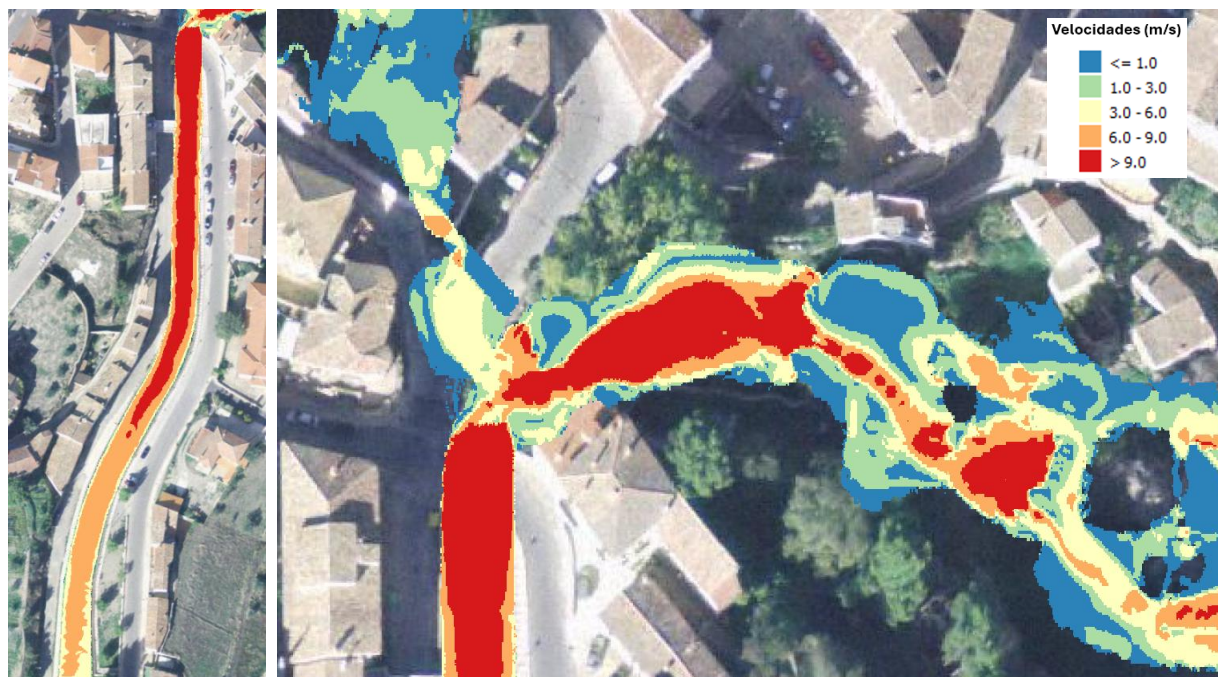


Imagen 42. Rango de velocidades en la alternativa 5

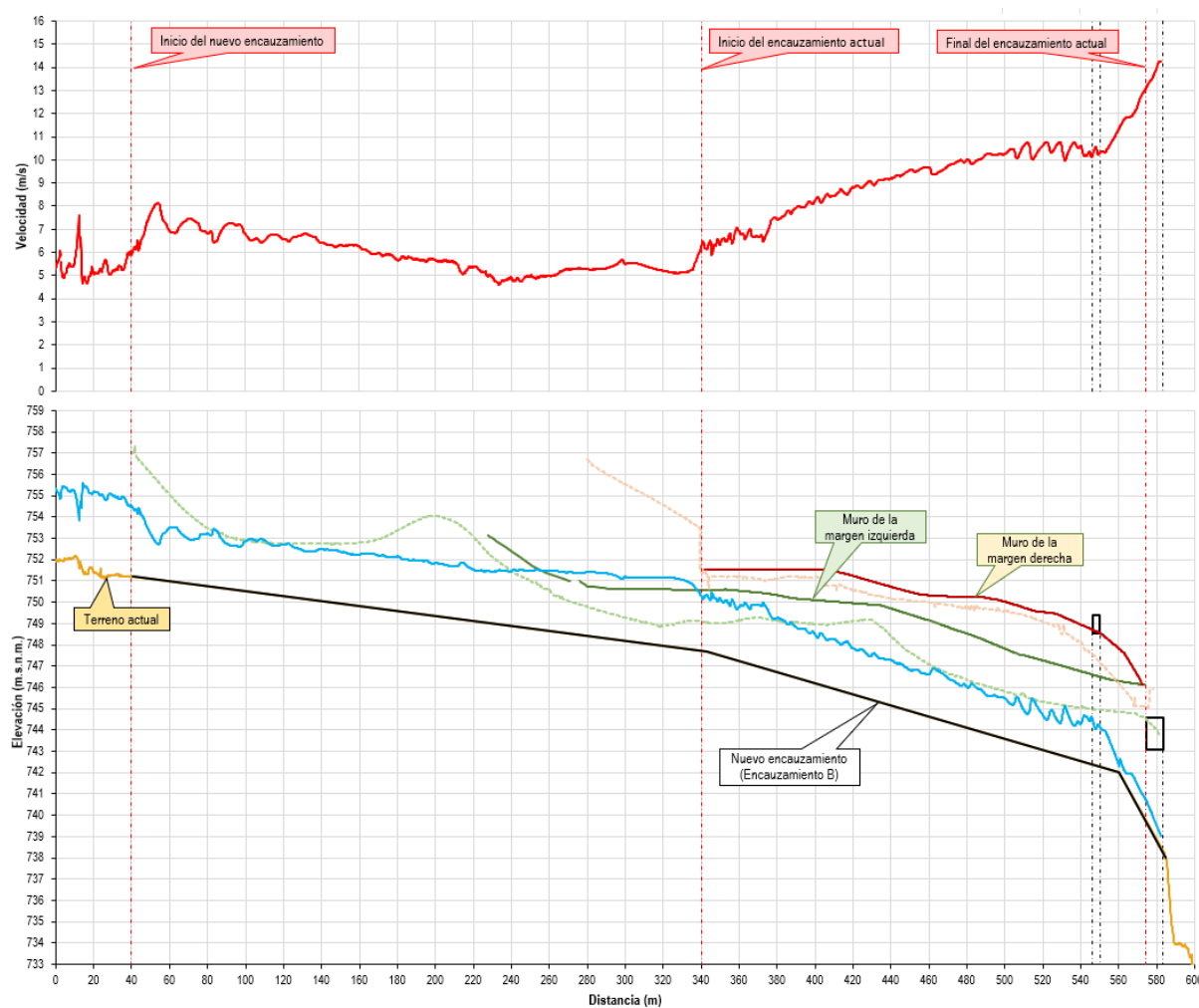


Imagen 43. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 5 (T500)

ALTERNATIVA 6: ENCAUZAMIENTO C, RECRECIMIENTO DE MUROS E INTERCEPTOR

NOTA: Según modelización hidráulica del CEDEX el estrechamiento del Charco de Las Canales tiene capacidad suficiente para la avenida correspondiente al periodo de retorno de 500 años, por lo que el interceptor no sería necesario pues no se producirían desbordamientos hacia la Cuesta de las Moreras.

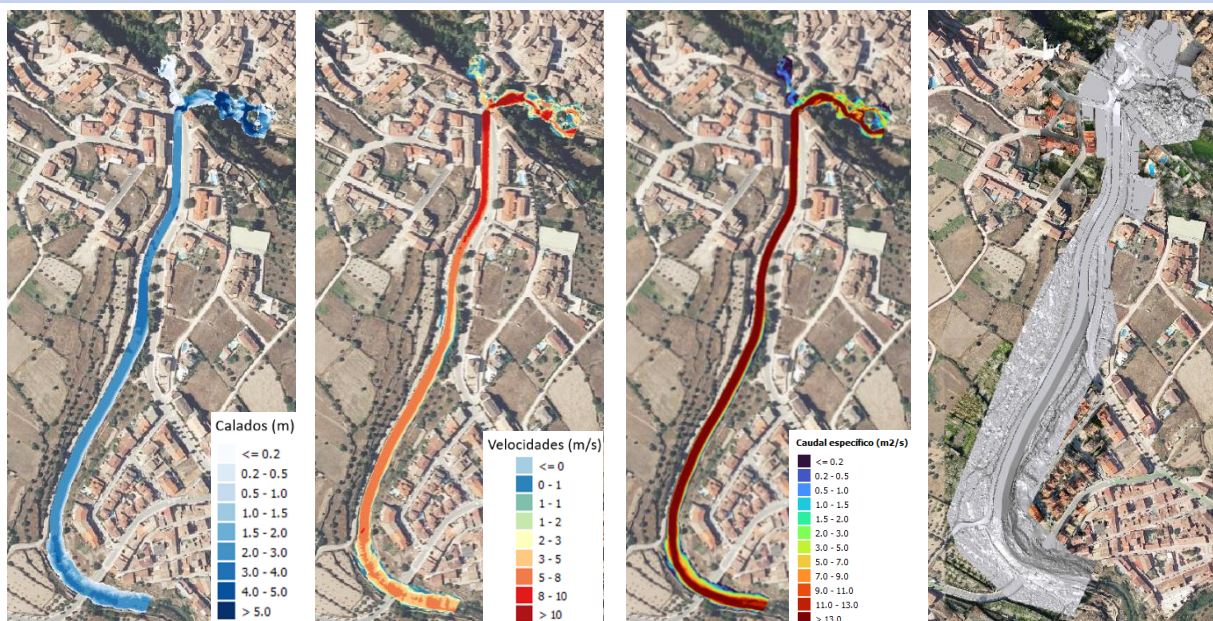


Imagen 44. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 6 y mdt en el modelo

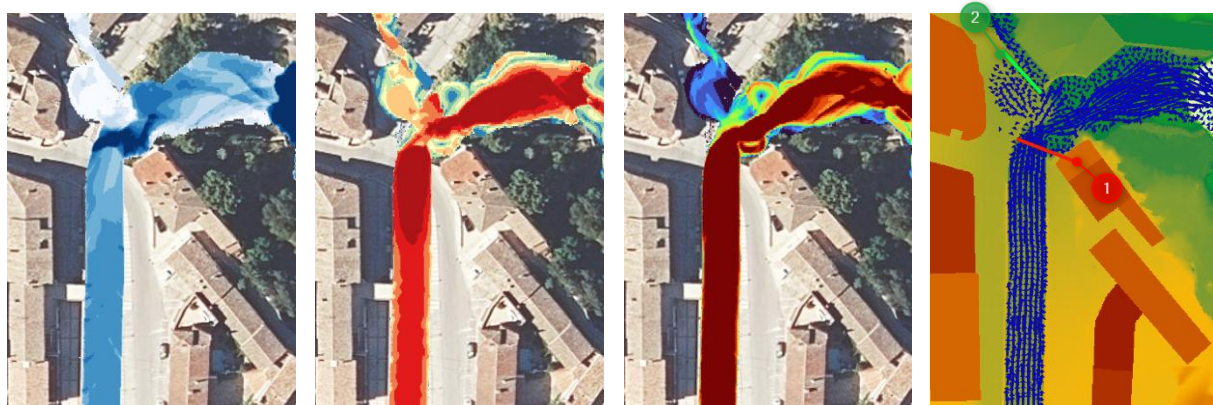


Imagen 45. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 6 y campo de velocidades

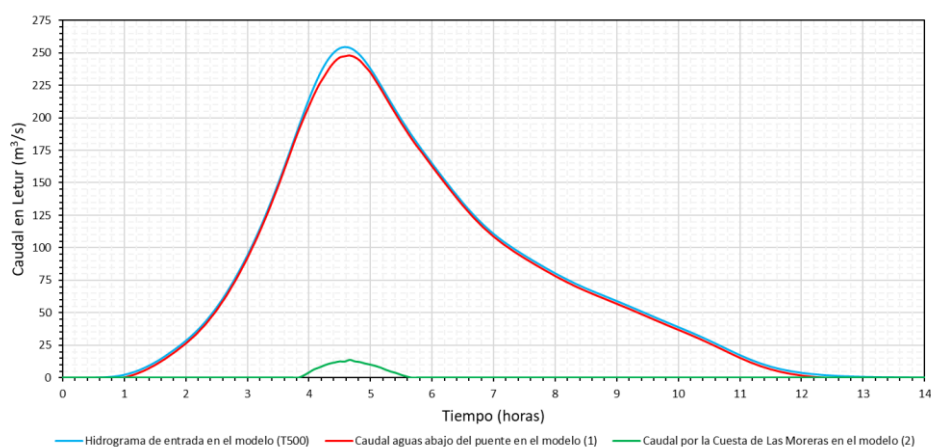


Imagen 46. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la alternativa 6 (T500)

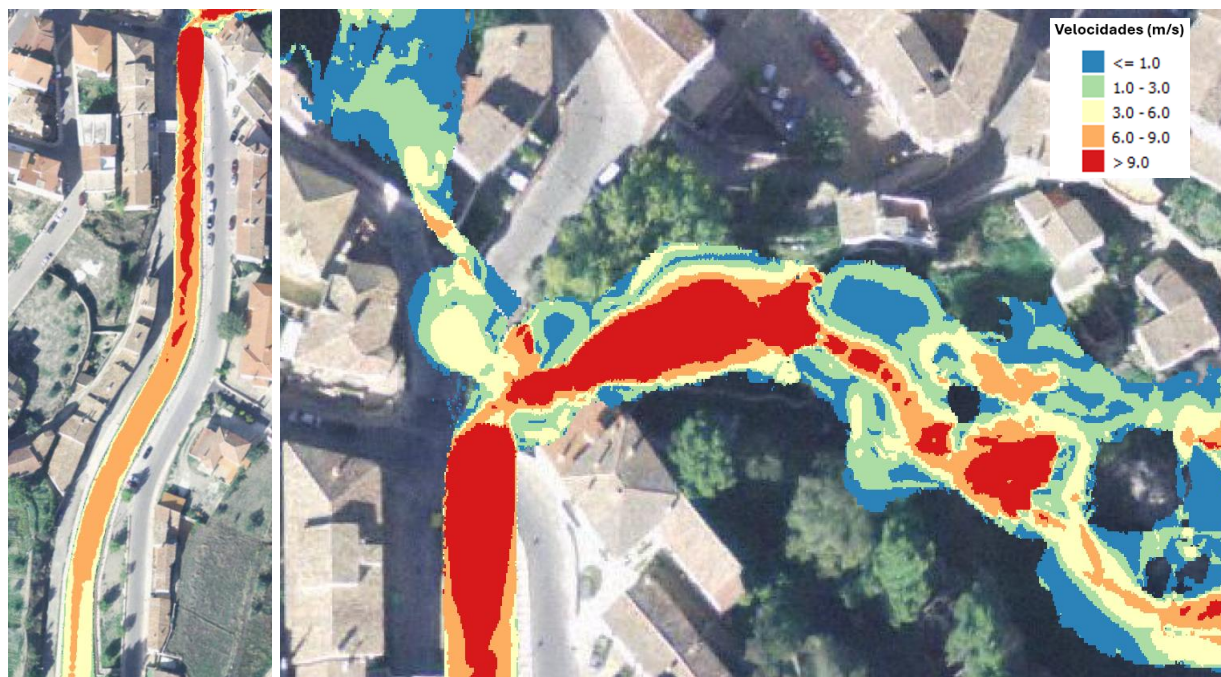


Imagen 47. Rango de velocidades en la alternativa 6

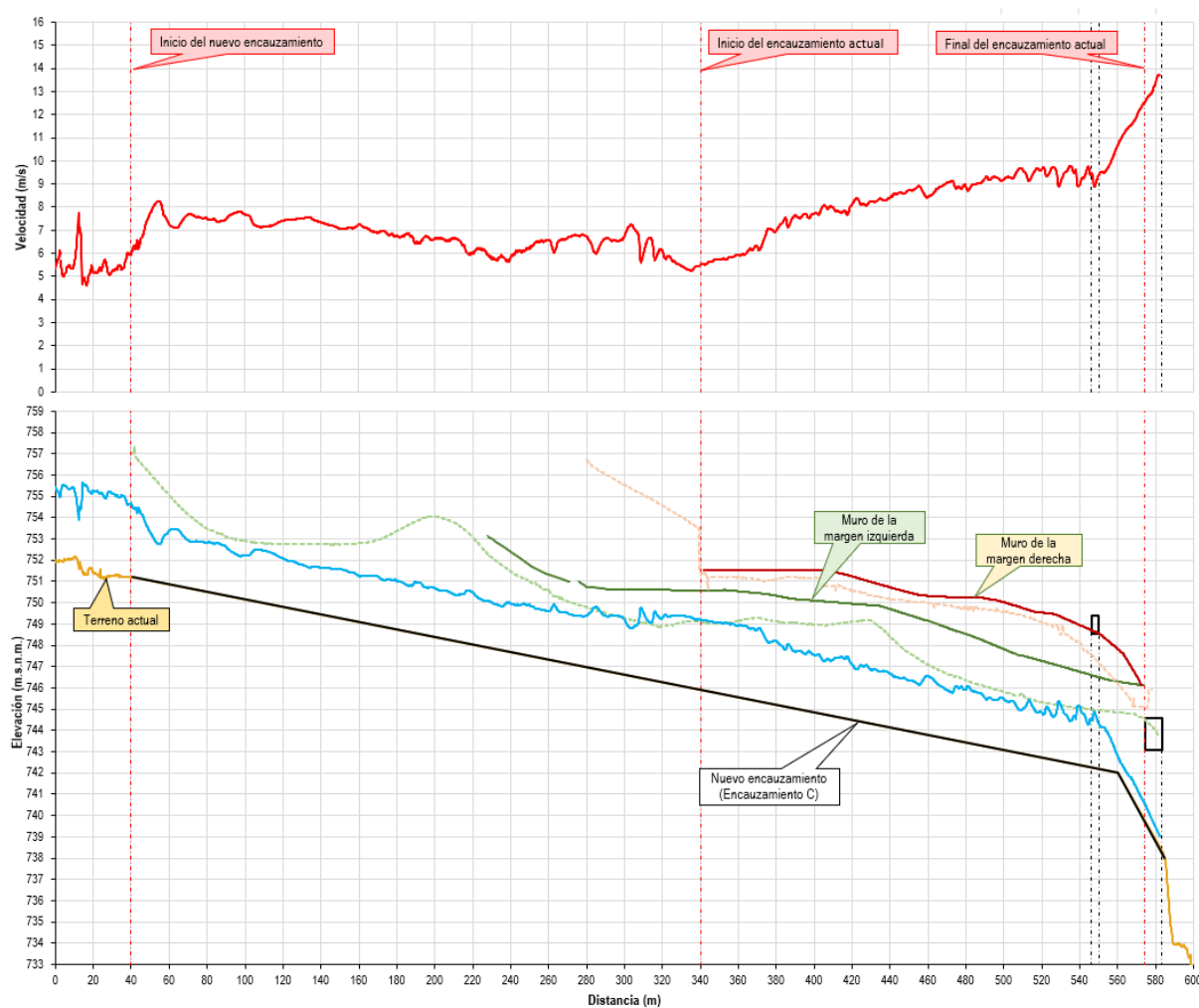


Imagen 48. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 6 (T500)

ALTERNATIVA 7: PRESA DE DERIVACIÓN, TÚNEL Y ENCAUZAMIENTO A

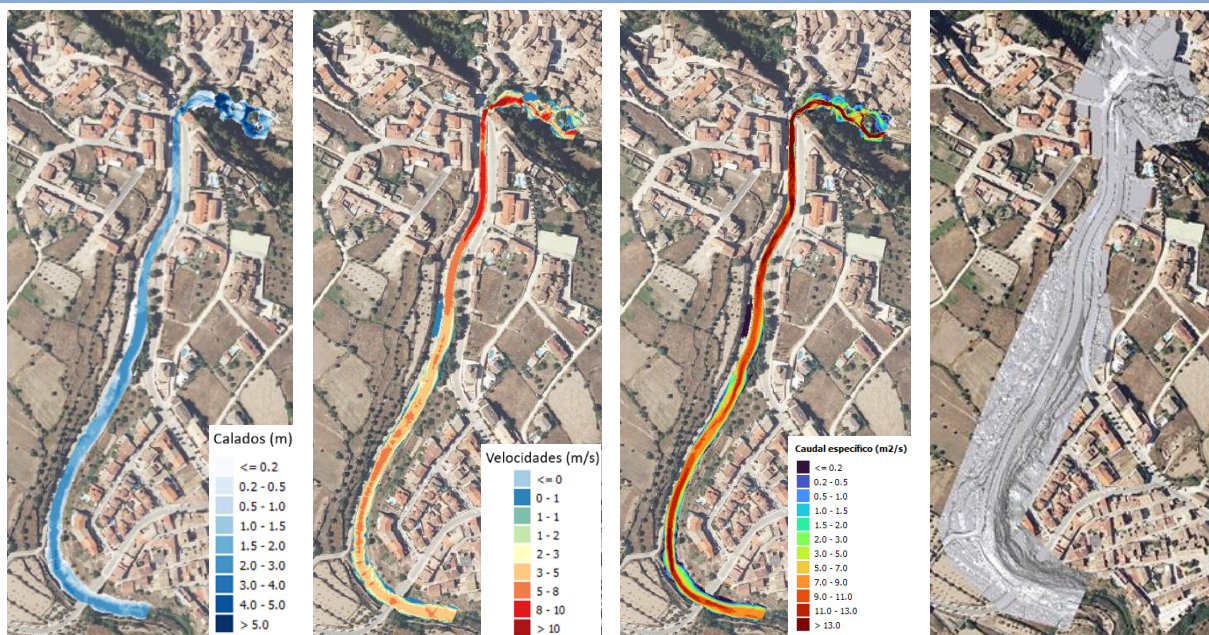


Imagen 49. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 7 y mdt en el modelo

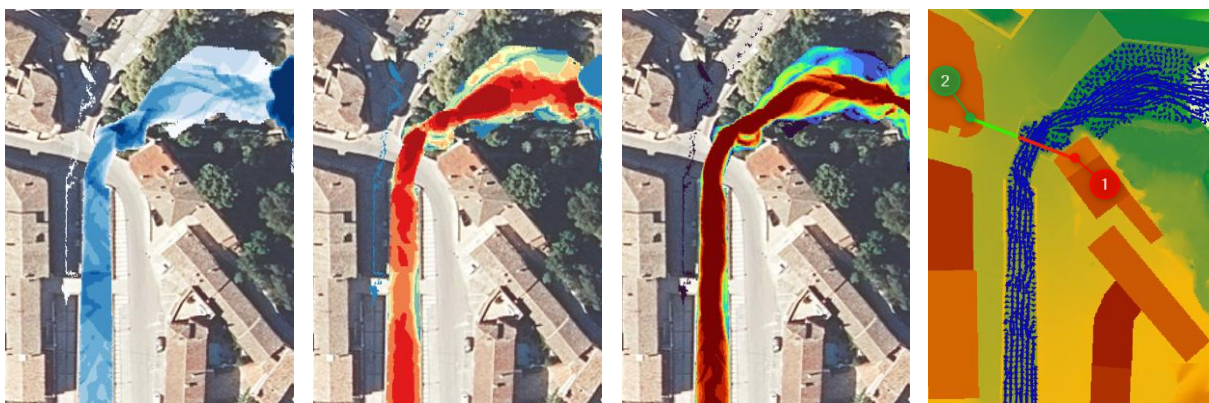


Imagen 50. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 7 y campo de velocidades

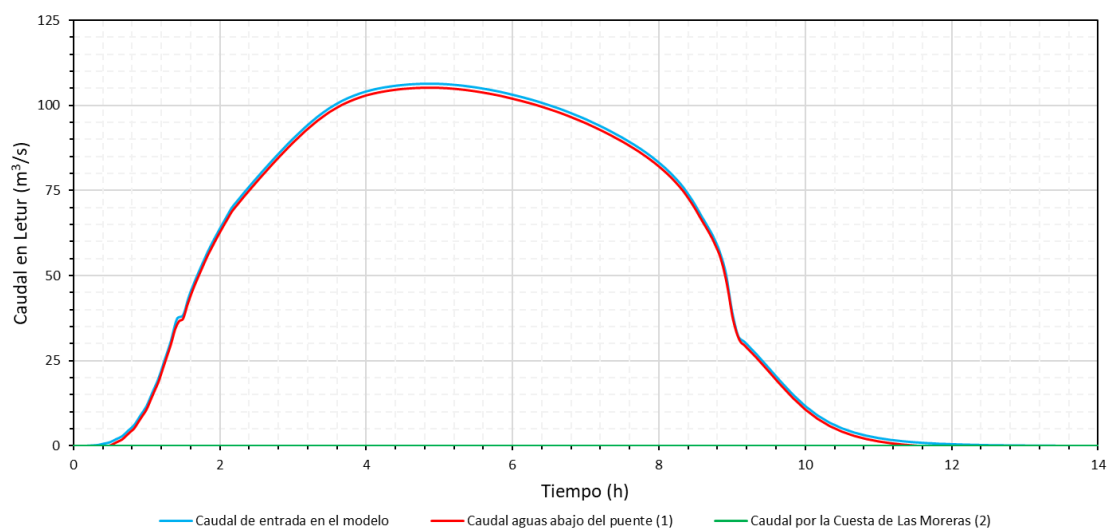


Imagen 51. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la alternativa 7 (T500)

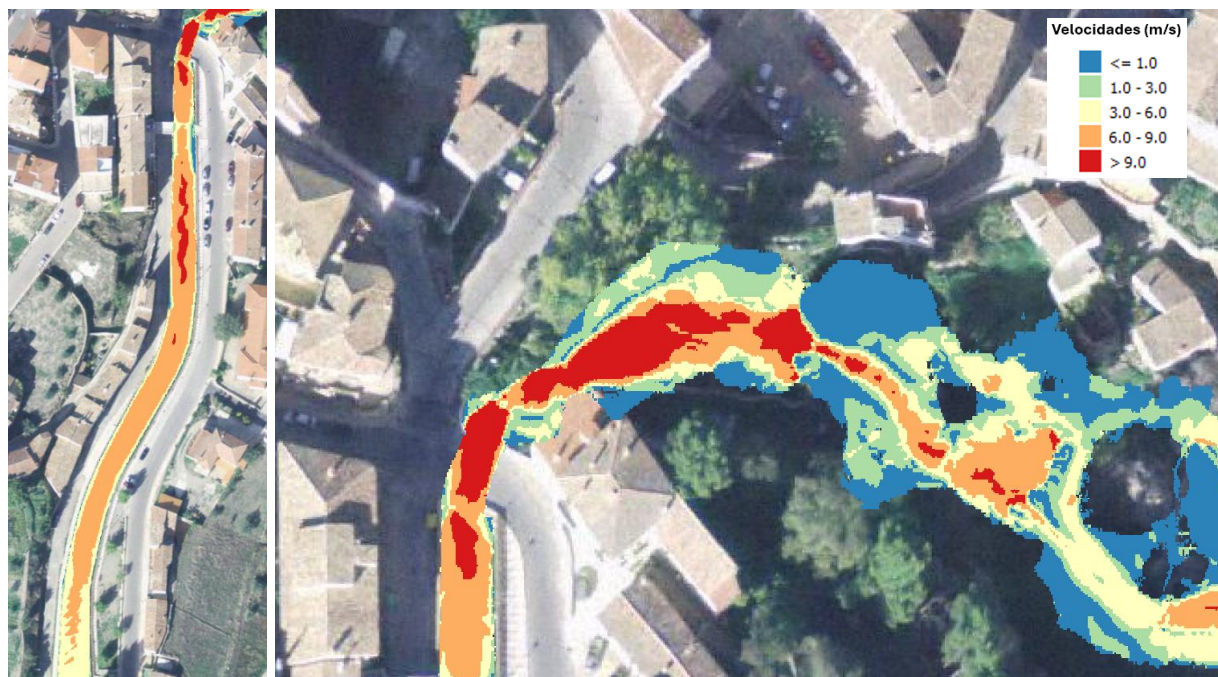


Imagen 52. Rango de velocidades en la alternativa 7

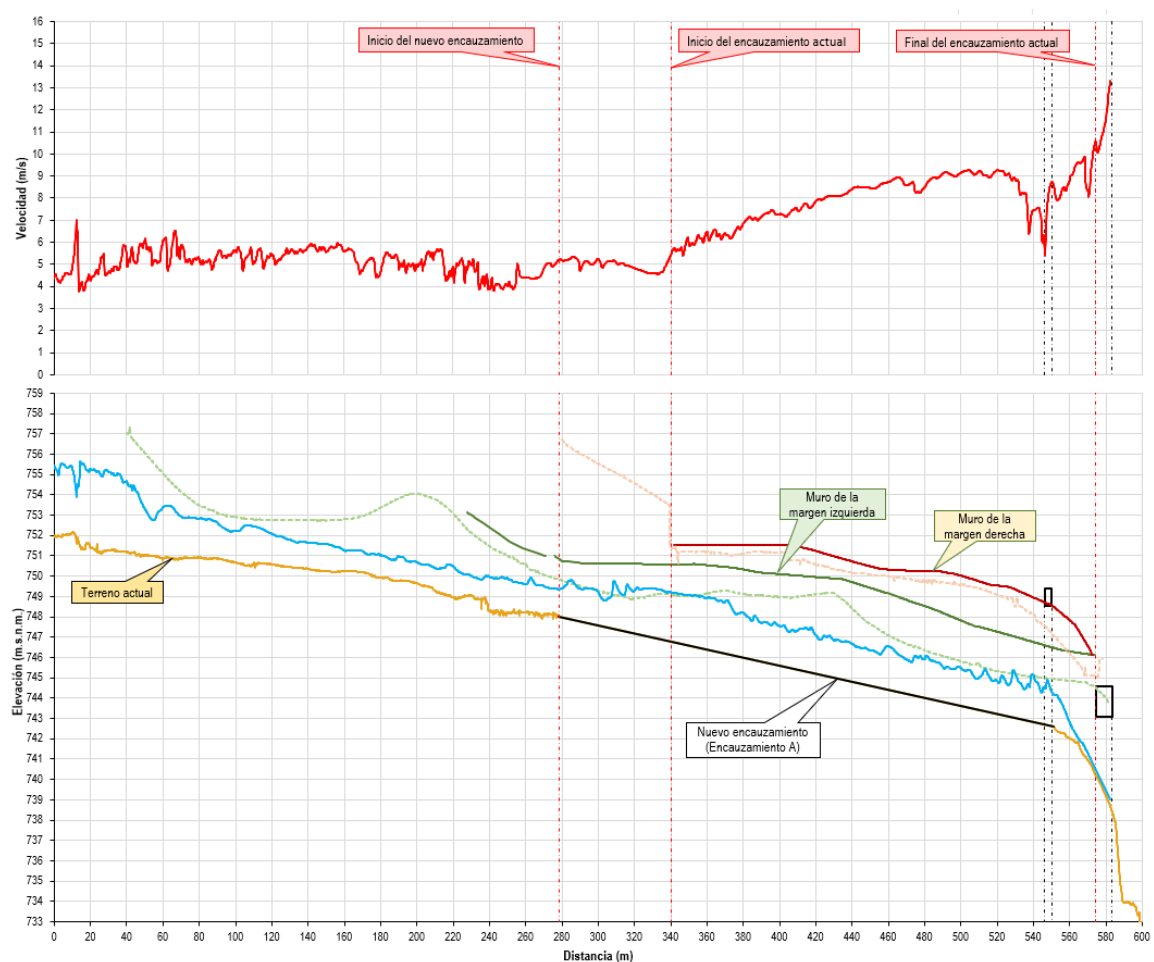


Imagen 53. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 7 (T500)

ALTERNATIVA 8: PRESA DE DERIVACIÓN, TÚNEL Y ENCAUZAMIENTO B

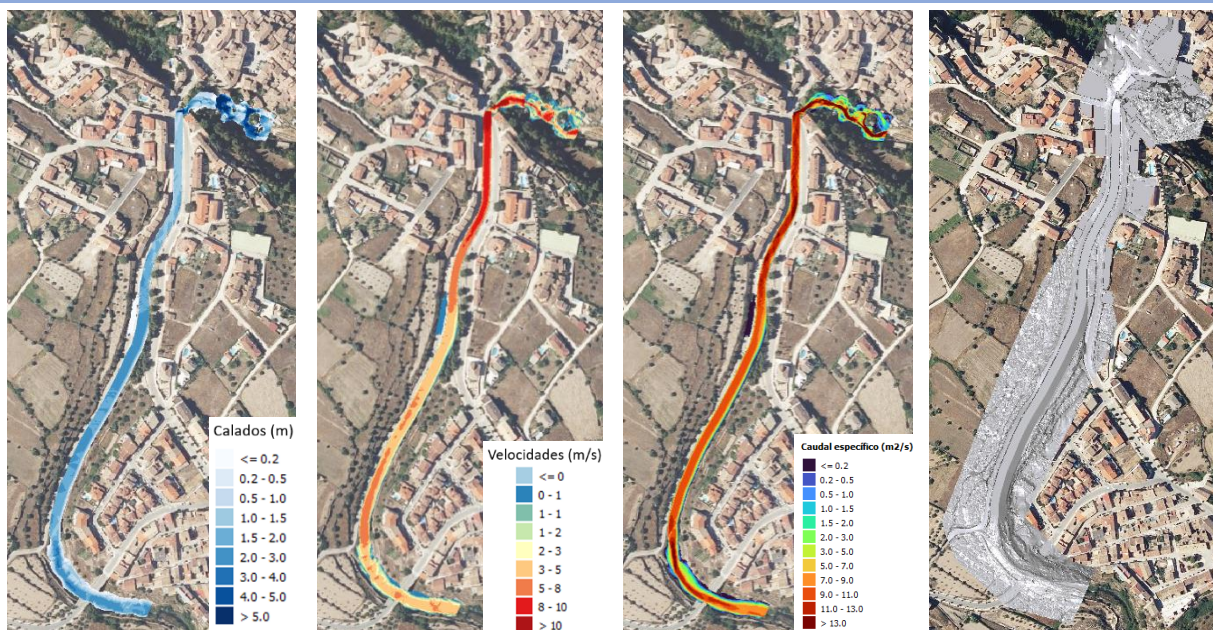


Imagen 54. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 8 y mdt en el modelo

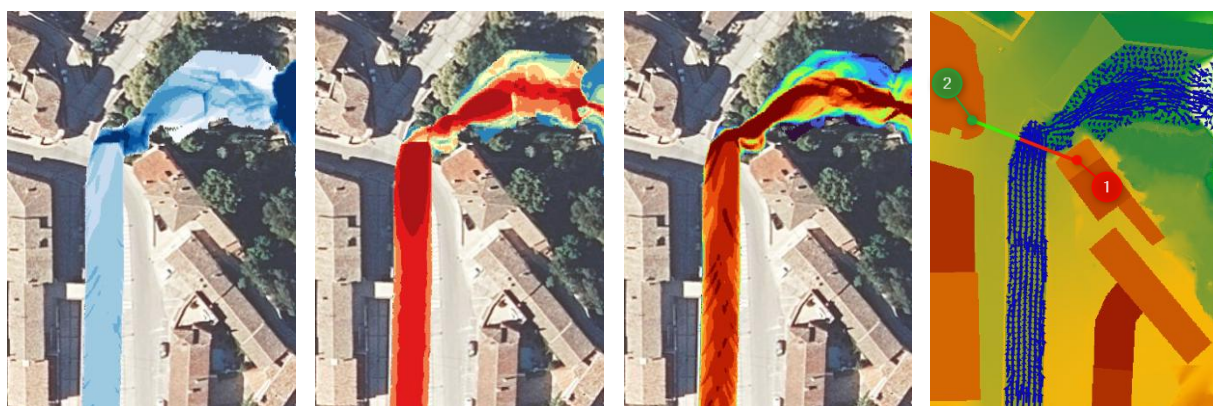


Imagen 55. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 8 y campo de velocidades

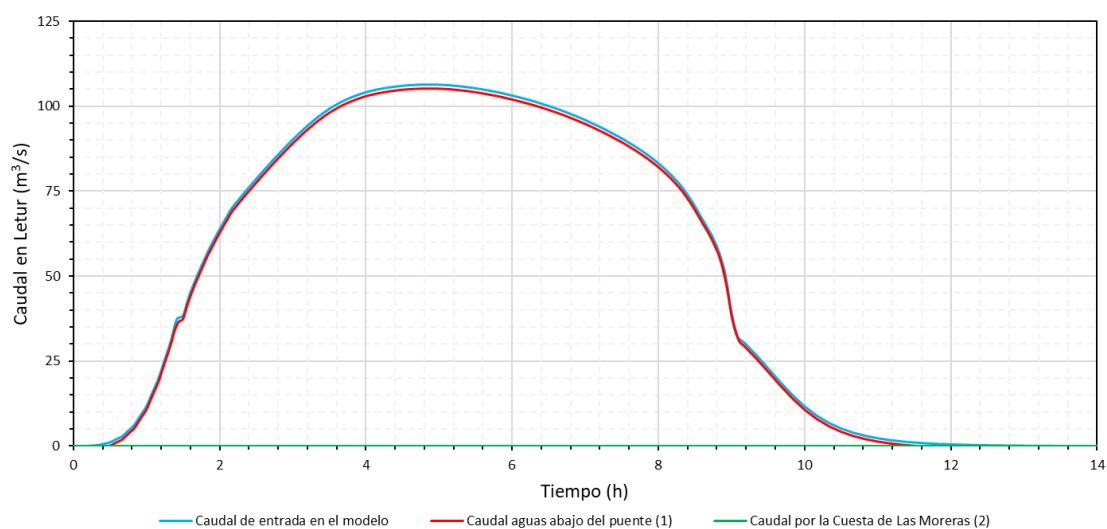


Imagen 56. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la alternativa 8 (T500)

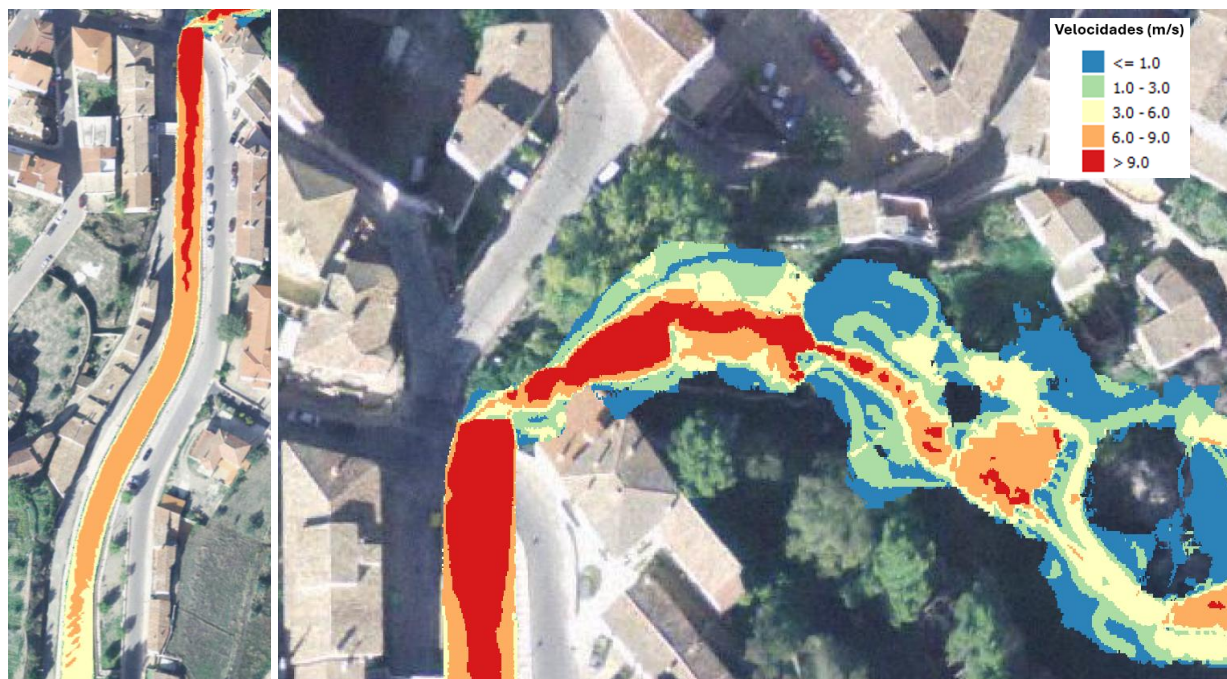


Imagen 57. Rango de velocidades en la alternativa 8

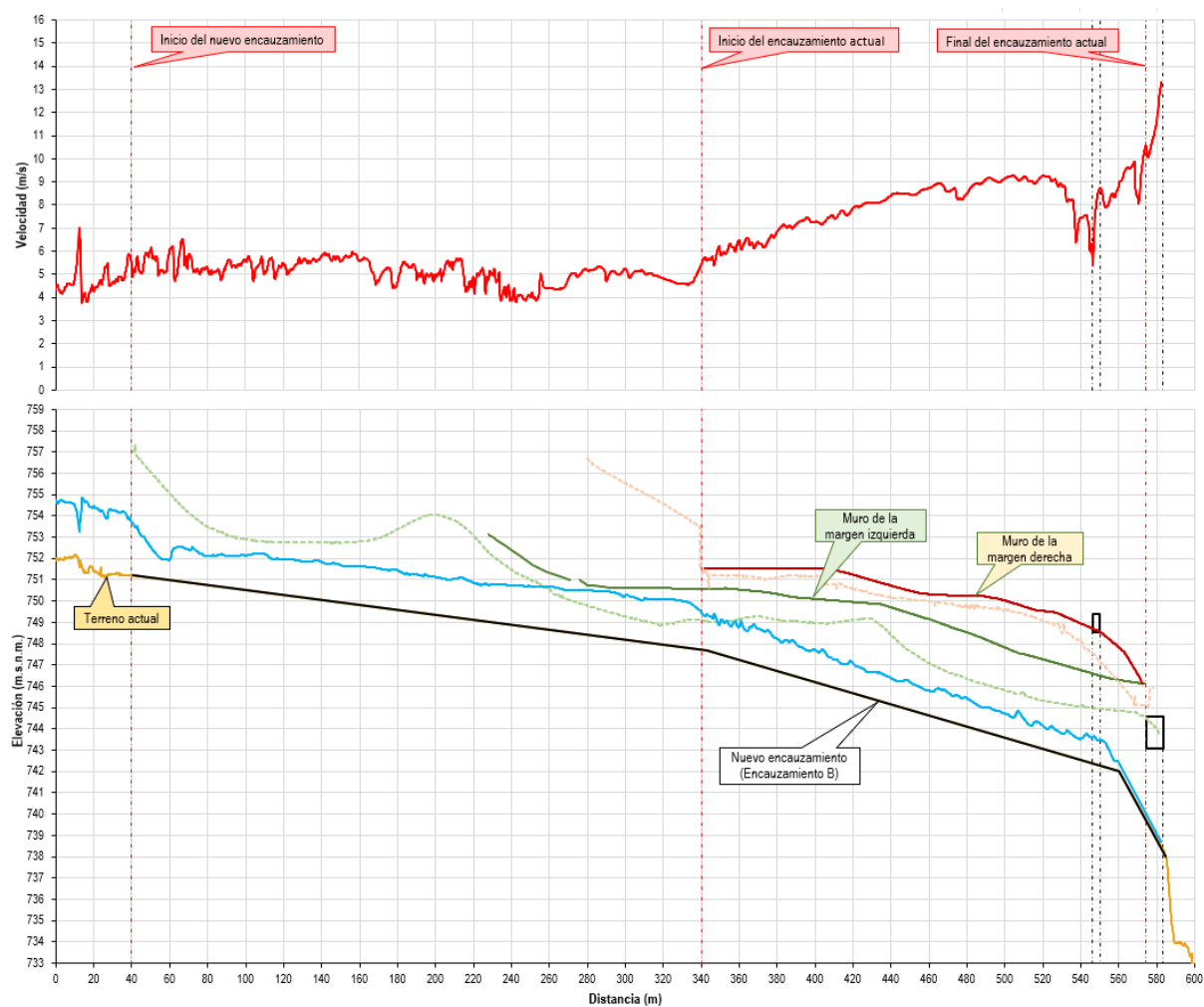


Imagen 58. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 8 (T500)

ALTERNATIVA 9: PRESA DE DERIVACIÓN, TÚNEL Y ENCAUZAMIENTO C

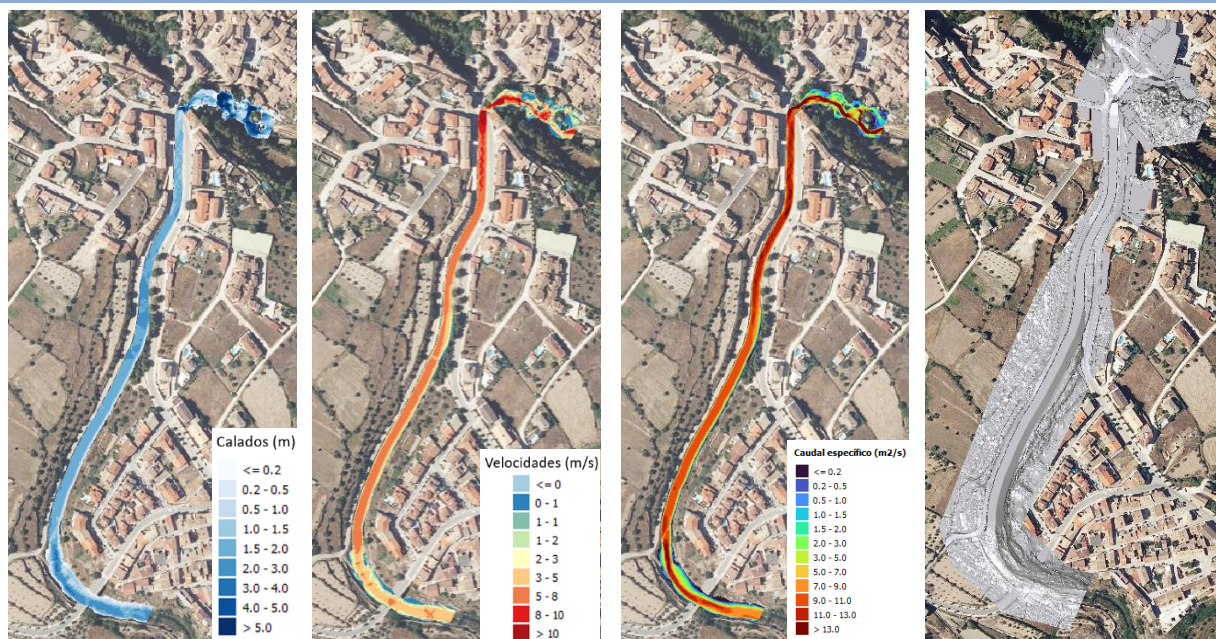


Imagen 59. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 9 y mdt en el modelo

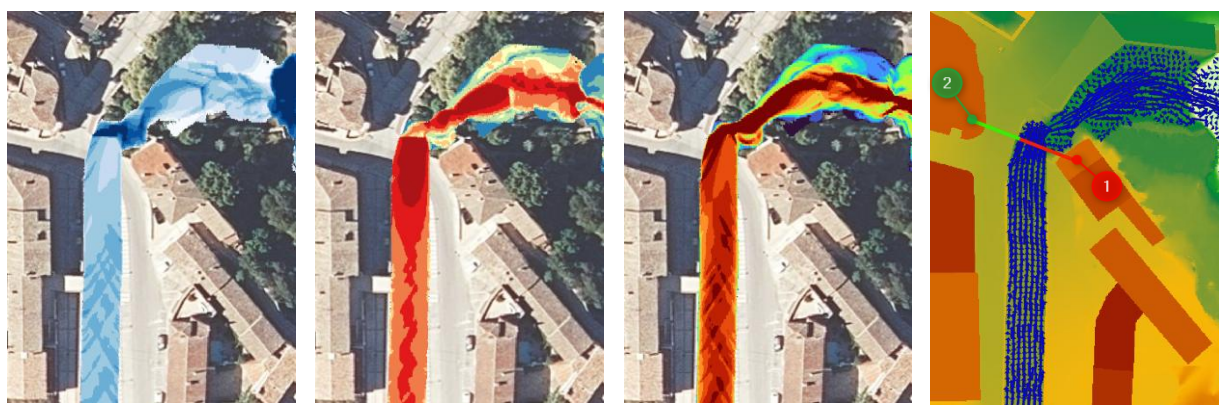


Imagen 60. Calados, velocidades, caudales específicos máximas en la alternativa 9 y campo de velocidades

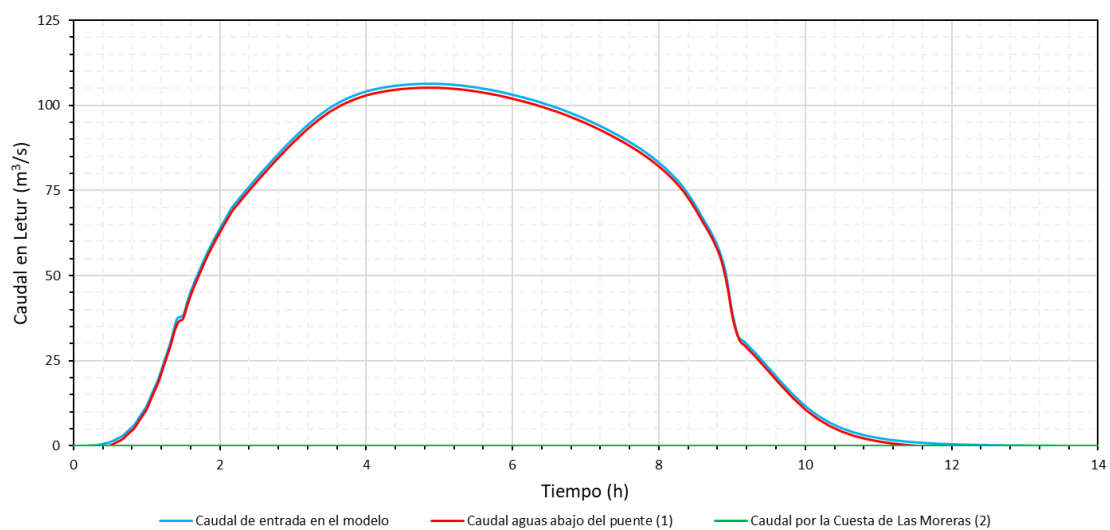


Imagen 61. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la alternativa 9 (T500)

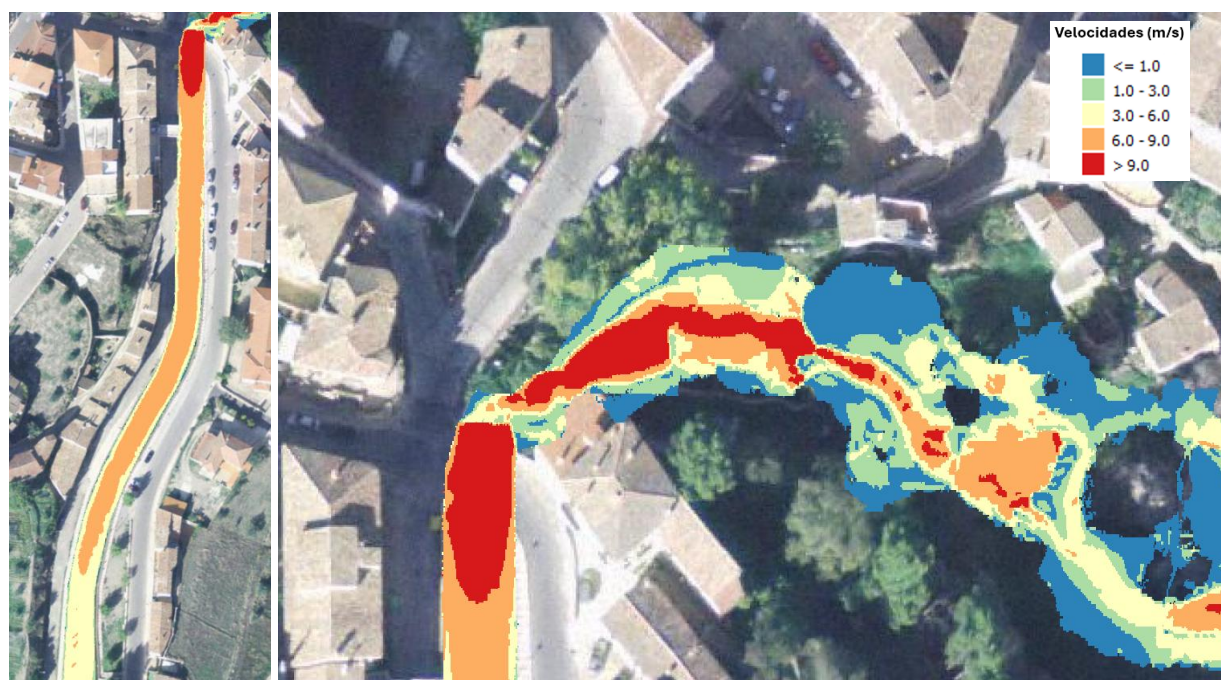


Imagen 62. Rango de velocidades en la alternativa 9

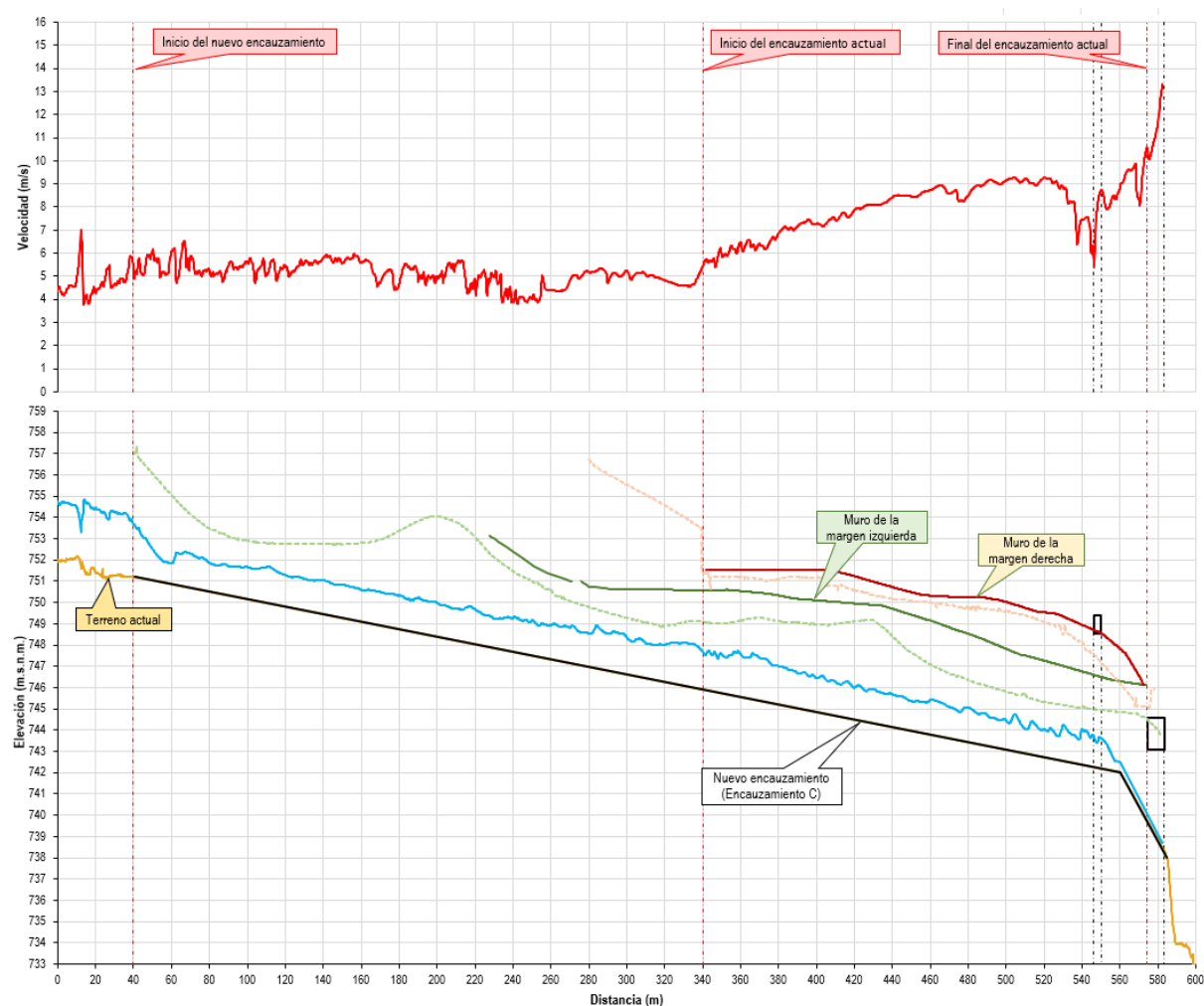


Imagen 63. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la alternativa 9 (T500)

SITUACIÓN ACTUAL T500 años

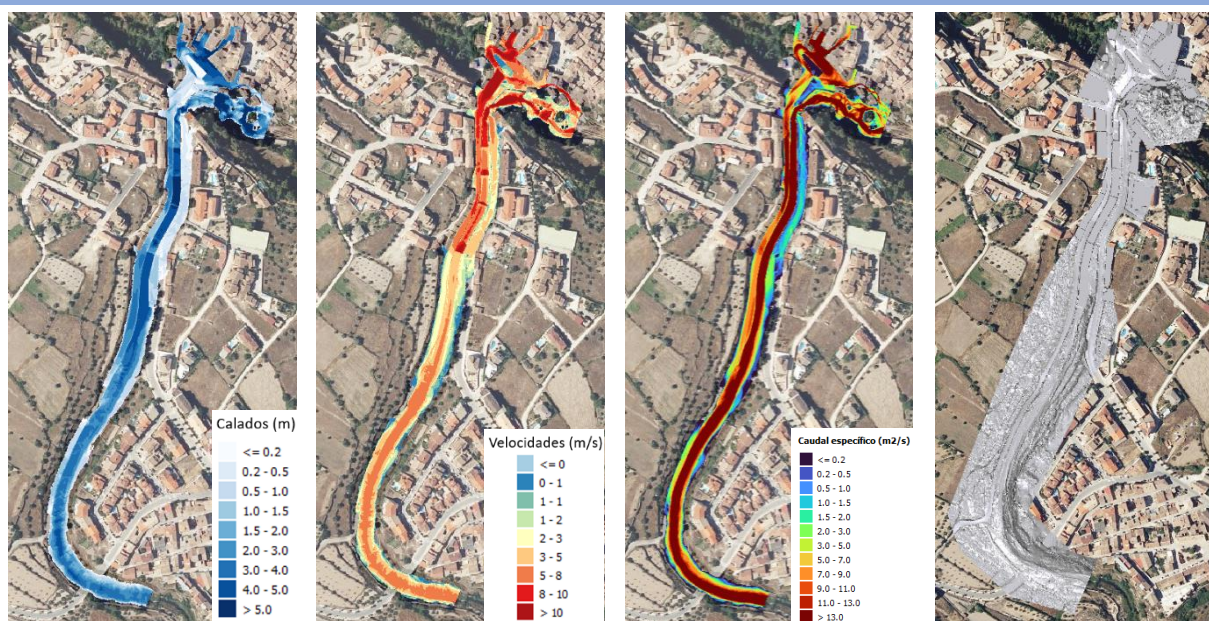


Imagen 64. Calados, velocidades, caudales específicos máximos en la Situación Actual y mdt en el modelo

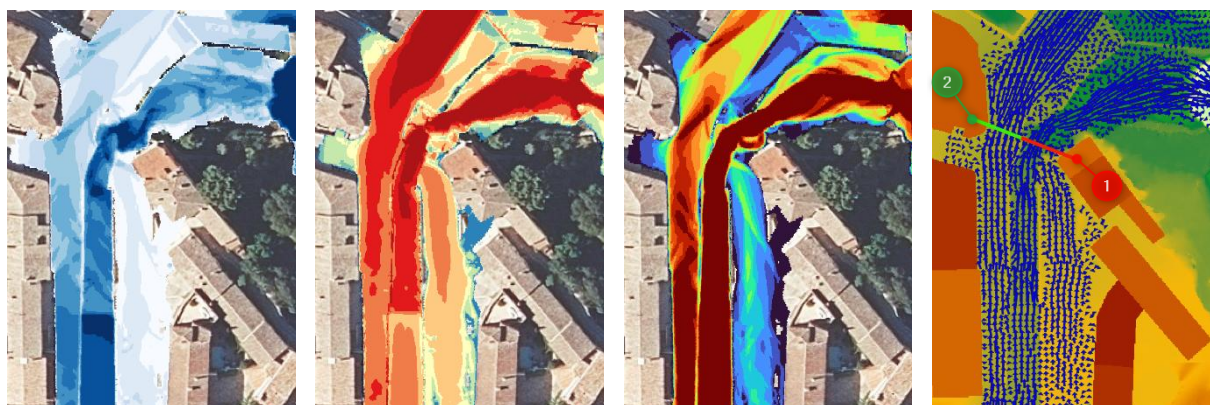


Imagen 65. Calados, velocidades, caudales específicos máximos en la Situación Actual y campo de velocidades

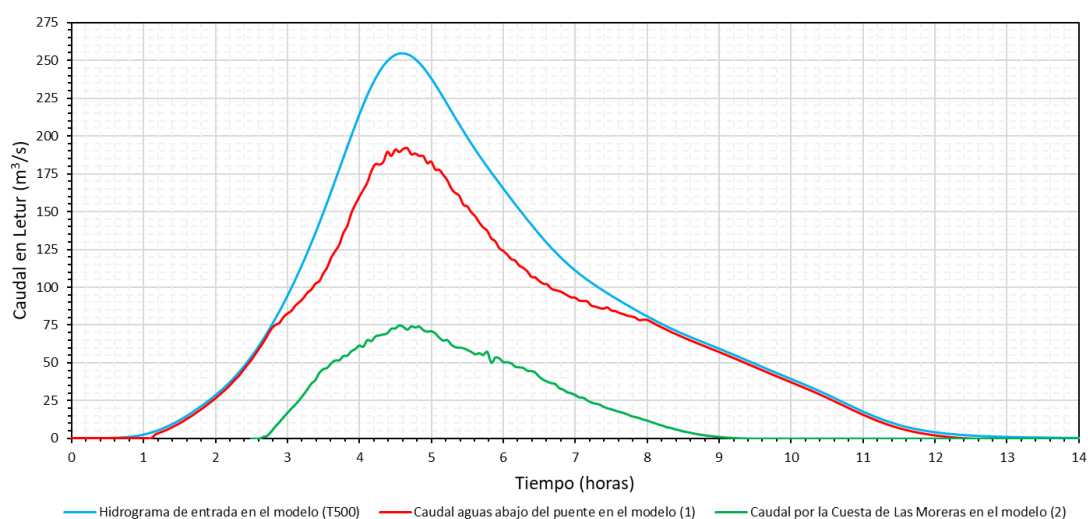


Imagen 66. Hidrogramas aguas abajo del puente y por la Cuesta de Las Moreras en la Situación Actual (T500)

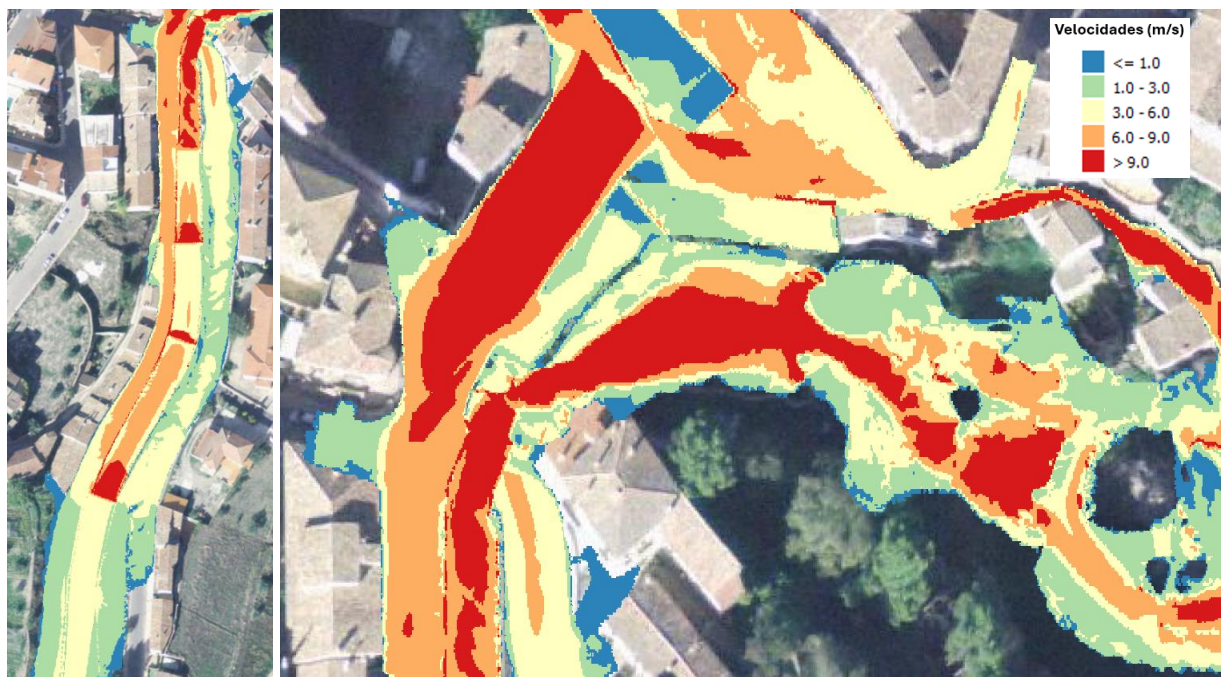


Imagen 67. Rango de velocidades en la Situación Actual

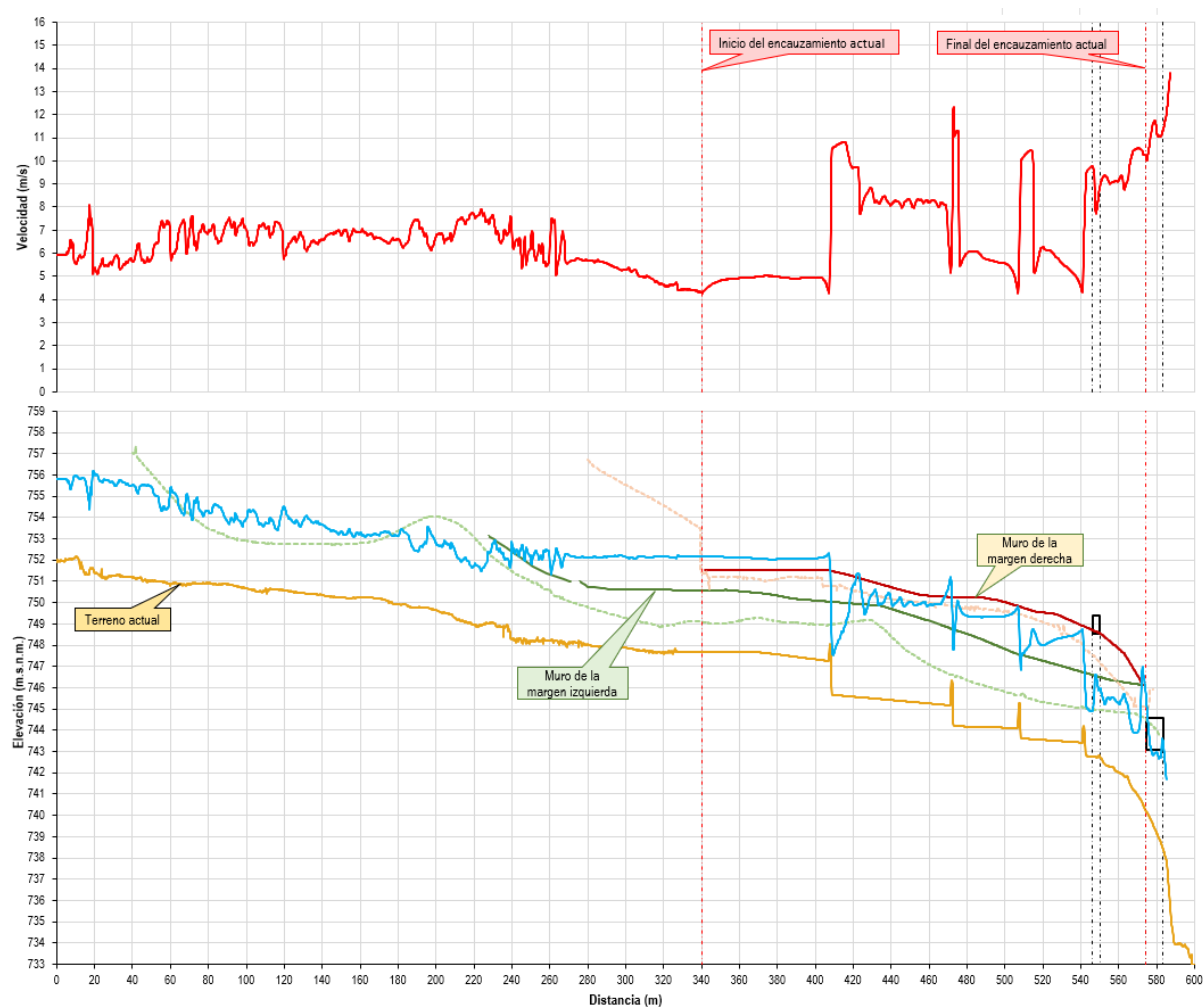


Imagen 68. Cota de agua y velocidades en el eje del río en la Situación Actual (T500)

Anexo 3.

Estudio de laminación de las presas

1 Estudio de laminación de las presas

Se ha tanteado con diferentes alternativas de presas, con la misma cerrada, modificando los siguientes parámetros, con el objetivo de obtener una presa con la menor altura posible pero que sea capaz de laminar la avenida del 29 de octubre de 2024 y la avenida de 500 años de periodo de retorno:

- Las dimensiones de los desagües de fondo.
- El número de los desagües de fondo.
- La longitud de vertido del aliviadero.
- La cota umbral del aliviadero.

Las diferentes alternativas que se han estudiado han sido las siguientes:

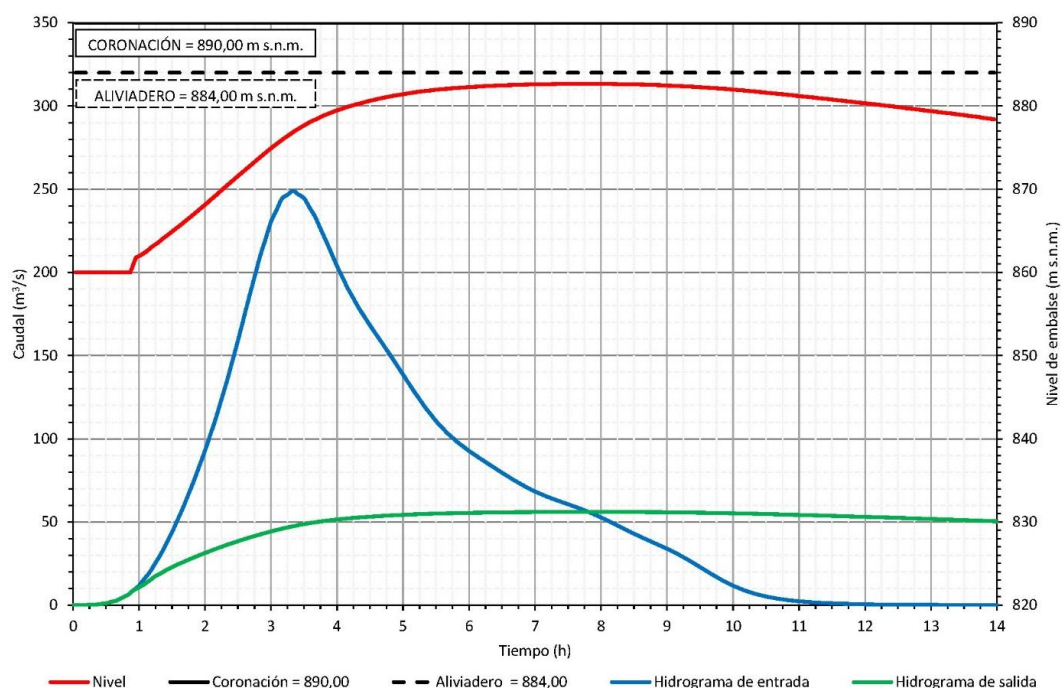
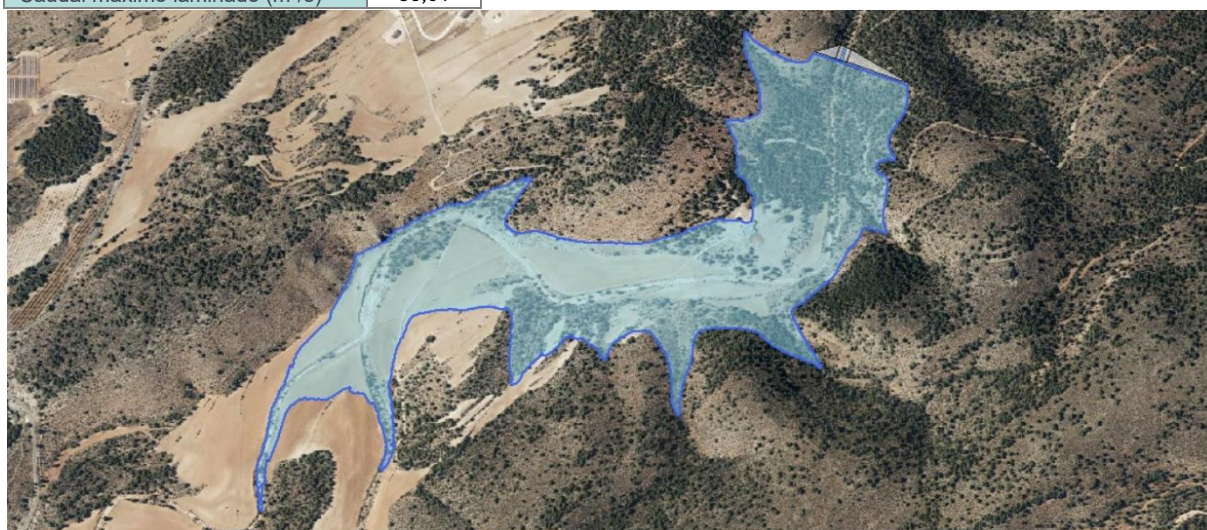
- Presa con dos conductos de desagüe de fondo de ϕ 1,5 metros y un aliviadero a la cota 884.
- Presa con 2 marcos de 2 m de ancho y 1 m de alto y un aliviadero a la cota 883.
- Presa con 3 marcos de 2 m de ancho y 1 m de alto y un aliviadero a la cota 882.
- Presa con 4 marcos de 2 m de ancho y 1 m de alto y un aliviadero a la cota 880.
- Presa con 5 marcos de 2 m de ancho y 1 m de alto y un aliviadero a la cota 879.
- Presa con 6 marcos de 2 m de ancho y 1 m de alto y un aliviadero a la cota 877.
- Presa con 4 marcos de 2 m de ancho y 1 m de alto y un aliviadero a la cota 877.
- Presa con 4 marcos de 2 m de ancho y 1 m de alto y un aliviadero a la cota 875.
- Presa con 4 marcos de 2 m de ancho y 1 m de alto y un aliviadero a la cota 870.

De cada alternativa se ha realizado una laminación con el objetivo de ir buscando una presa que pueda retener la avenida de 500 años de periodo de retorno y que tenga la menor cota de coronación posible y que el caudal máximo laminado sea admisible.

A continuación, se muestra las fichas resúmenes con los resultados obtenidos de la laminación de cada alternativa.

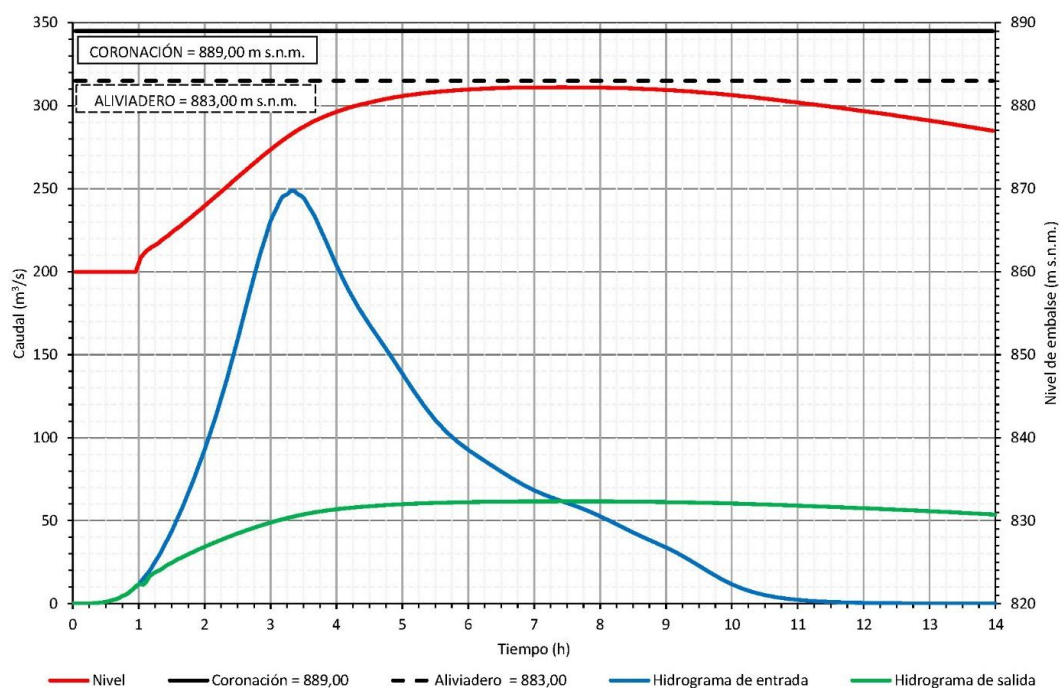
1.1 Alternativa 1. Presa con dos conductos de desagüe de fondo de ϕ 1,5 metros

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	882,67
Cota de coronación estimada (msnm)	890,00
Altura de la presa (m)	30,00
Superficie máxima del embalse (ha)	49,28
Volumen máximo del embalse (hm ³)	4,61
Nº de conductos de desagüe	2
Dimensiones de los conductos (m)	ϕ 1,5
Longitud de coronación (m)	239,13
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	884,00
Resguardo normal (m)	6,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	56,01



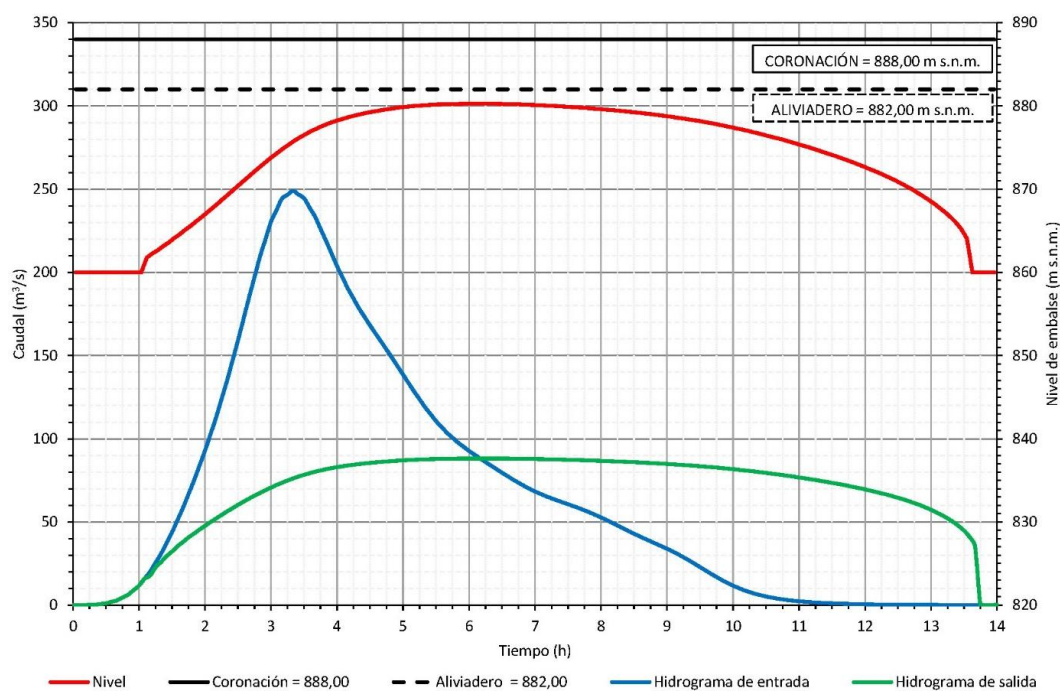
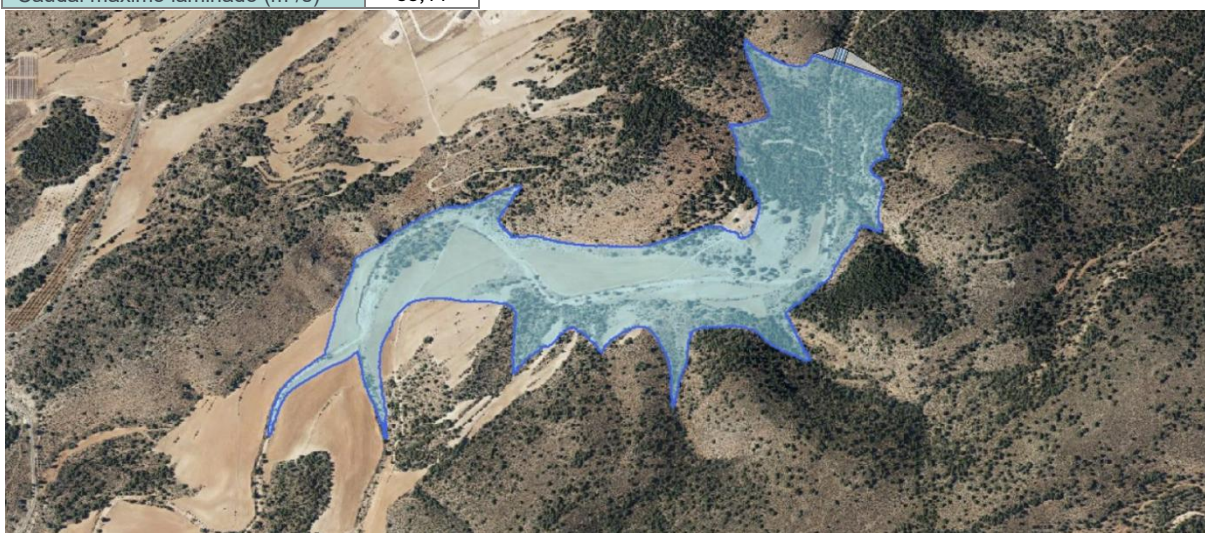
1.2 Alternativa 2. Presa con 2 marcos de 2 x 1 m² y un aliviadero a la cota 883

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	882,22
Cota de coronación estimada (msnm)	889,00
Altura de la presa (m)	29,00
Superficie máxima del embalse (ha)	45,23
Volumen máximo del embalse (hm ³)	4,14
Nº de conductos de desagüe	2
Dimensiones de los conductos (m)	2 x 1
Longitud de coronación (m)	230,78
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	883,00
Resguardo normal (m)	6,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	61,63



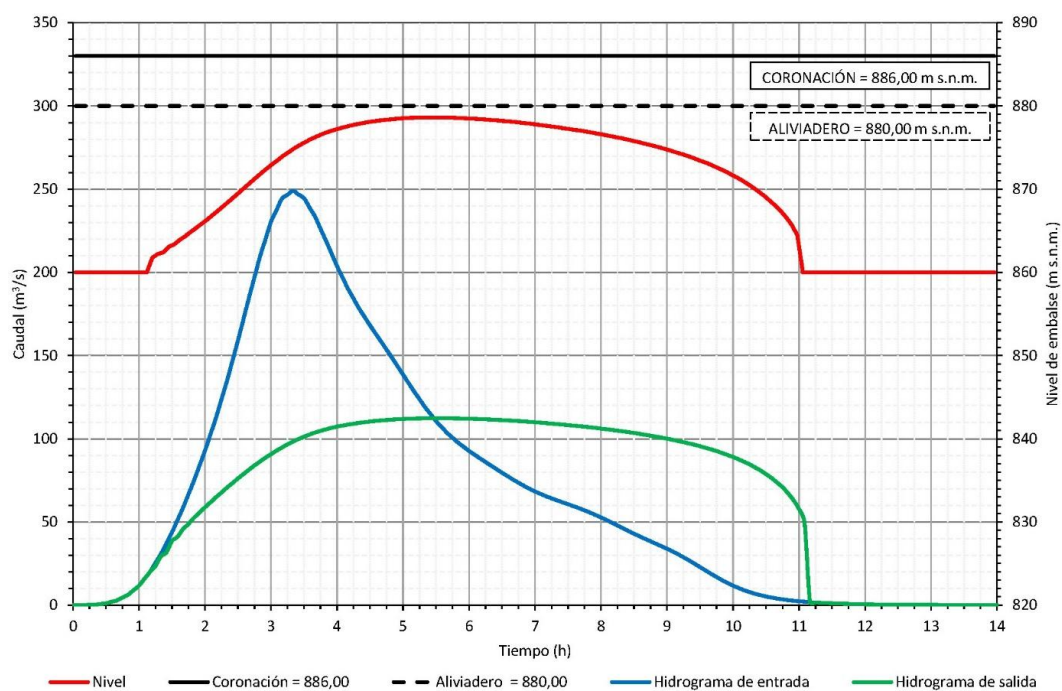
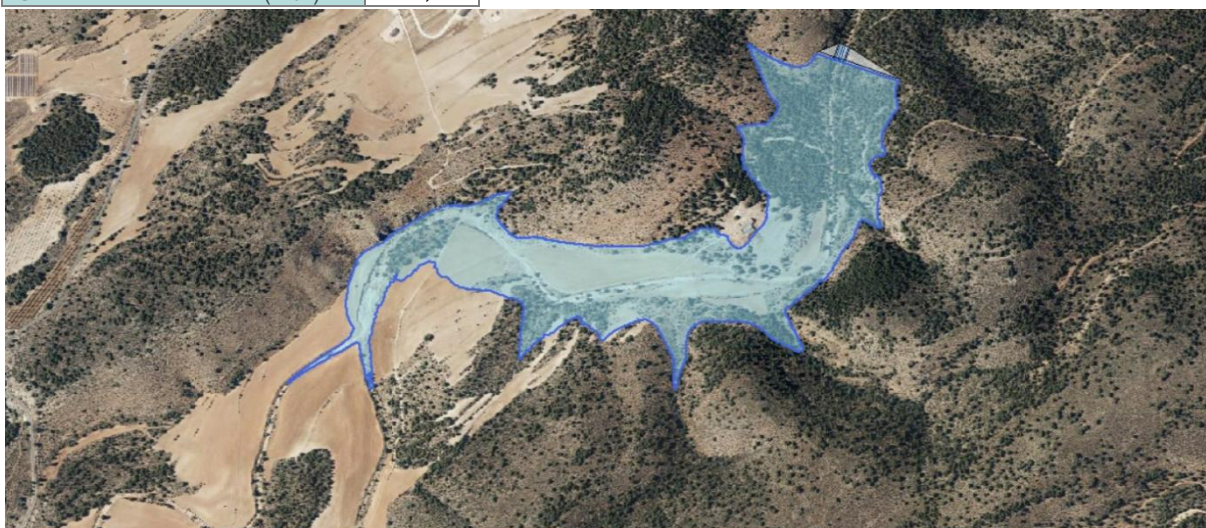
1.3 Alternativa 3. Presa con 3 marcos de 2 x 1 m² y un aliviadero a la cota 882

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	880,28
Cota de coronación estimada (msnm)	888,00
Altura de la presa (m)	28,00
Superficie máxima del embalse (ha)	41,83
Volumen máximo del embalse (hm ³)	3,70
Nº de conductos de desagüe	3
Dimensiones de los conductos (m)	2 x 1
Longitud de coronación (m)	220,98
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	882,00
Resguardo normal (m)	6,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	88,11



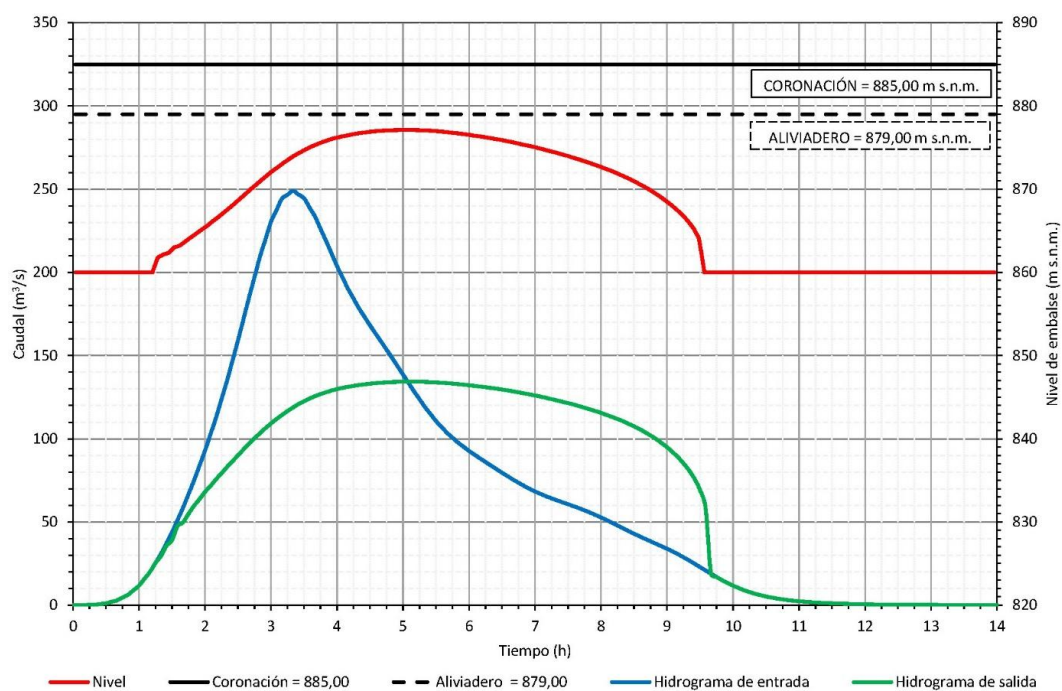
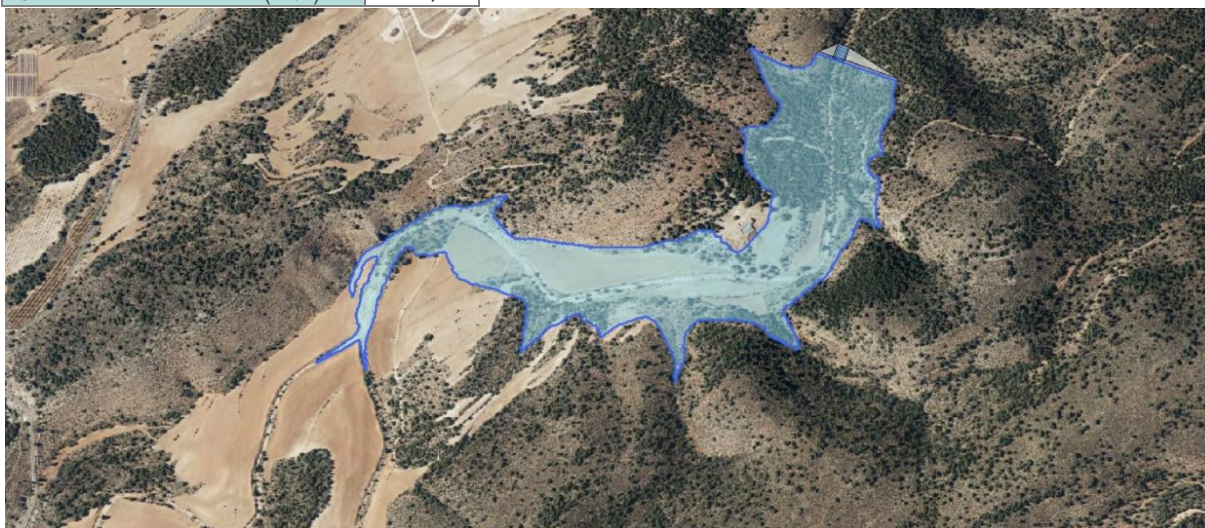
1.4 Alternativa 4. Presa con 4 marcos de 2 x 1 m² y un aliviadero a la cota 880

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	878,63
Cota de coronación estimada (msnm)	886,00
Altura de la presa (m)	26,00
Superficie máxima del embalse (ha)	35,24
Volumen máximo del embalse (hm ³)	2,93
Nº de conductos de desagüe	4
Dimensiones de los conductos (m)	2 x 1
Longitud de coronación (m)	208,18
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	880,00
Resguardo normal (m)	6,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	112,36



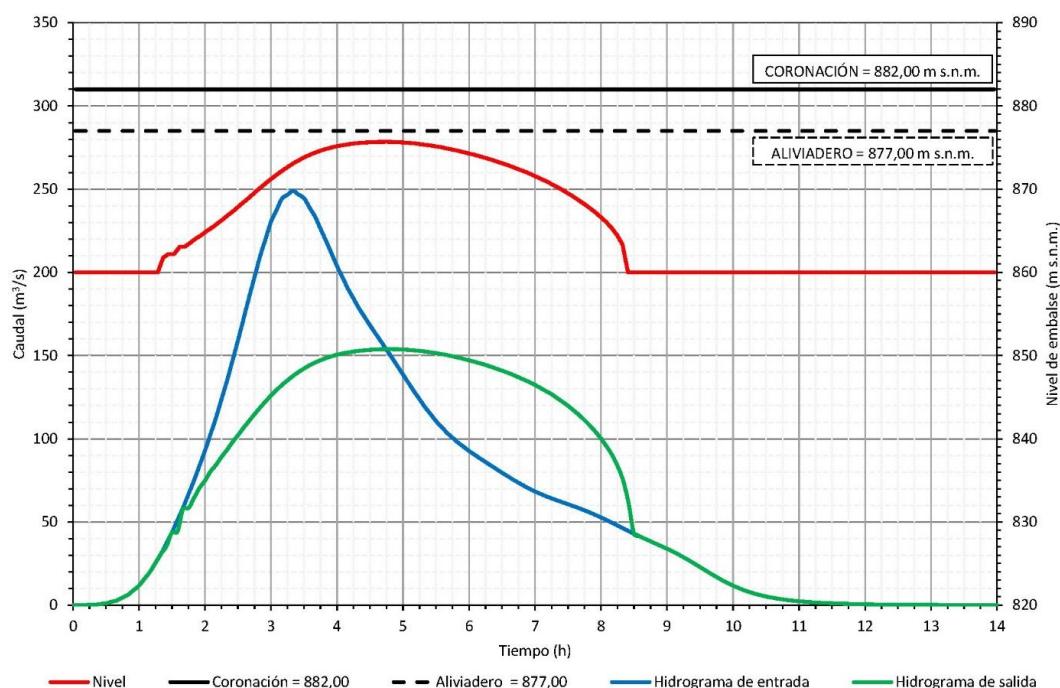
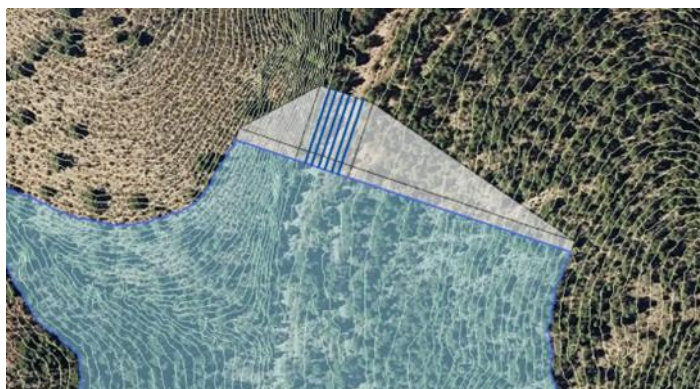
1.5 Alternativa 5. Presa con 5 marcos de 2 x 1 m² y un aliviadero a la cota 879

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	877,12
Cota de coronación estimada (msnm)	885,00
Altura de la presa (m)	25,00
Superficie máxima del embalse (ha)	31,92
Volumen máximo del embalse (hm ³)	2,60
Nº de conductos de desagüe	5
Dimensiones de los conductos (m)	2 x 1
Longitud de coronación (m)	201,25
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	879,00
Resguardo normal (m)	6,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	134,3



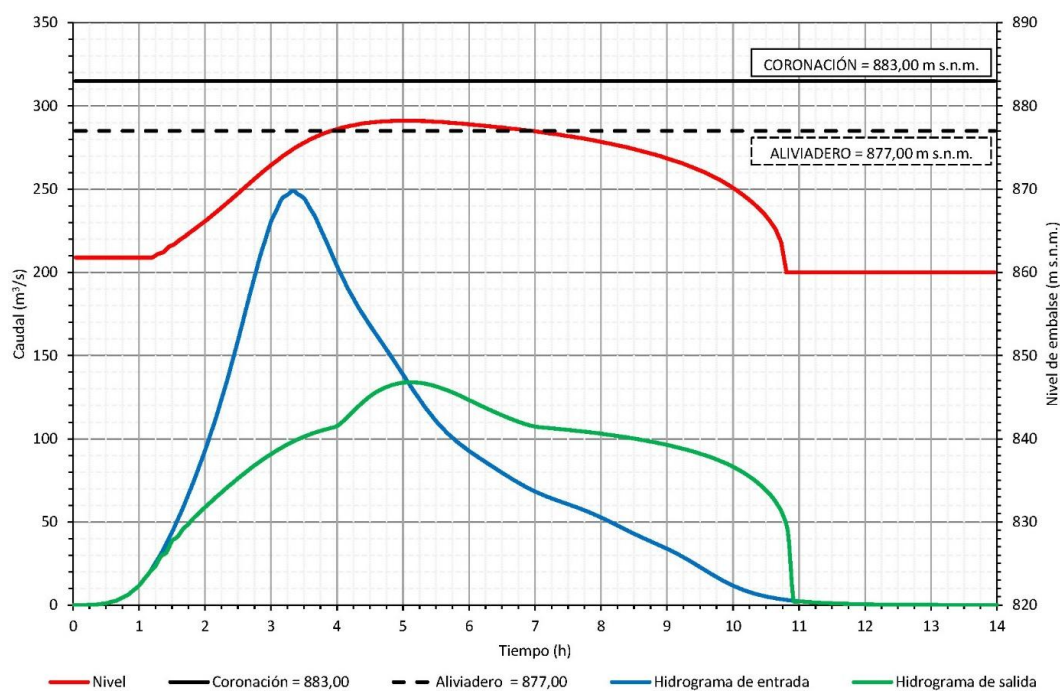
1.6 Alternativa 6. Presa con 6 marcos de 2 x 1 m² y un aliviadero a la cota 877

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	875,69
Cota de coronación estimada (msnm)	882,00
Altura de la presa (m)	22,00
Superficie máxima del embalse (ha)	24,24
Volumen máximo del embalse (hm ³)	1,76
Nº de conductos de desagüe	6
Dimensiones de los conductos (m)	2 x 1
Longitud de coronación (m)	180,67
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	877,00
Resguardo normal (m)	5,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	153,82



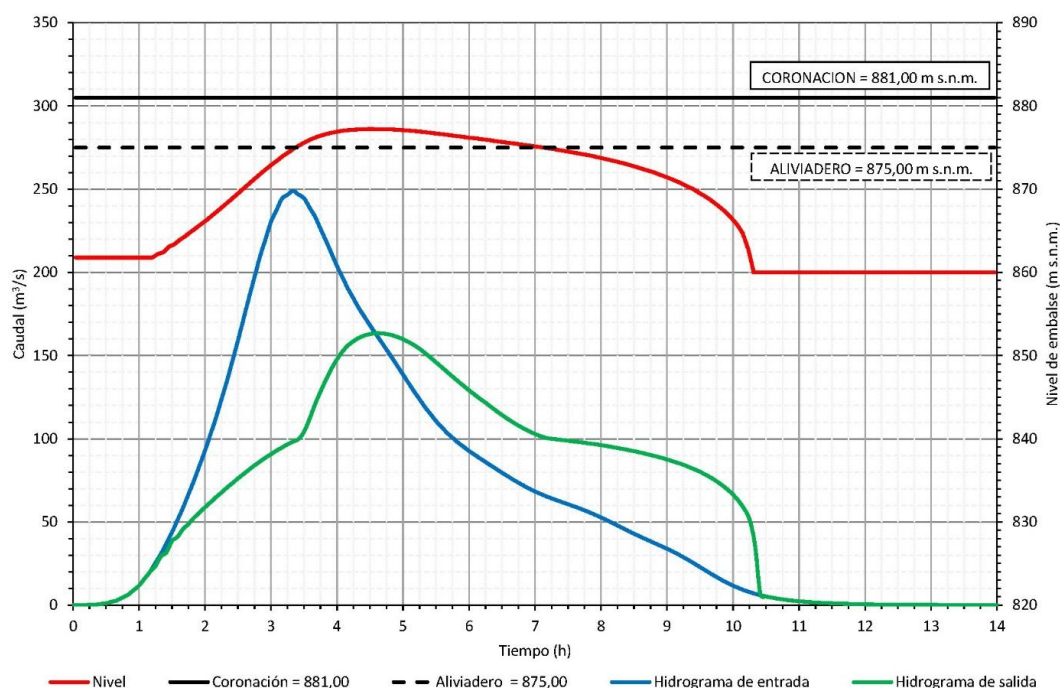
1.7 Alternativa 7. Presa con 4 marcos de 2 x 1 m² y un aliviadero a la cota 877

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	878,23
Cota de coronación estimada (msnm)	883,00
Altura de la presa (m)	23,00
Superficie máxima del embalse (ha)	26,60
Volumen máximo del embalse (hm ³)	2,01
Nº de conductos de desagüe	4
Dimensiones de los conductos (m)	2 x 1
Longitud de coronación (m)	183,37
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	877,00
Resguardo normal (m)	6,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	133,95



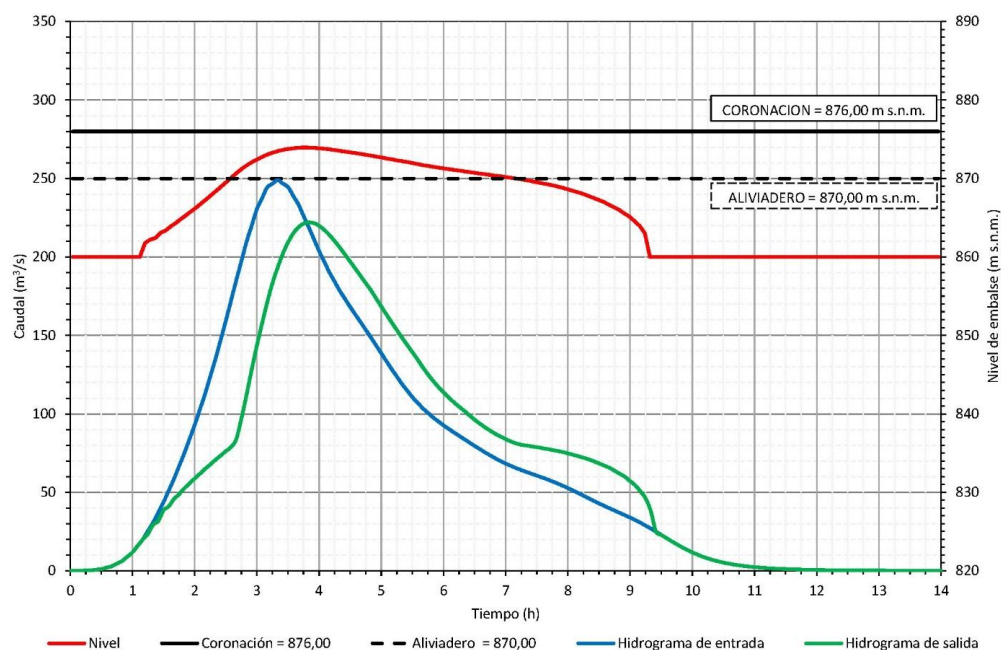
1.8 Alternativa 8. Presa con 4 marcos de 2 x 1 m² y un aliviadero a la cota 875

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	877,22
Cota de coronación estimada (msnm)	881,00
Altura de la presa (m)	21,00
Superficie máxima del embalse (ha)	22,15
Volumen máximo del embalse (hm ³)	1,53
Nº de conductos de desagüe	4
Dimensiones de los conductos (m)	2 x 1
Longitud de coronación (m)	175,30
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	875,00
Resguardo normal (m)	6,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	163,35



1.9 Alternativa 9. Presa con 4 marcos de 2 x 1 m² y un aliviadero a la cota 870

Cota de cauce (m s.n.m.)	860,00
Cota máxima alcanzada (m s.n.m.)	873,94
Cota de coronación estimada (msnm)	876,00
Altura de la presa (m)	16,00
Superficie máxima del embalse (ha)	12,45
Volumen máximo del embalse (hm ³)	0,67
Nº de conductos de desagüe	4
Dimensiones de los conductos (m)	2 x 1
Longitud de coronación (m)	142,54
Longitud del aliviadero (m)	10,0
Cota umbral del aliviadero (m s.n.m.)	870,00
Resguardo normal (m)	6,0
Caudal máximo de entrada (m ³ /s)	248,96
Caudal máximo laminado (m ³ /s)	222,02



La alternativa más favorable desde el punto de vista hidráulico ha resultado ser la propuesta n.º 7, que contempla la construcción de una presa dotada con un desagüe de fondo compuesto por cuatro marcos de 2 metros de ancho por 1 metro de alto cada uno, y un aliviadero de 10 metros de longitud, situado a la cota 877,00 m s.n.m. Esta solución permitiría laminar la avenida de 500 años ($249 \text{ m}^3/\text{s}$), reduciendo el caudal de salida a $133,95 \text{ m}^3/\text{s}$. La altura de la presa sobre el cauce sería de 23 metros, con una longitud de coronación de 183,37 metros.

Anexo 4.

Estudio de laminación y derivación de caudales de los túneles y presas asociadas

1 Estudio de laminación de los túneles y presas de toma asociadas

Se ha realizado un estudio de laminación y derivación de caudales de los túneles y presas asociadas para determinar el caudal derivado por el túnel y el caudal laminado por la presa y establecer la altura de presa necesaria. Se han estudiado tres alternativas de túnel en función de su diámetro: 3, 4 o 6 m.

También se ha analizado derivar el agua mediante canales en trinchera. Sin embargo, esta actuación no es viable debido a que, teniendo en cuenta la diferencia de cota mínima necesaria entre el inicio y final del canal para garantizar una pendiente adecuada, sería necesario excavar o volar esas elevaciones en el ámbito de la obra debido a que todos los trazados atraviesan zonas elevadas de varias decenas de metros. Estas excavaciones comprometerían los flujos del agua subterránea, causando un gran impacto ambiental y suponiendo un elevadísimo coste económico.

Este estudio se ha llevado a cabo para la avenida de 500 años, periodo de retorno de diseño, y para la avenida de 5000 años, periodo de retorno considerado para cumplir con las Normas Técnicas de Seguridad de Presas.

A continuación, se muestran los hidrogramas resultantes.

1.1 Túnel 1, en el paraje de las Fuentes de Letur

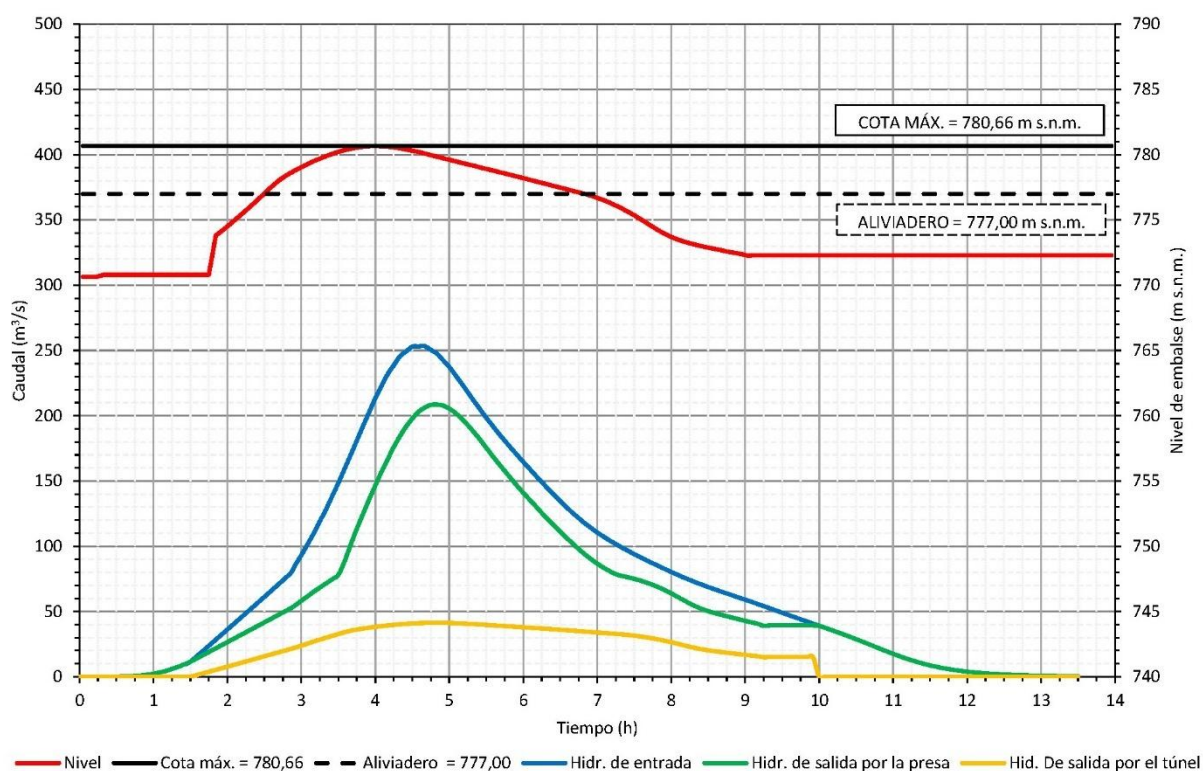


Imagen 69. Laminación túnel 1 de diámetro 3 m, para T500 años

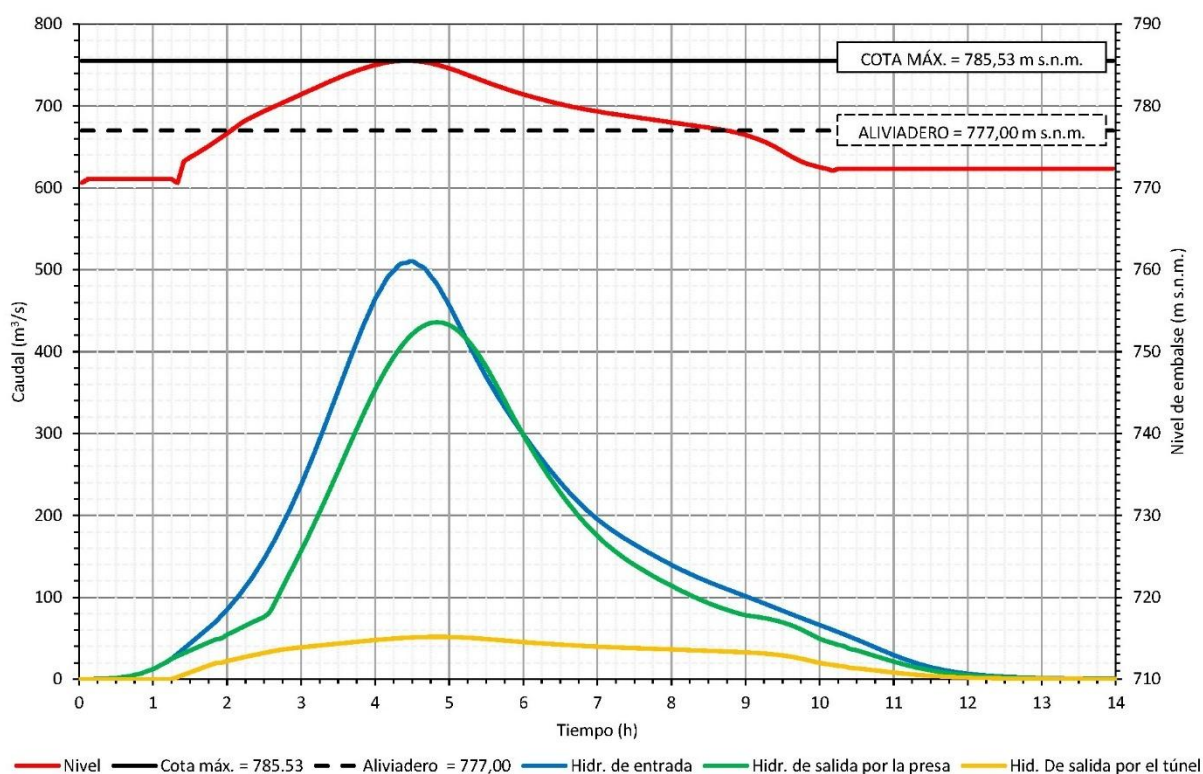


Imagen 70. Laminación túnel 1 de diámetro 3 m, para T5.000 años (avenida extrema)

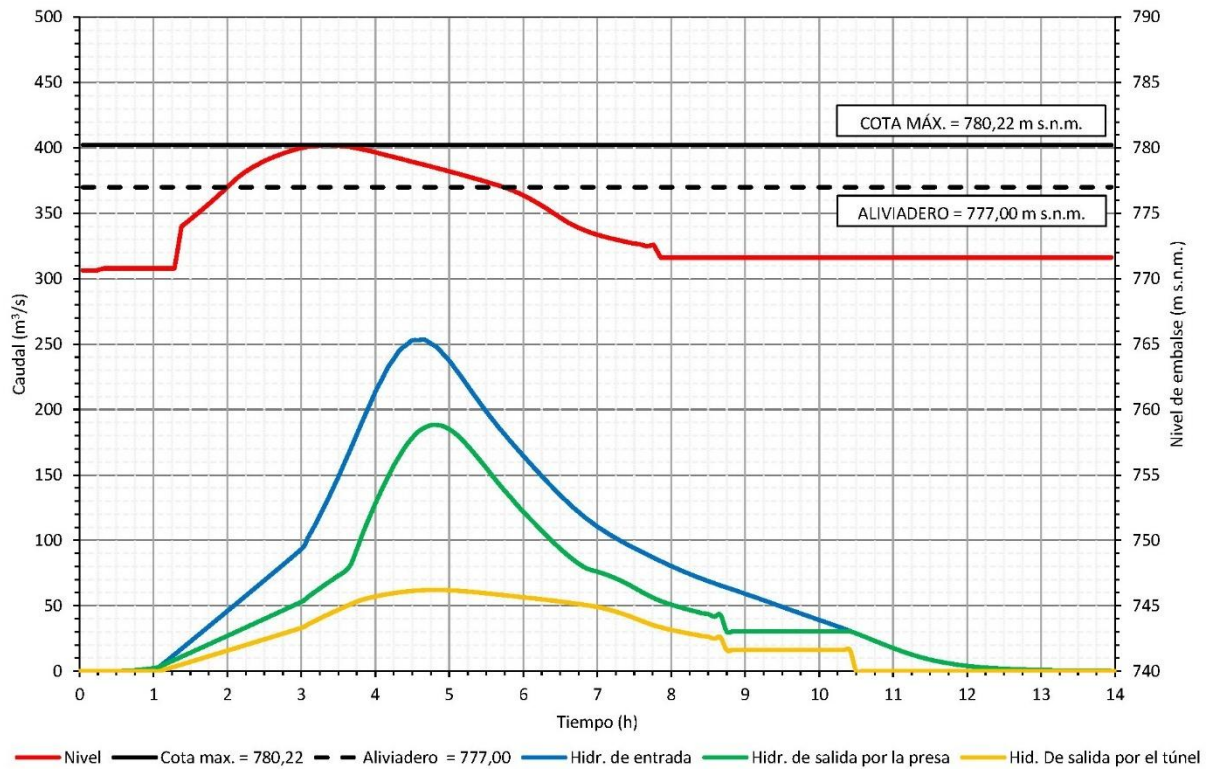


Imagen 71. Laminación túnel 1 de diámetro 4 m, para T500 años

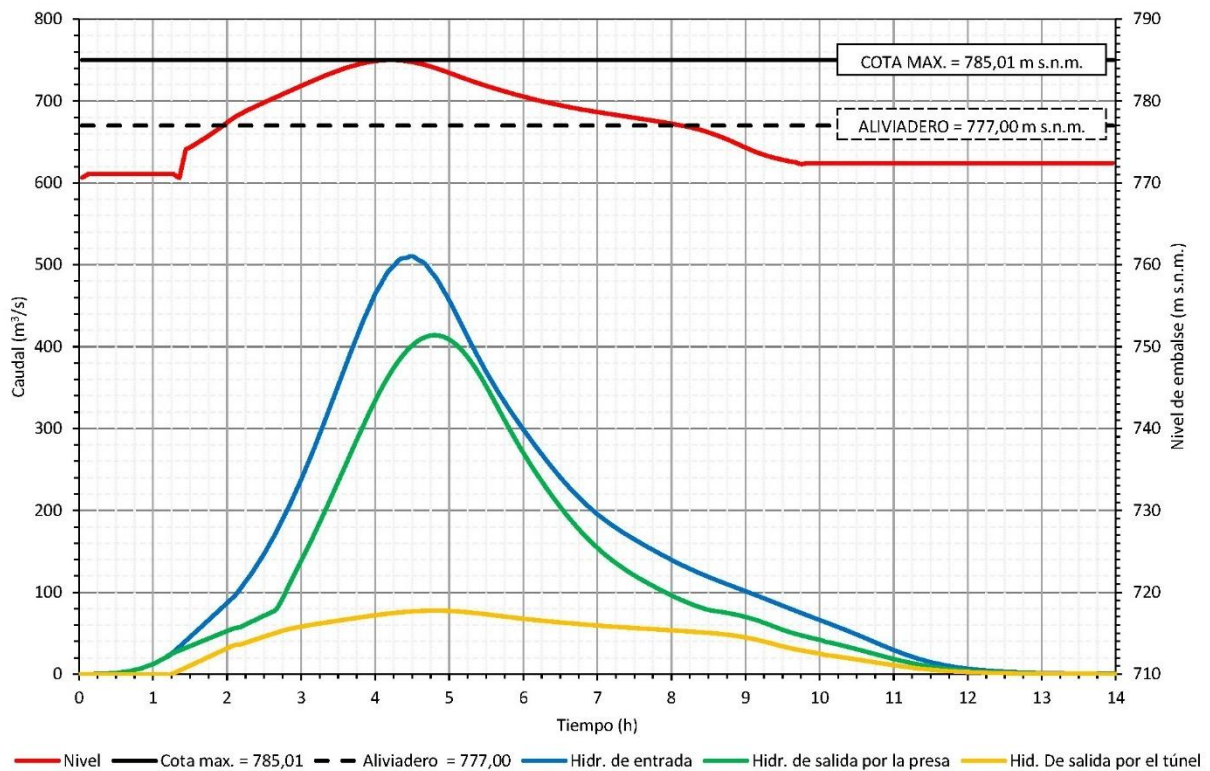


Imagen 72. Laminación túnel 1 de diámetro 4 m, para T5.000 años (avenida extrema)

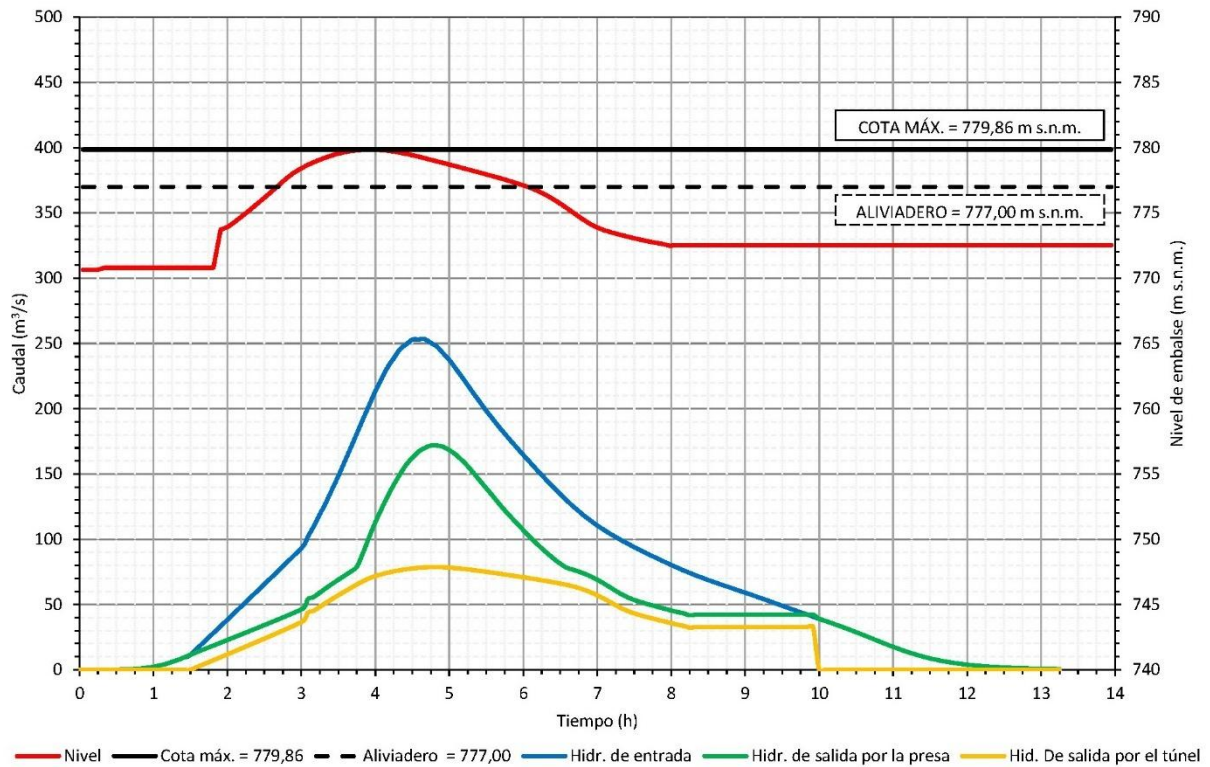


Imagen 73. Laminación túnel 1 de diámetro 6 m, para T500 años

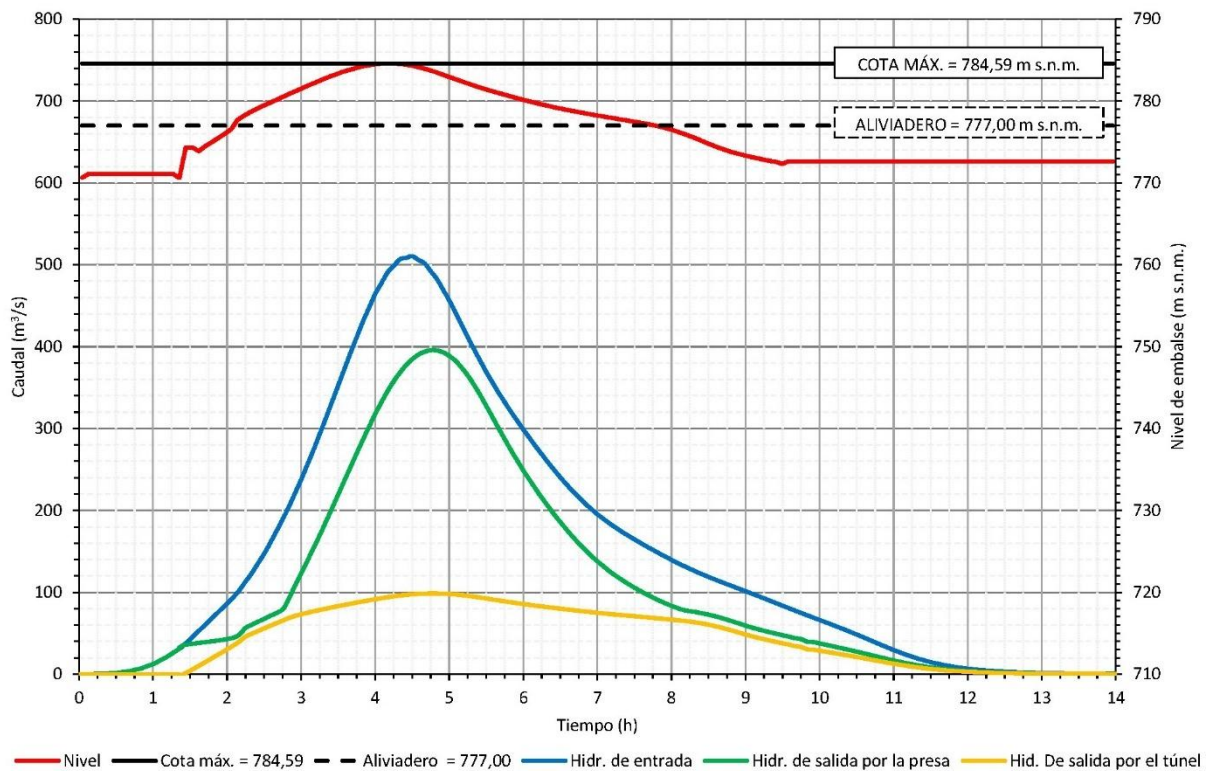


Imagen 74. Laminación túnel 1 de diámetro 6 m, para T5.000 años (avenida extrema)

1.2 Túnel 2, en el paraje de la Huerta de Ricao

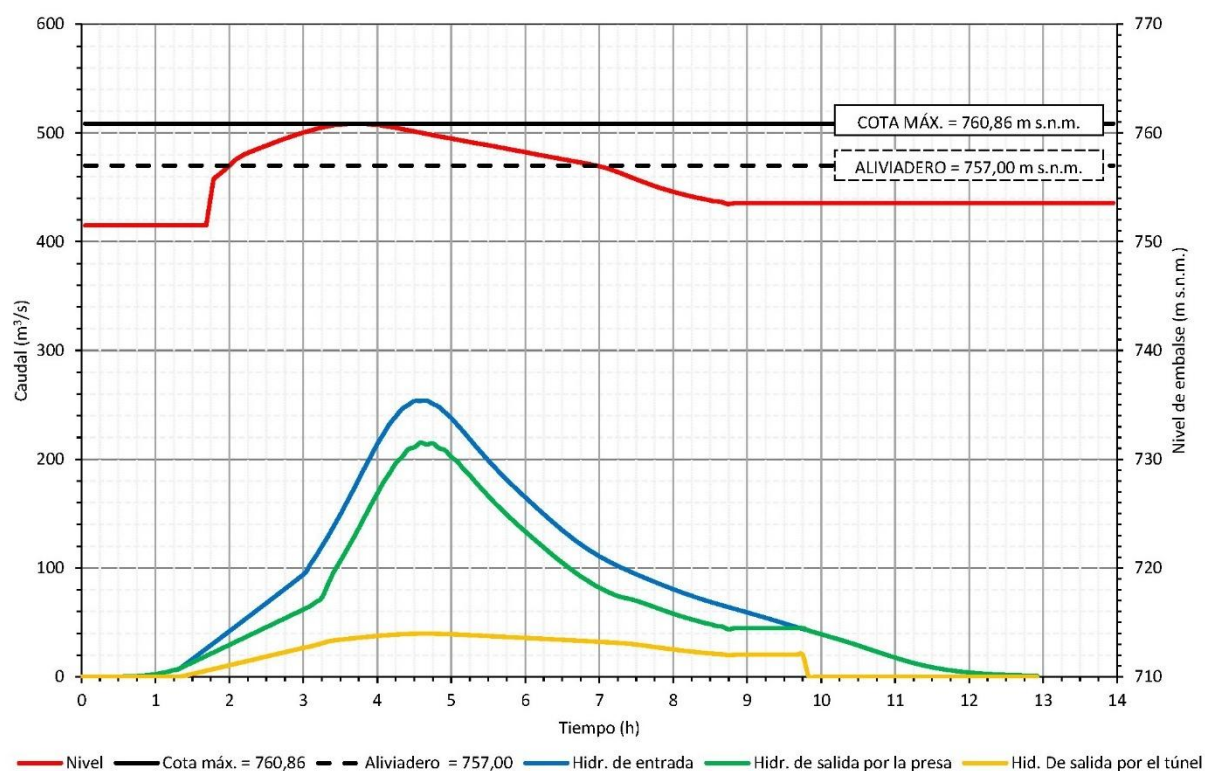


Imagen 75. Laminación túnel 2 de diámetro 3 m, para T500 años

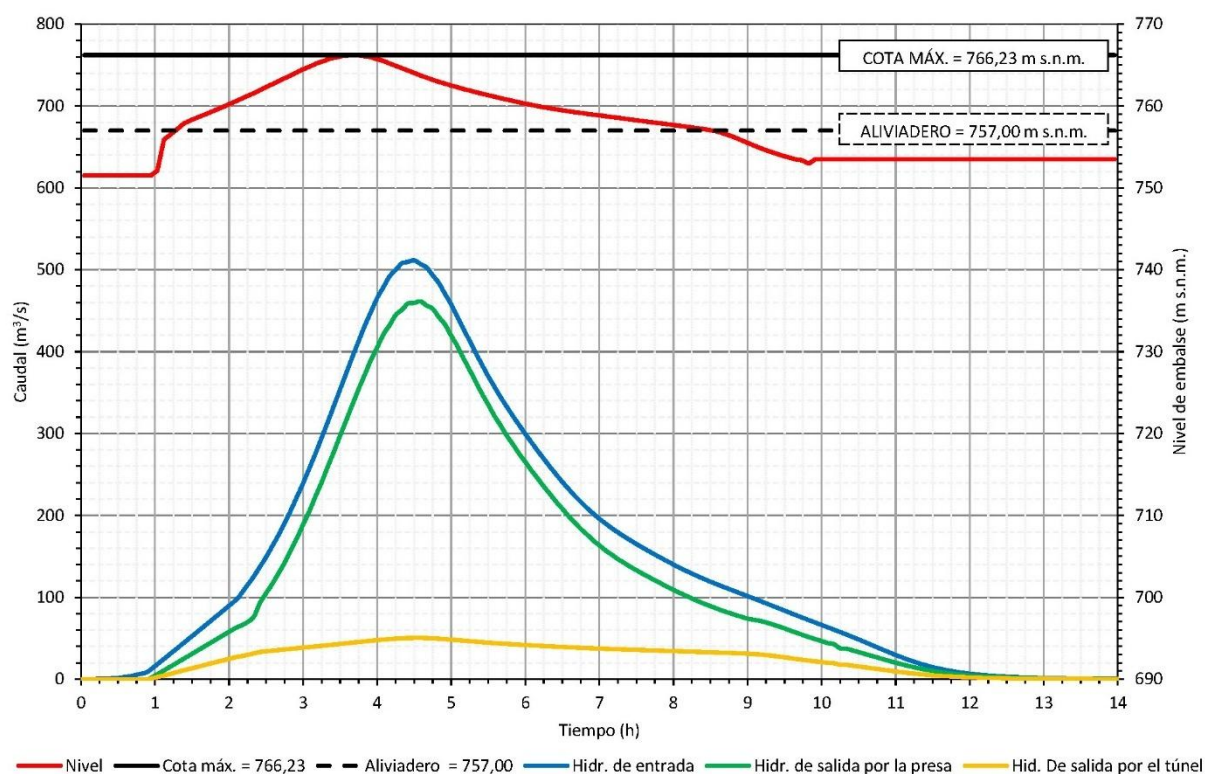


Imagen 76. Laminación túnel 2 de diámetro 3 m, para T5.000 años (avenida extrema)

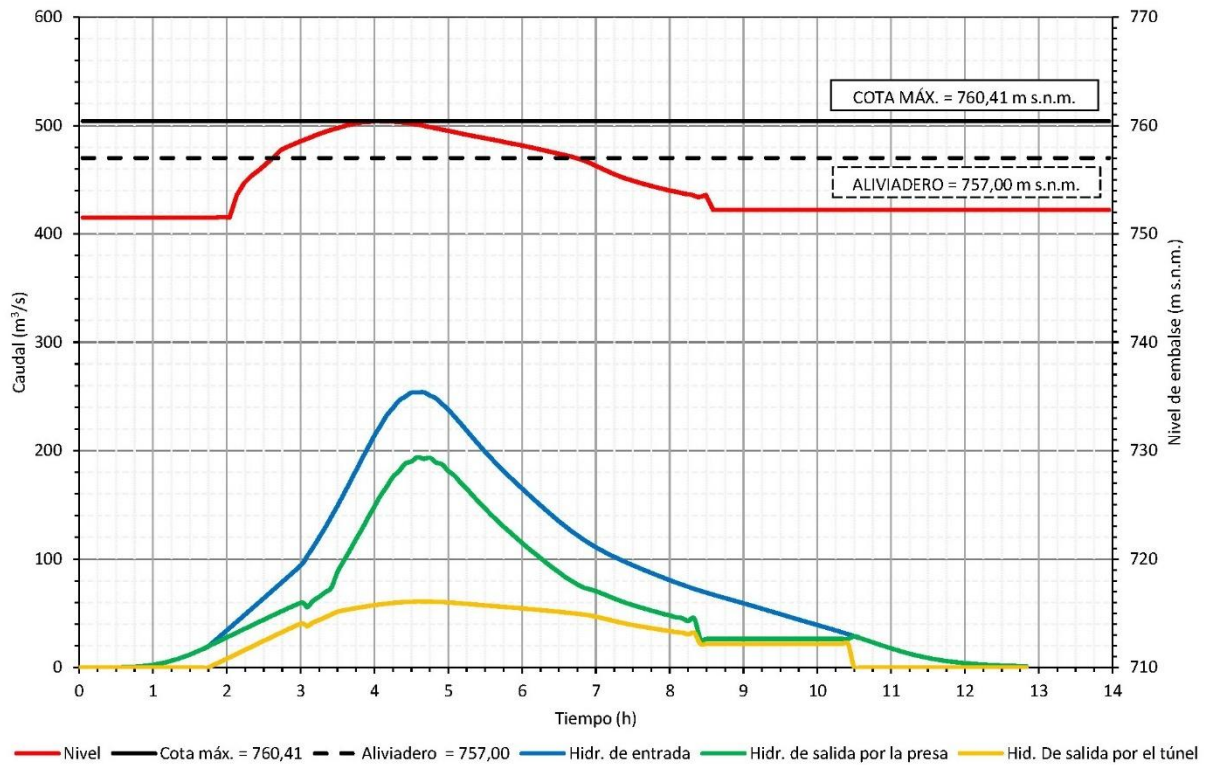


Imagen 77. Laminación túnel 2 de diámetro 4 m, para T500 años

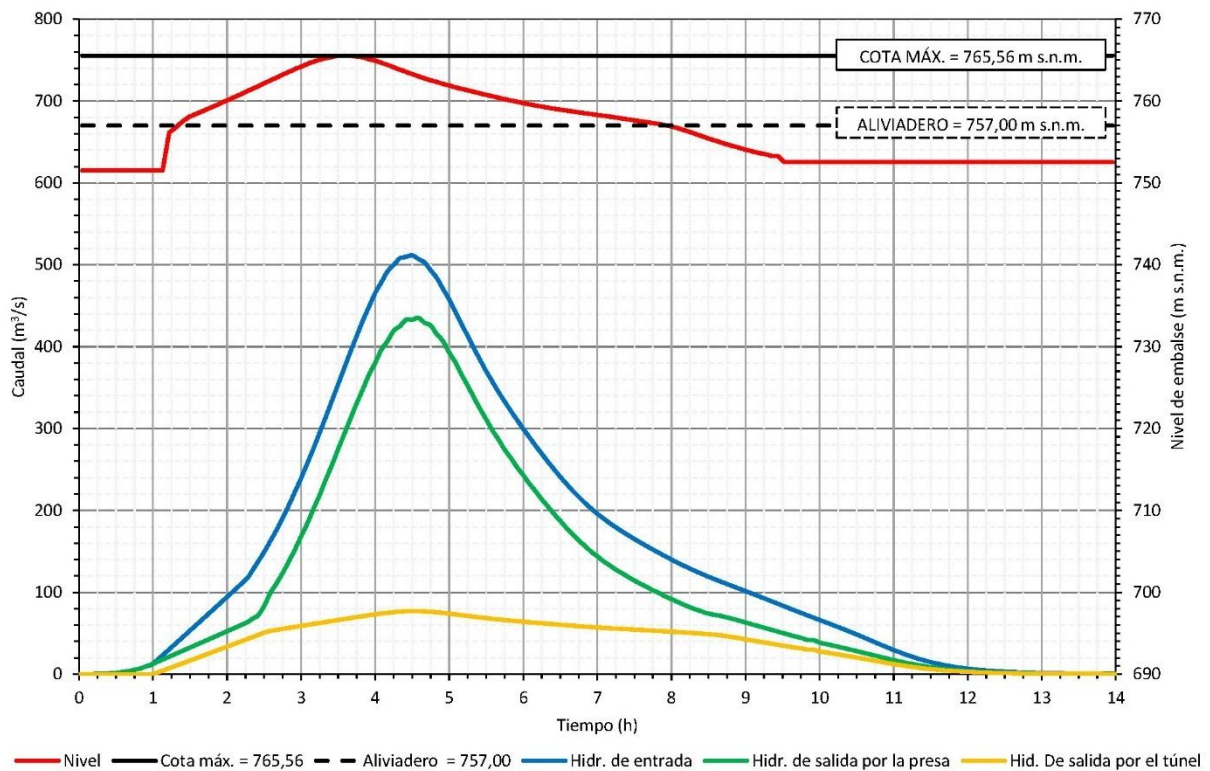


Imagen 78. Laminación túnel 2 de diámetro 4 m, para T5.000 años (avenida extrema)

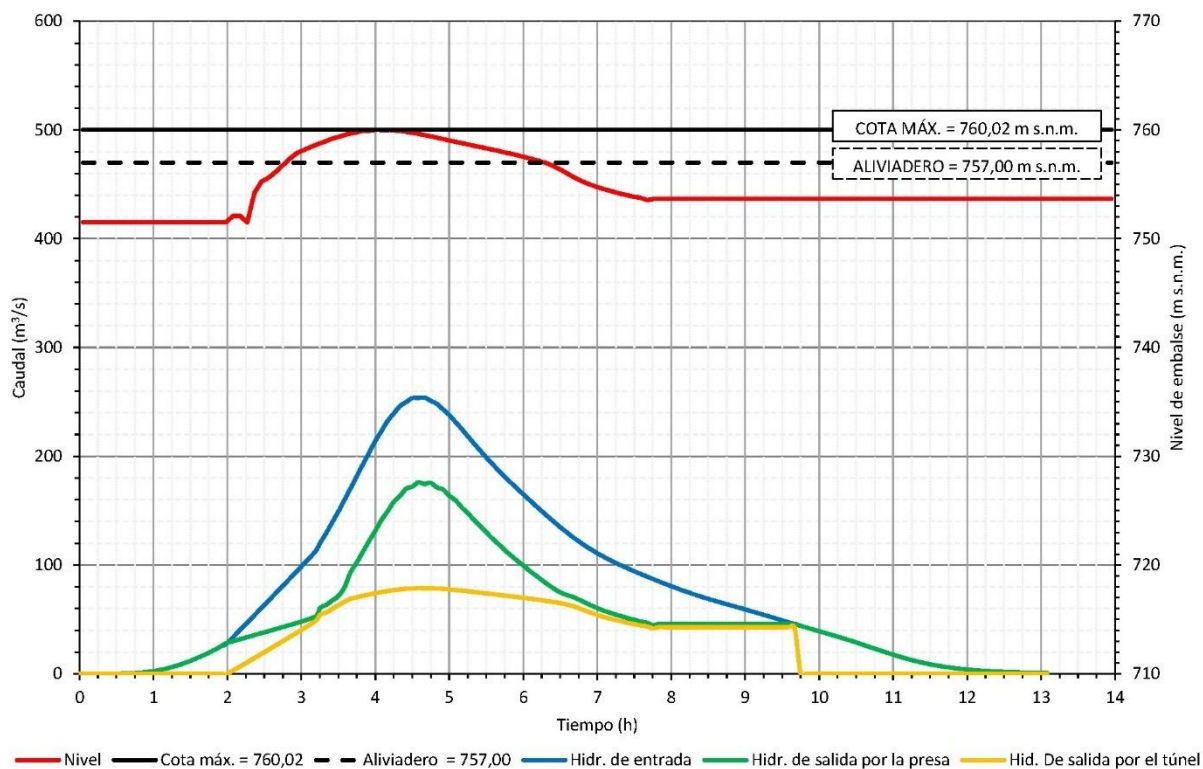


Imagen 79. Laminación túnel 2 de diámetro 6 m, para T500 años

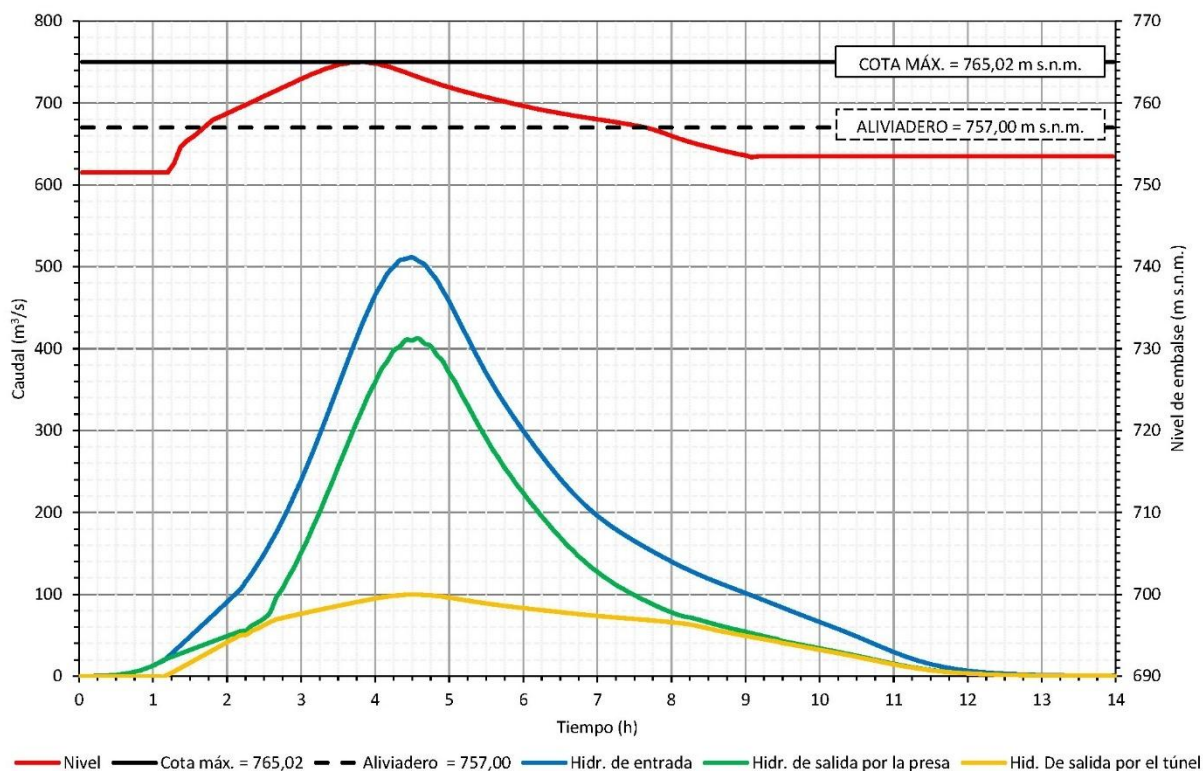
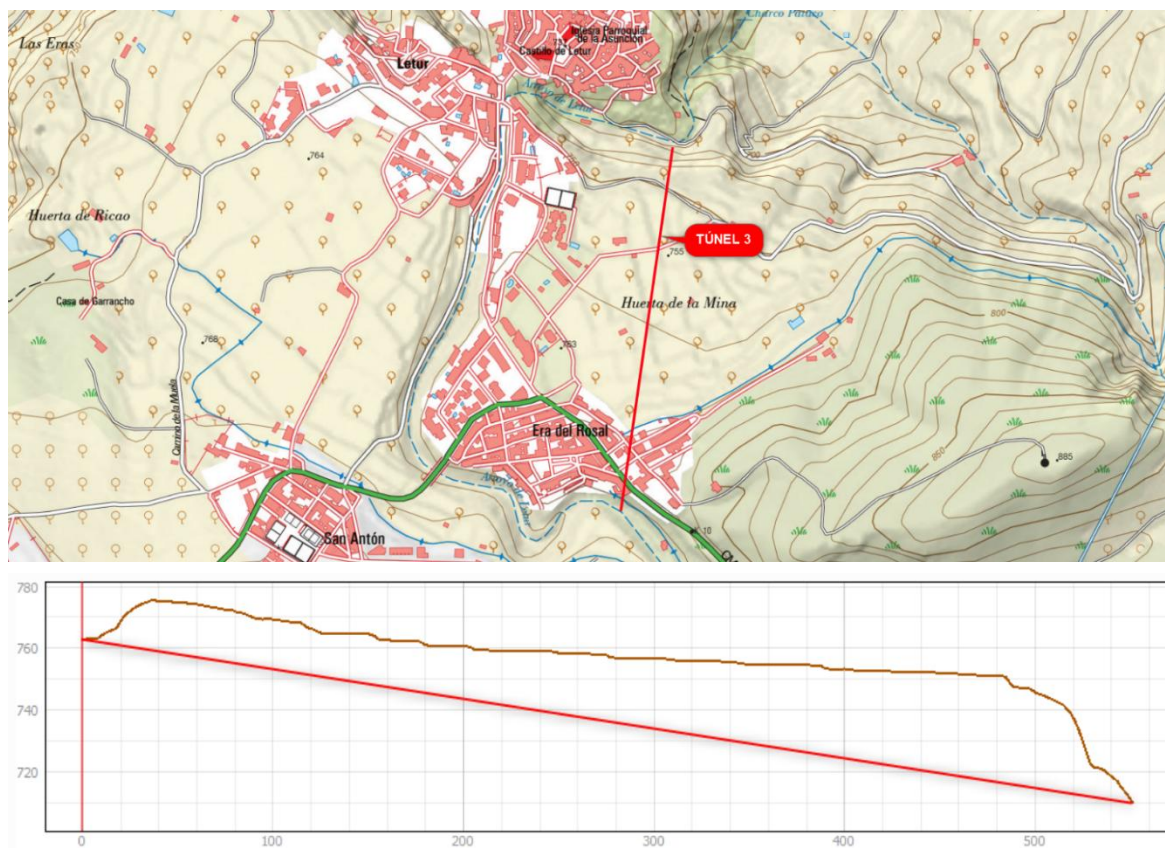


Imagen 80. Laminación túnel 2 de diámetro 6 m, para T5.000 años (avenida extrema)

1.3 Túnel 3, en el paraje de la Huerta de la Mina

La embocadura del tercer túnel propuesto se sitúa al comienzo de la Era del Rosal y, tras atravesar la Huerta de la Mina, vierte al arroyo de Letur aguas abajo de la plaza de toros.

Esta propuesta de actuación tiene la dificultad de que el primer tramo discurre bajo núcleo urbano. Parte del trazado sería sobre calizas masivas del mesozoico y parte sobre tobas travertínicas. También tendría el problema al igual que el Túnel 2 de situarse la embocadura aguas abajo del paraje de las Fuentes de Letur lo que conllevaría a alterar el caudal natural del arroyo.



Los parámetros geométricos del túnel propuesto son los siguientes:

Túnel 2	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z
Embocadura	578.632	4.246.144,0	761,73
Salida	578.710	4.246.690,0	709,04
Longitud (m)	Desnivel (m)	Pendiente (%)	Manning del túnel
551,72	52,69	9,55	0,03

Entre ejecutar la propuesta del túnel 2 o 3 se entiende que es más conveniente la segunda, por no afectar al casco urbano, por lo que esta opción no se ha modelizado.

1.4 Túnel 4, en el paraje Fuente de la Solana

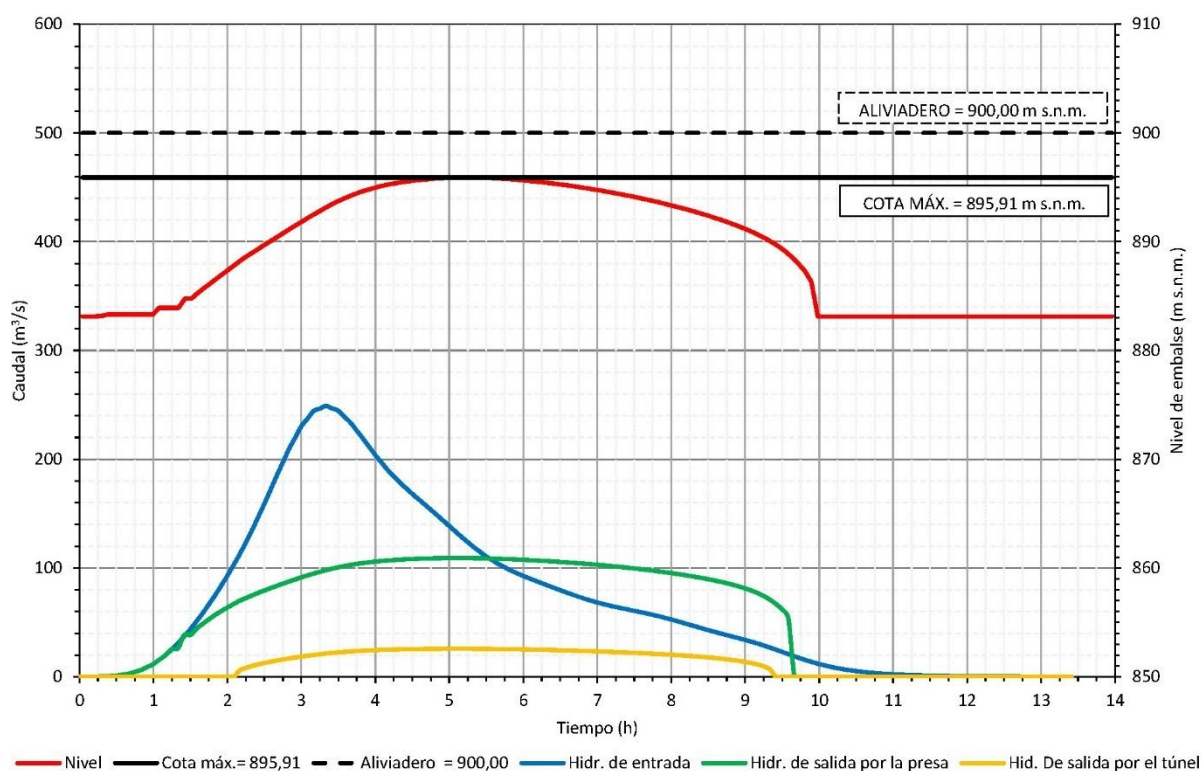


Imagen 81. Laminación túnel 4 de diámetro 3 m, para T500 años

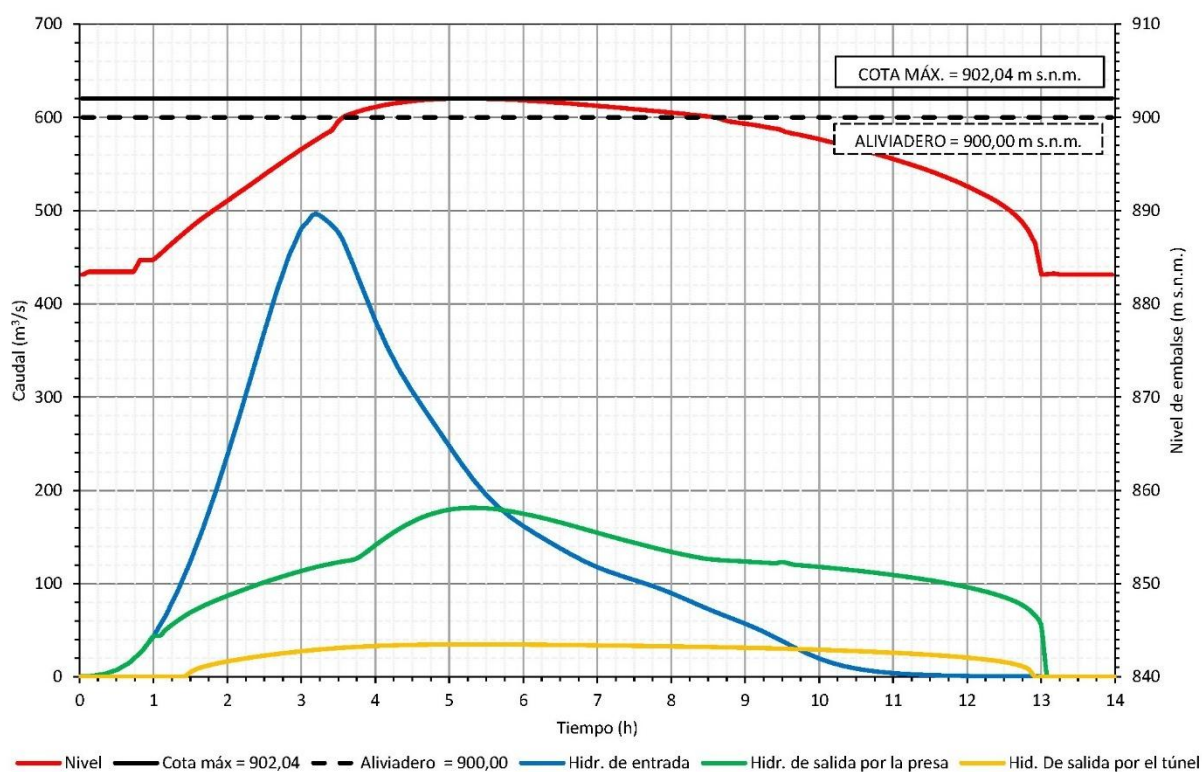


Imagen 82. Laminación túnel 4 de diámetro 3 m, para T5.000 años (avenida extrema)

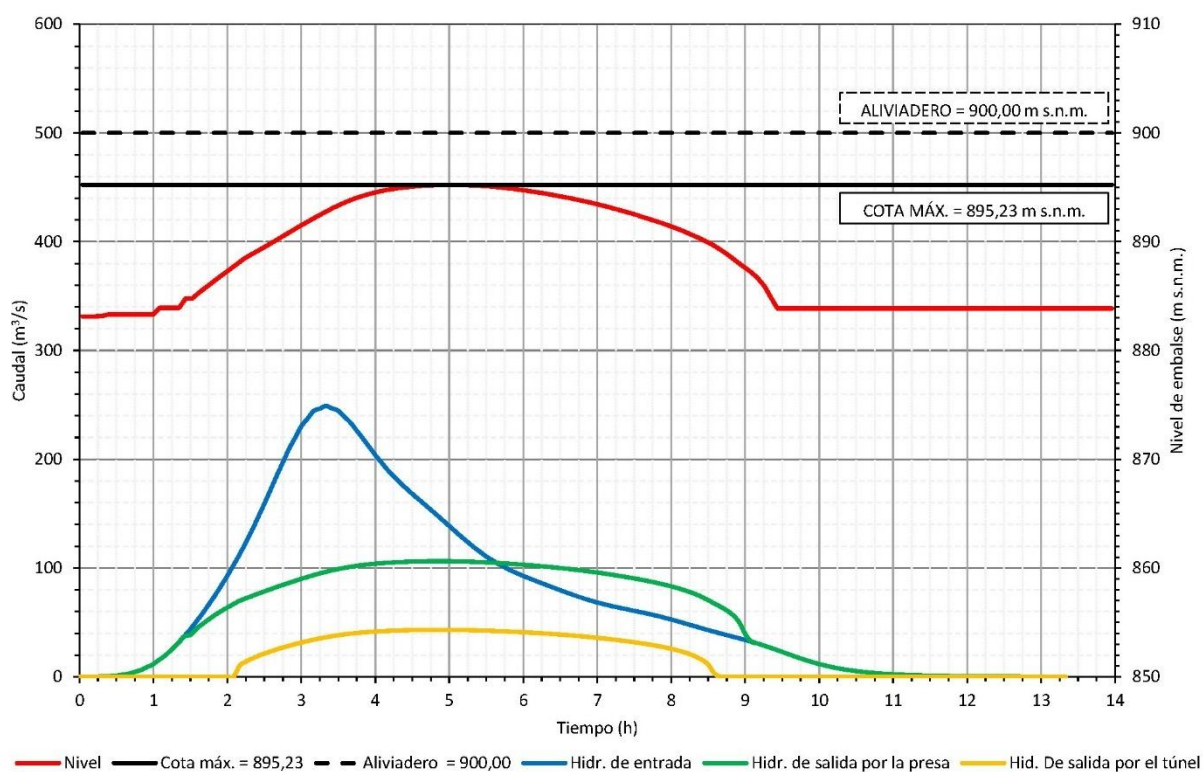


Imagen 83. Laminación túnel 4 de diámetro 4 m, para T500 años

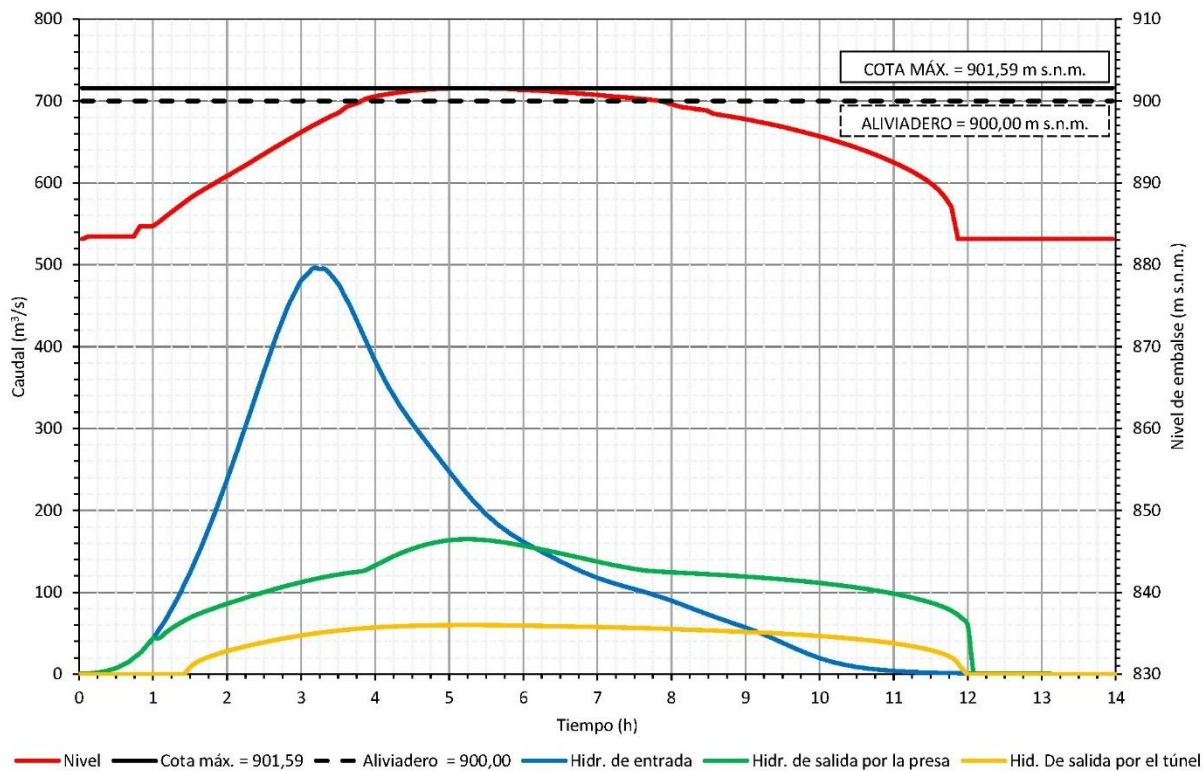


Imagen 84. Laminación túnel 4 de diámetro 4 m, para T5.000 años (avenida extrema)

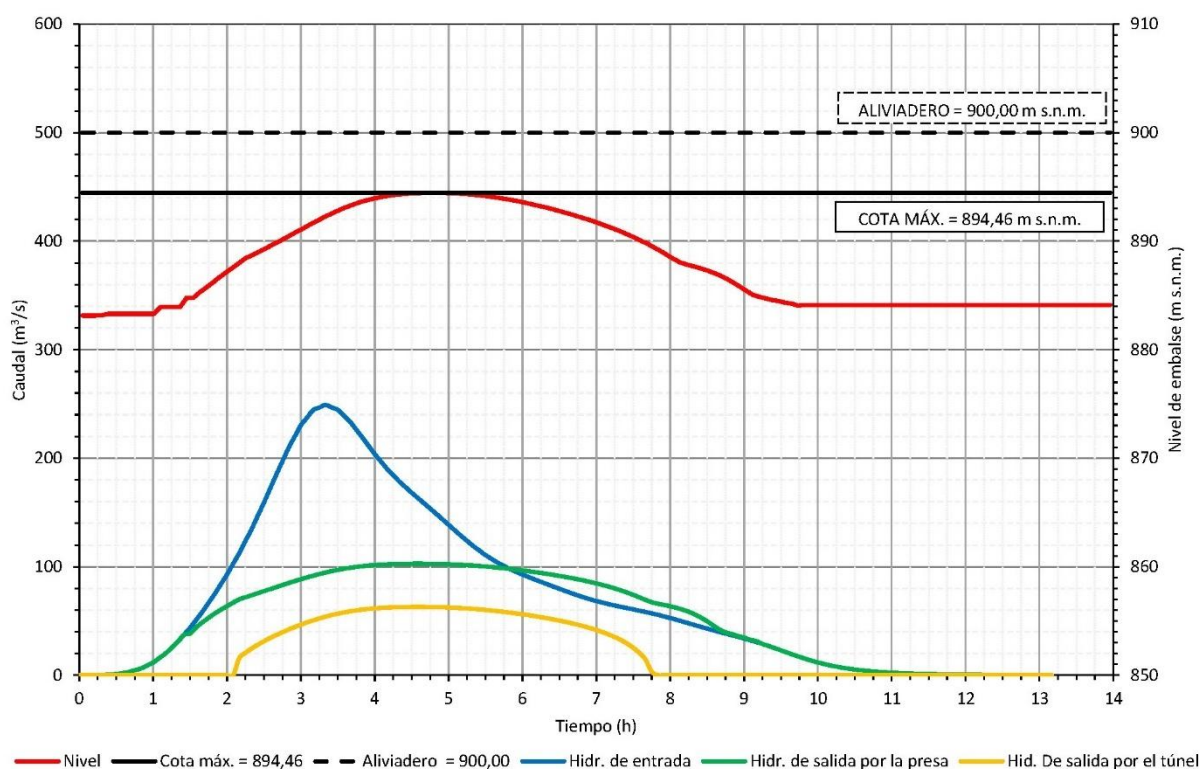


Imagen 85. Laminación túnel 4 de diámetro 6 m, para T500 años

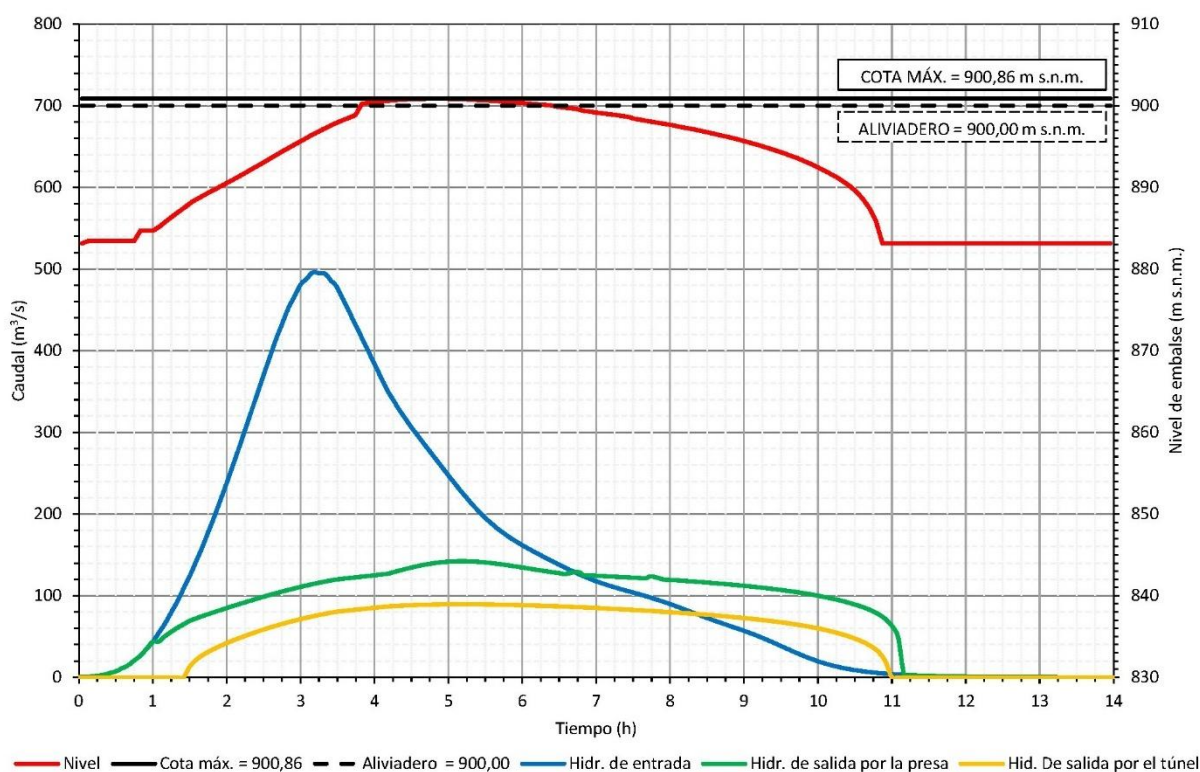


Imagen 86. Laminación túnel 4 de diámetro 6 m, para T5.000 años (avenida extrema)

1.5 Túneles 5 y 6, en la rambla de la Hoya Hermosa y en la rambla de los Castillejos

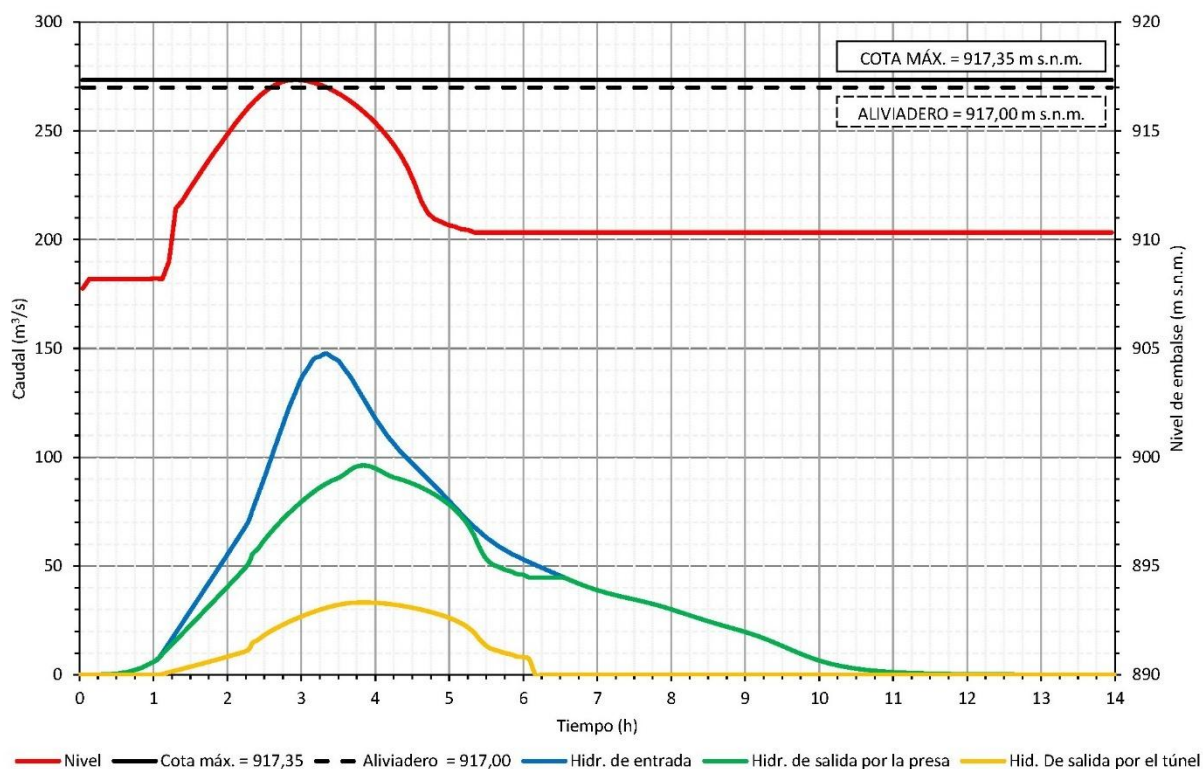


Imagen 87. Laminación túnel 5 de diámetro 3 m, para T500 años

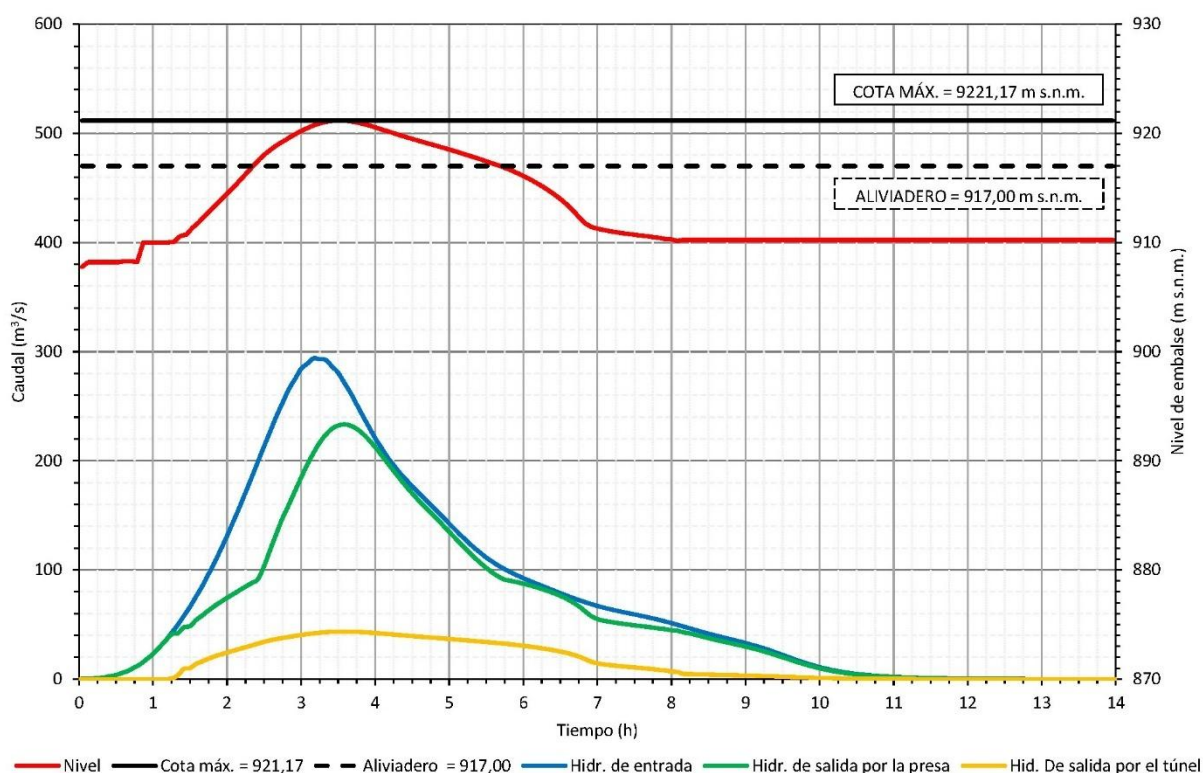


Imagen 88. Laminación túnel 5 de diámetro 3 m, para T5.000 años (avenida extrema)

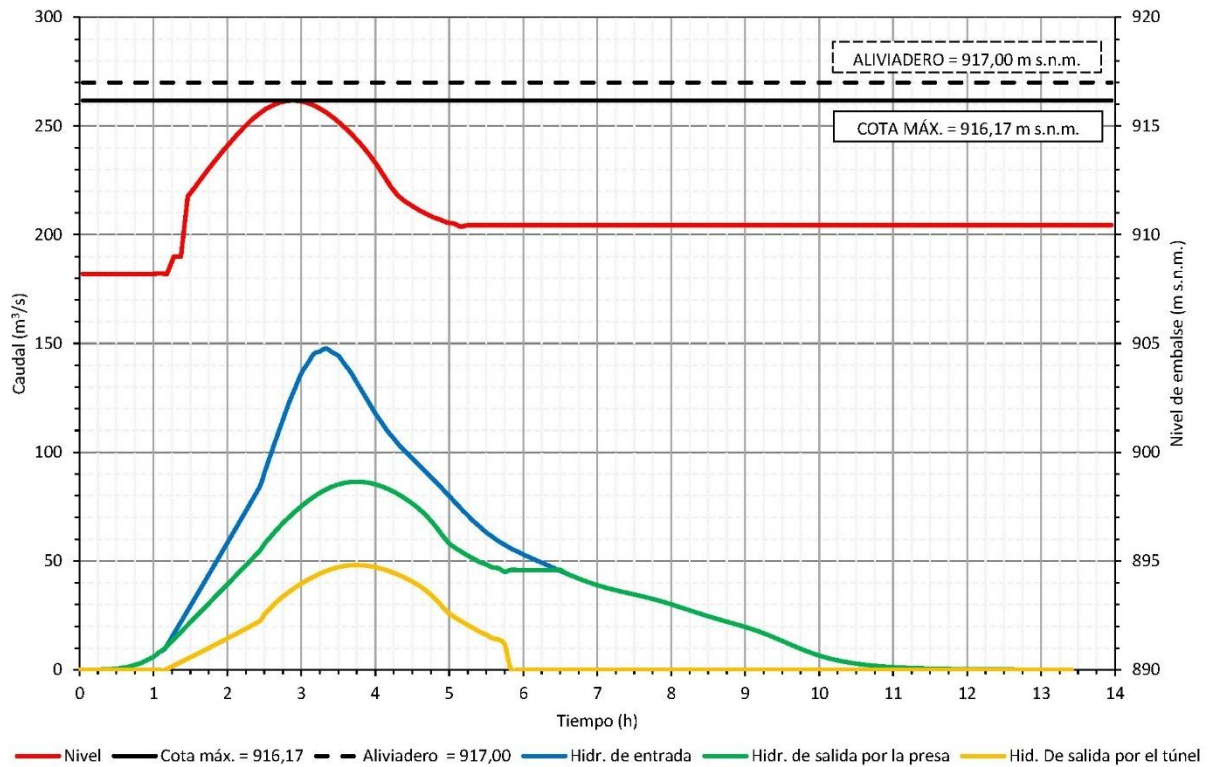


Imagen 89. Laminación túnel 5 de diámetro 4 m, para T500 años

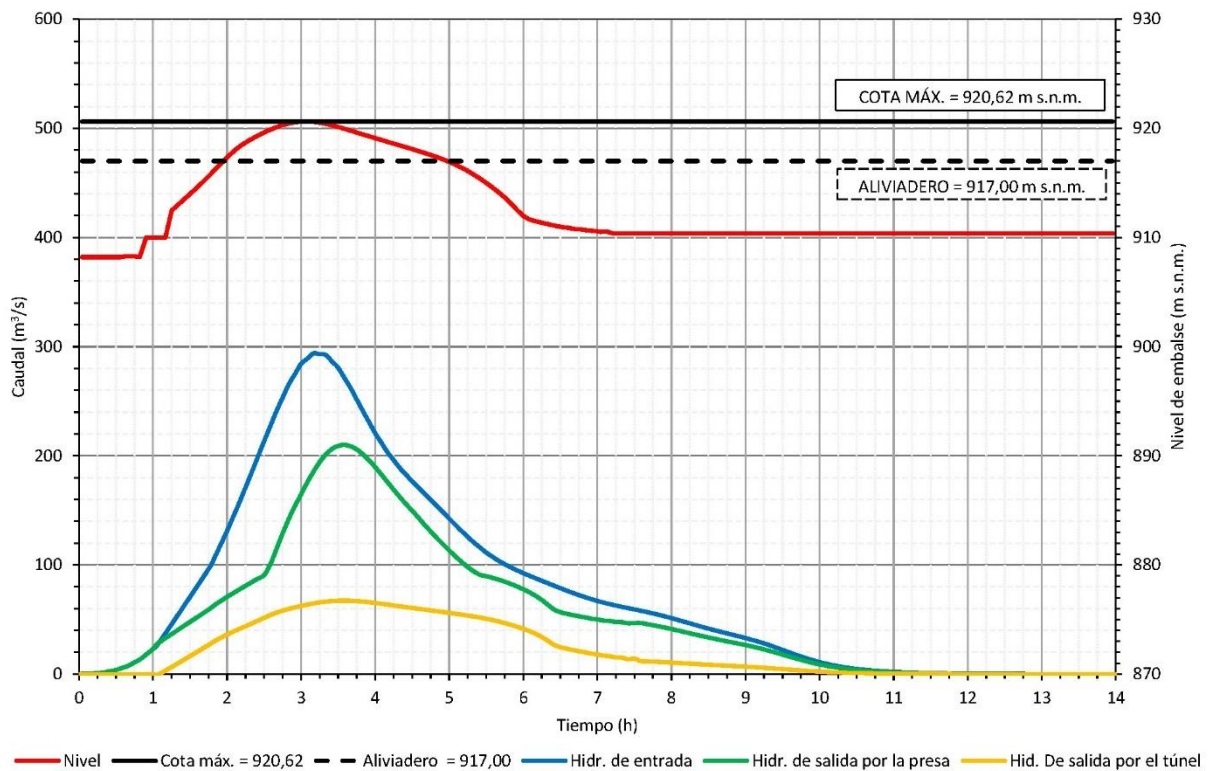


Imagen 90. Laminación túnel 5 de diámetro 4 m, para T5.000 años (avenida extrema)

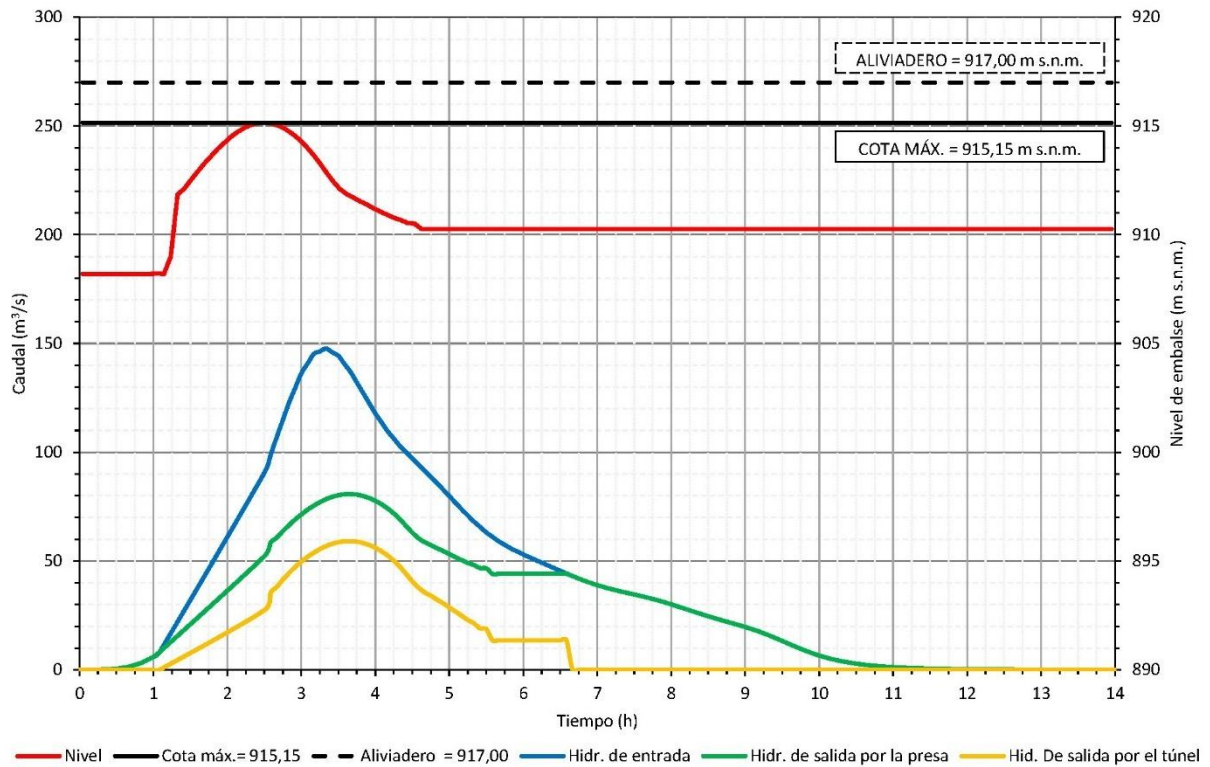


Imagen 91. Laminación túnel 5 de diámetro 6 m, para T500 años

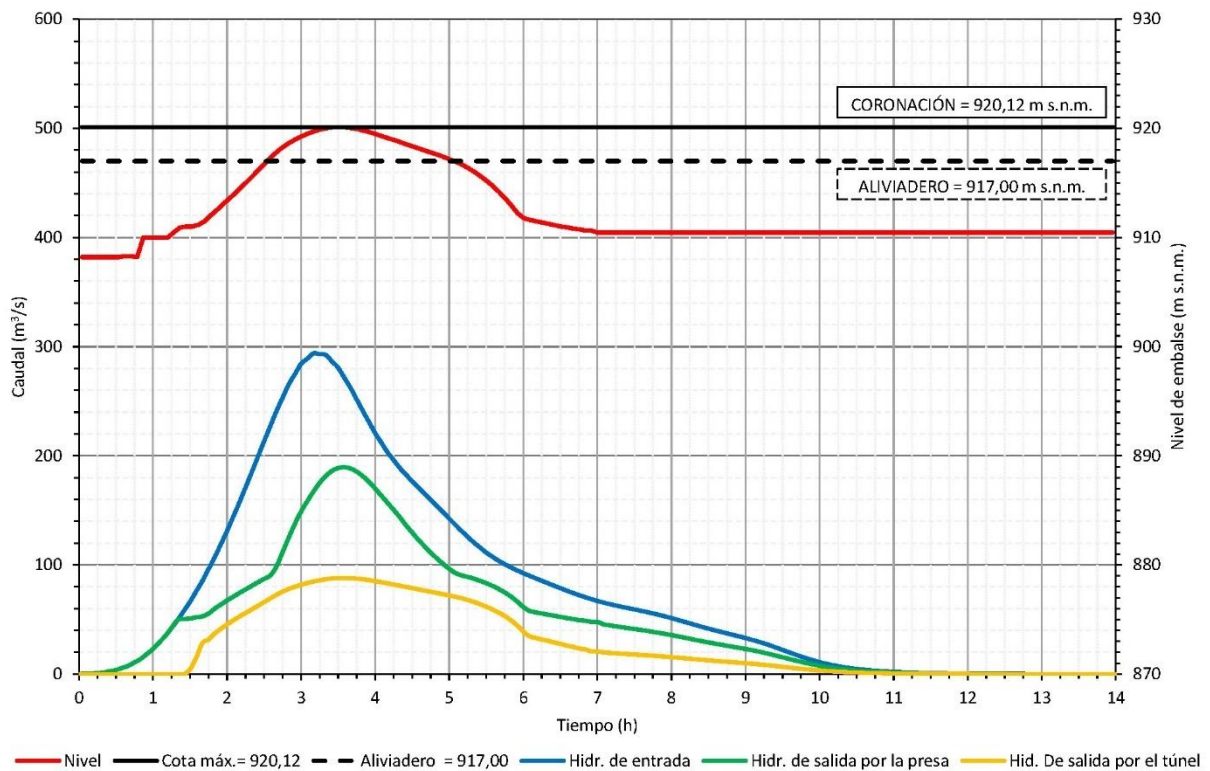


Imagen 92. Laminación túnel 5 de diámetro 6 m, para T5.000 años (avenida extrema)

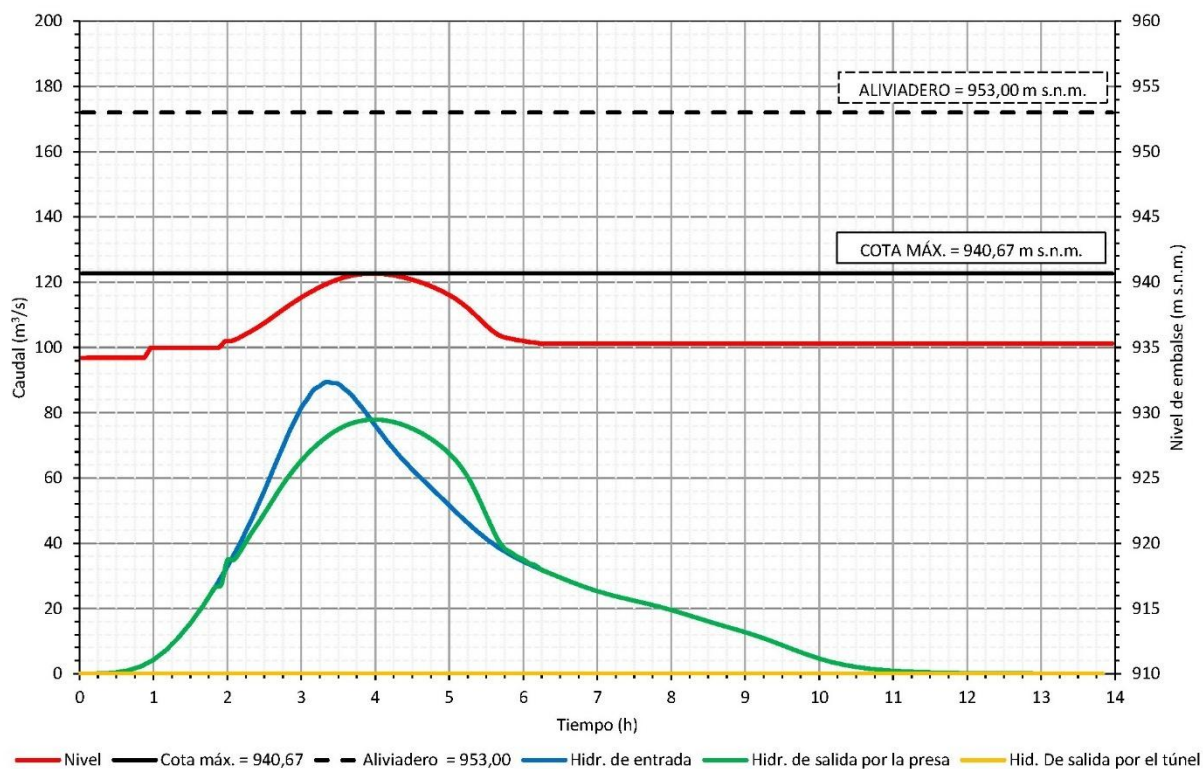


Imagen 93. Laminación túnel 6 de diámetro 3 m, para T500 años

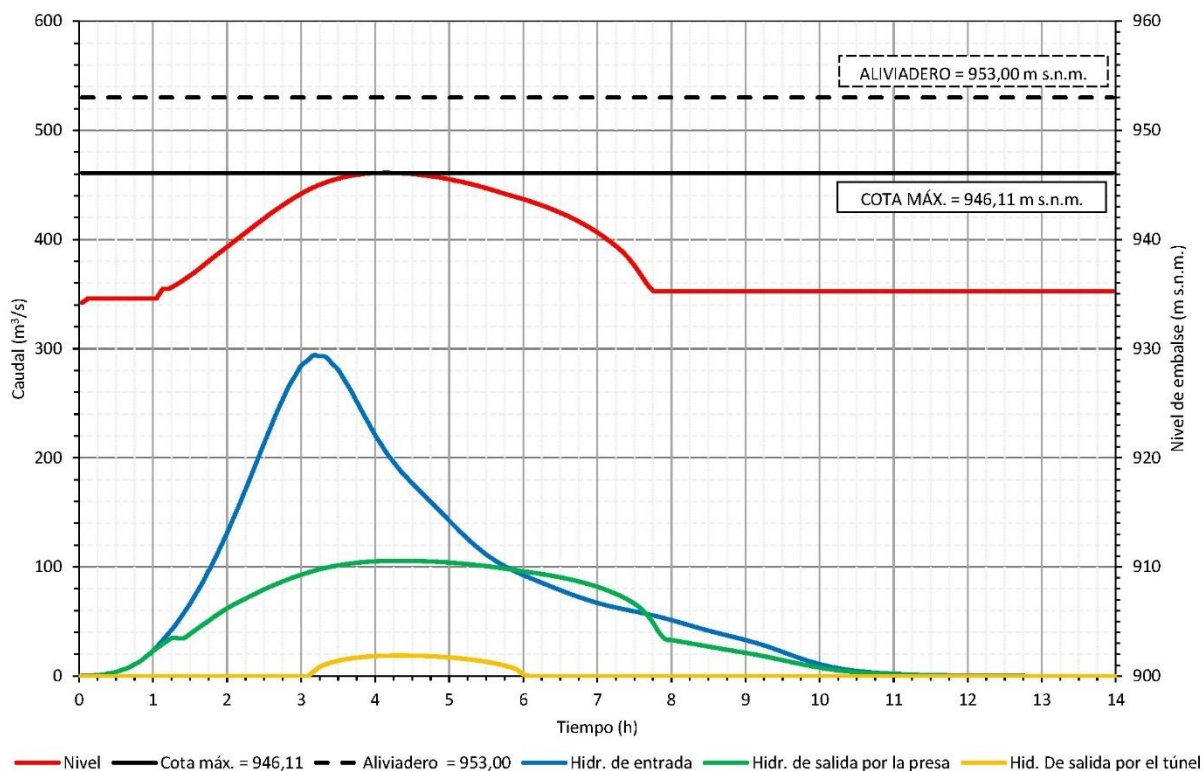


Imagen 94. Laminación túnel 6 de diámetro 3 m, para T5.000 años (avenida extrema)

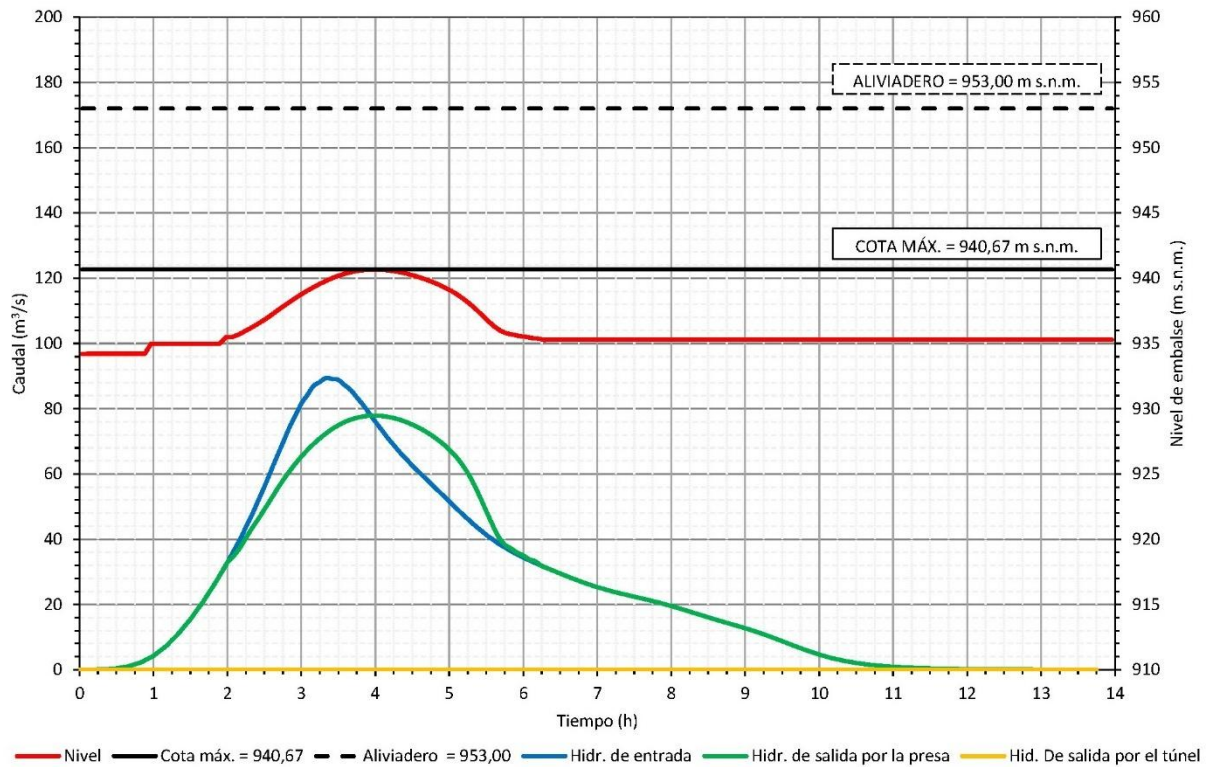


Imagen 95. Laminación túnel 6 de diámetro 4 m, para T500 años

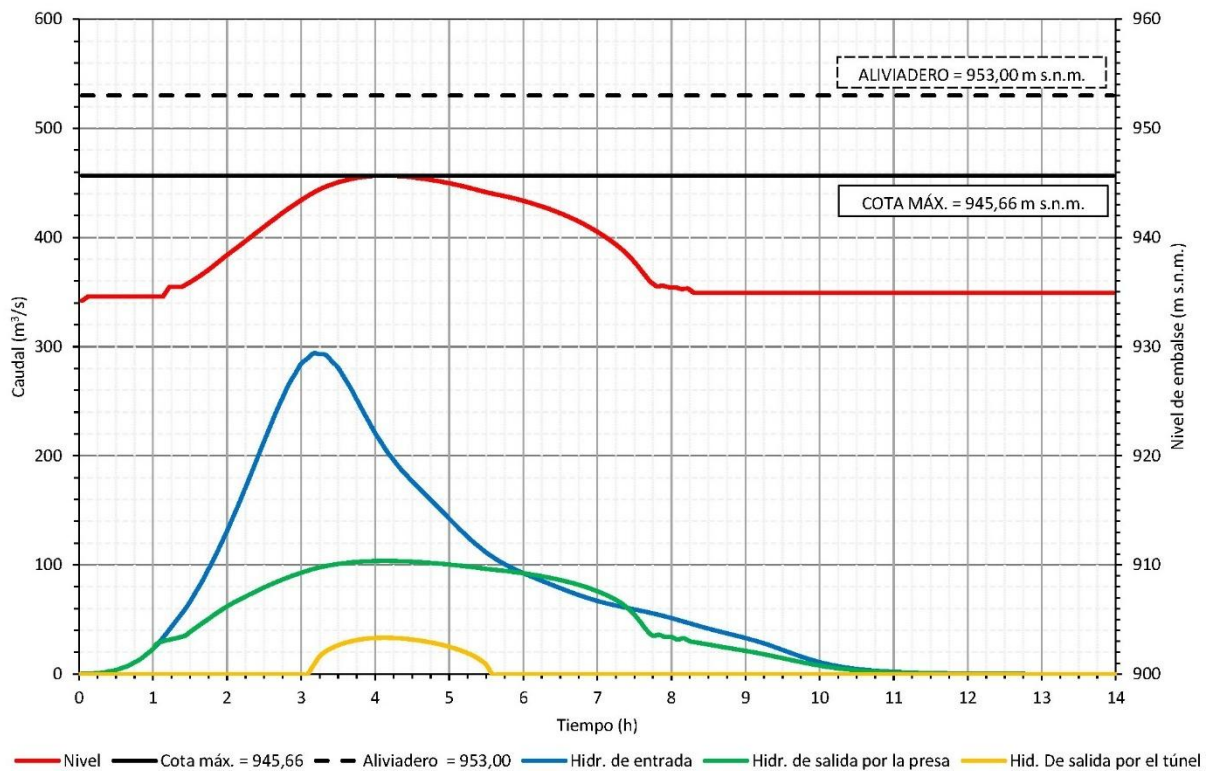


Imagen 96. Laminación túnel 6 de diámetro 4 m, para T5.000 años (avenida extrema)

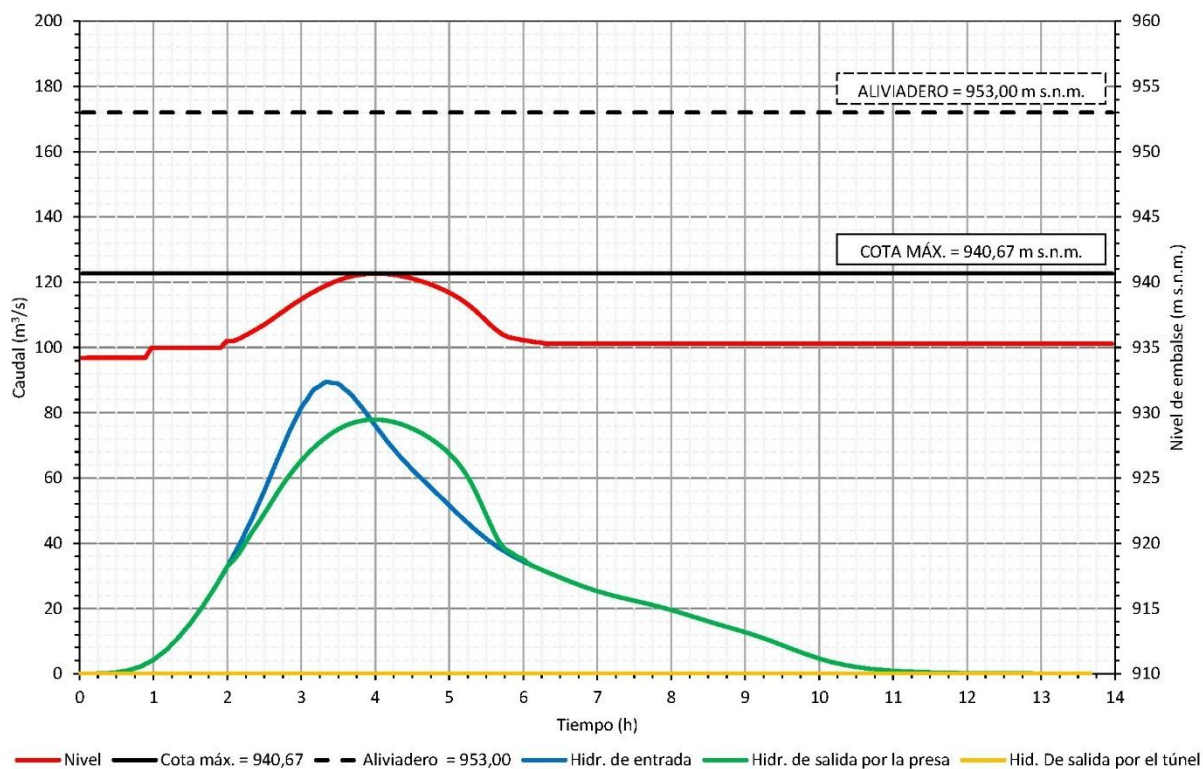


Imagen 97. Laminación túnel 6 de diámetro 6 m, para T500 años

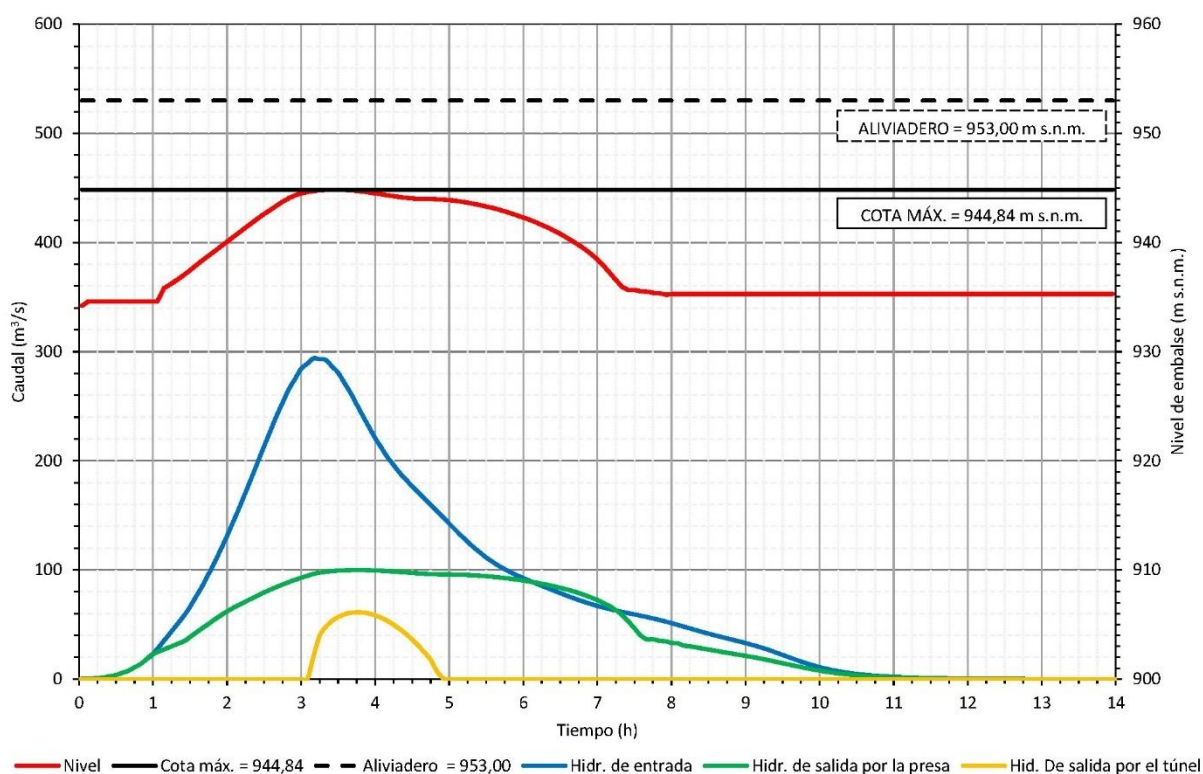


Imagen 98. Laminación túnel 6 de diámetro 6 m, para T5.000 años (avenida extrema)

Anexo 5.

Análisis medioambiental

Índice ANEXO 5

1	Análisis medioambiental	1
1.1	Masas de agua.....	1
1.2	Red Natura 2000 y Espacios Naturales Protegidos	1
1.3	Plan de Gestión.....	3
1.4	Procedimiento de evaluación de impacto ambiental	4
1.5	Objetivos ambientales de las masas de agua.....	5
1.6	Situación inicial de la masa de agua superficial. Aplicación del Protocolo PHMF ...	6
1.7	Afecciones derivadas de las actuaciones	10
1.8	Análisis de las alternativas	11
1.9	Descripción y evaluación de los posibles efectos significativos	13
1.10	Medidas preventivas, correctoras y compensatorias	20
1.11	Seguimiento que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras	25
1.12	Conclusiones.....	25

1 Análisis medioambiental

1.1 Masas de agua

El tramo del río Letur ubicado en la zona urbana está clasificado como masa de agua superficial. Esta masa de agua, ES070MSPF001011301 “Rambla de Letur”, cuenta con una longitud de 17,87 km según el Plan Hidrológico de la cuenca del Segura (PHC 2022-2027). Se trata de una masa tipo río permanente clasificada en la tipología 9 “Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea”. De acuerdo con la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) presenta un estado químico y ecológico bueno, por lo que su estado global se clasifica como buen estado.

Asimismo, la zona de actuación se extiende sobre dos masas de agua subterránea: ES070MSBT000000020 “Anticlinal de Socovos” y ES070MSBT000000017 “Acuíferos inferiores de la Sierra del Segura”.

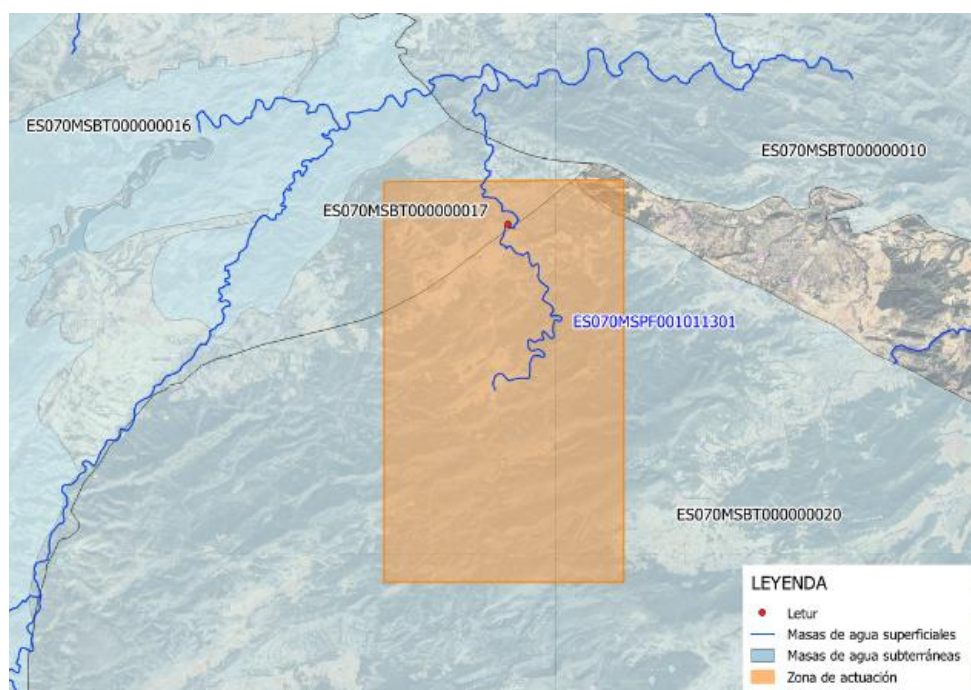


Imagen 99. Masas de agua superficiales y subterráneas en el ámbito de estudio. Fuente: elaboración propia

1.2 Red Natura 2000 y Espacios Naturales Protegidos

Respecto a la Red Natura 2000 y Espacios Naturales Protegidos, una parte de la zona de actuación se encuentra incluida dentro del espacio ocupado por las figuras de protección ZEC/ZEPA, con código ES4210008 “Sierra de Alcaraz y Segura y cañones del Segura y del Mundo”, de 176.617 ha de superficie.

Originalmente, este espacio se trataba de un espacio tipo C conformado por dos espacios LIC y ZEPA parcialmente coincidentes: LIC ES4210008 “Sierras de Alcaraz y del Segura, y cañones del Segura y del Mundo” y ZEPA ES0000388 “Sierras de Alcaraz y del Segura, y cañones del Segura y del Mundo”.

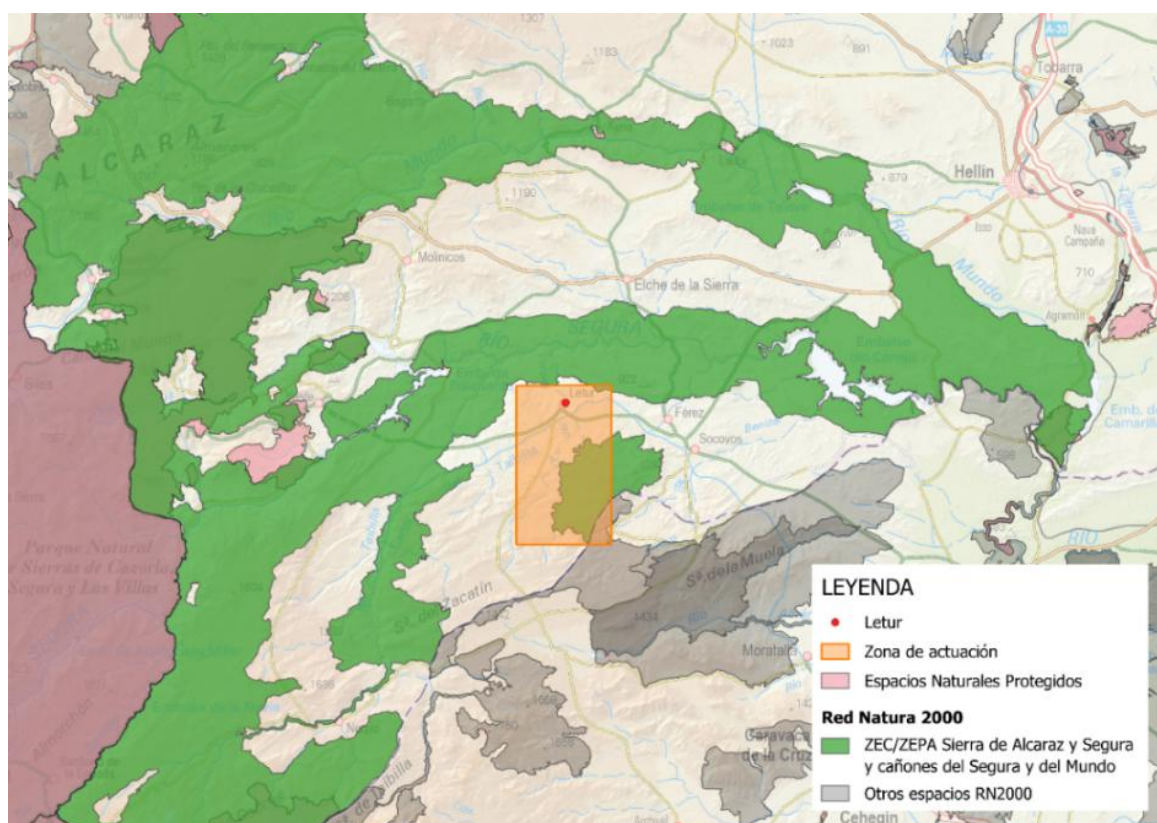


Imagen 100. Localización de Espacios Naturales Protegidos y Red Natura 2000. Fuente: elaboración propia

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Nacional y de la Biodiversidad, establece que la gestión de estos espacios protegidos corresponde a las Comunidades Autónomas. Por tanto, es la comunidad de Castilla-La Mancha la encargada de su gestión, establecida en su plan de gestión.

El plan de gestión para este espacio fue aprobado según la Orden 32/2017, de 28 de febrero, de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural, por la que se aprueban los planes de gestión de 7 espacios de la Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha, que se detalla más adelante.

En lo que respecta a los valores faunísticos, se identifican como especies de Red Natura 2000 un total de 23 especies de vertebrados y 5 invertebrados. En cuanto a los valores florísticos, dentro de este espacio se encuentra la especie *Narcissus nevadensis*.

El hecho de encontrar especies pertenecientes a la Red Natura no garantiza que estén presentes en la zona de actuación, ya que hace referencia a toda la zona protegida que cuenta con una extensión de 176.617 ha. El polígono que engloba la zona de actuación se aproxima a 8.900 ha, lo que supone un 5 % de la superficie total aproximadamente.

En cuanto a los hábitats de interés comunitario, a la vista de la cartografía de Hábitats de Interés Comunitario (Anexo I) y la información de la Base de datos de la Naturaleza del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, existen siete hábitats de interés comunitario en el entorno de las actuaciones:

Código	Tipo de hábitat	Prioritario
4090	Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga	No
5210	Matorrales arborescentes de <i>Juniperus spp.</i>	No
5330	Matorrales termomediterráneos y pre-estépico	No
6110	Prados calcáreos cársticos o basófilos del <i>Alyso-Sedion albi</i>	No
6220	Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del <i>Thero-Brachypodietea</i>	No
8210	Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica	No
9560	Bosques endémicos de <i>Juniperus spp.</i>	No

Tabla 9. Hábitats incluidos en la zona de actuación

1.3 Plan de Gestión

En el plan de gestión del espacio Red Natura 2000 “Sierra de Alcaraz y Segura y Cañones del Segura y del Mundo”, Zona Especial de Conservación (ZEC-ES4210008) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA-ES0000388), en consonancia con lo indicado en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad, así como en la Directiva 92/43/CEE y Directiva 2009/147/CE, se adoptan las medidas orientadas a la salvaguarda de la integridad ecológica del espacio y contribución a la coherencia de la Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha.

El ámbito territorial de la ZEC/ZEPA objeto de planificación abarca toda la franja sur de la provincia de Albacete, recorriendo el área montañosa comprendida entre la Sierra de Alcaraz y la Sierra de Segura hasta los pinares de Hellín. Comprende las comarcas de Sierra de Alcaraz-Campo de Montiel, Sierra de Segura y Campos de Hellín. El espacio alcanza los límites con las vecinas provincias de Jaén, Granada y Murcia.

La Sierra de Alcaraz y Segura y los Cañones del Segura y del Mundo integra un conjunto de alineaciones montañosas con orientación suroeste-nordeste, intercaladas con angostos valles que conforman un paisaje de montaña de singular belleza.

A través de la determinación de siete elementos clave para la gestión del lugar, estos se emplean como ejes principales en los que basar su conservación. Tras analizar los factores que condicionan su estado actual de conservación, en dicho plan de gestión se han establecido actuaciones, directrices de gestión y medidas legislativas, que permitirán mantener y mejorar el estado de los valores naturales del lugar en su conjunto.

Las medidas de conservación para los elementos clave están basadas en la realización de inventarios florísticos, censos de población, actuaciones de restauración en enclaves degradados, tratamientos selvícolas y cerramientos de protección en enclaves especialmente frágiles. Además, se identificarán los factores de presión y amenazas, implementando medidas de protección temporal (cerramientos, acotamiento al pastoreo, etc.).

Por otra parte, se incluye la realización de un programa de seguimiento sobre las especies *Narcissus nevadensis* y *Microtus cabreræ* presentes en la ZEC/ZEPA y el monitoreo de las poblaciones de nutria y cangrejo autóctono de la ZEC/ZEPA.

Como medidas preventivas se relacionan un conjunto de actuaciones de seguimiento y vigilancia, además del establecimiento de un régimen preventivo para aquellas actuaciones que no se recogen en el plan de gestión.

1.4 Procedimiento de evaluación de impacto ambiental

En el presente apartado se realiza la revisión de la tramitación ambiental que debería seguir el proyecto en caso de ser ejecutado, según lo establecido en la legislación de impacto ambiental estatal (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental).

A los efectos establecidos en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y su modificación por la Ley 9/2018, el Ministerio competente en materia de medio ambiente, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, será el órgano ambiental en relación con los proyectos que deban ser adoptados, aprobados o autorizados por la Administración General del Estado.

Analizada la legislación básica en materia de evaluación ambiental estatal, cabe resaltar lo siguiente:

Con respecto a la legislación estatal (Ley 21/2013, de evaluación ambiental y su modificación por la Ley 9/2018), las actuaciones relacionadas con la construcción de una presa de laminación o la construcción del túnel junto con la presa de toma se encuentran en el anexo I de la Ley 21/2013. La Ley 21/2013, que recoge en su artículo 7 “Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental” el siguiente contenido:

1. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos:

a) Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

En el anexo I de la Ley 21/2013, se recoge en el Grupo 7. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua lo siguiente:

a) Se incluyen:

1.º Grandes presas según se definen en el artículo 4 del Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses.

Dentro del artículo 4 del Real Decreto 264/2021, apartado 2.a, se define gran presa en función de sus dimensiones: *Se considera gran presa aquella cuya altura es superior a 15 metros y la que, teniendo una altura comprendida entre 10 y 15 metros, tenga una capacidad de embalse superior a 1 hectómetro cúbico.*

Además, los terrenos sobre los que se pretende desarrollar las actuaciones que comprenden el presente documento ocupan una mínima parte de la ZEC/ZEPA “Sierra de Alcaraz y Segura y Cañones del Segura y del Mundo”, (código ES4210008) por lo que procedería someter el proyecto a una evaluación de impacto ambiental al objeto de evaluar si esta pudiera producir alguna repercusión sobre los elementos de la Red Natura 2000.

En lo que se refiere a las alternativas que comprenden la construcción del encauzamiento tipo C, según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el proyecto podría encontrarse en alguno de los siguientes supuestos:

Anexo II. Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.

c) Obras de encauzamiento, proyectos de defensa de cauces y márgenes, y dragados fluviales no incluidos en el anexo I, cuando la modificación de las características físicas de la masa de agua pueda provocar el deterioro del estado o potencial ecológico de la misma o de otras aguas abajo, o cuando cumplan los criterios generales 1 o 2.

Tal como se ha indicado, el proyecto bien se englobaría dentro del Anexo II, por lo que podría ser sometido a la evaluación ambiental simplificada. En el caso de que el encauzamiento establecido sea tipo A o B, se considera que no sería necesaria realizar ninguna tramitación ambiental.

En cuanto a la legislación autonómica, será de aplicación la Ley 2/2020, de 7 de febrero, de Evaluación Ambiental de Castilla – La Mancha.

Se destaca que la tramitación ambiental sería análoga para los tres tipos de encauzamientos en caso ejecutar la presa de laminación y, si no se ejecuta, sería análoga para los encauzamientos A y B. En la tabla siguiente se muestra un resumen de lo expuesto anteriormente.

Actuación	Actuación	EIA ordinaria	EIA simplificada	No sujeto a procedimiento	Justificación (Ley 21/2013 y su modificación 9/2018)
EJECUCIÓN DE PRESA DE LAMINACION	Ejecución Encauzamiento A, B o C	Sí	No	-	Anexo I. Artículo 7.a)
NO EJECUCIÓN DE PRESA DE LAMINACION	Ejecución Encauzamiento A o B	No	No	Sí	-
	Ejecución Encauzamiento C	No	Sí	-	Anexo II. Grupo 8.c)
EJECUCIÓN DE TÚNEL Y PRESA DE TOMA	Ejecución Encauzamiento A, B o C	Sí	No	-	Anexo I. Artículo 7.a)

Tabla 10. Tramitación ambiental

Por lo tanto, como conclusión del análisis de la tramitación ambiental, la viabilidad ambiental se considera variable en función de la alternativa seleccionada.

1.5 Objetivos ambientales de las masas de agua

Con la ejecución de las actuaciones propuestas, si las masas de agua se ven afectadas comprometiendo el cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos en el Plan Hidrológico de cuenca, sería necesario aplicar el artículo 4.7. de la DMA que rige las exenciones al cumplimiento de los objetivos ambientales. En este caso sería posible acogerse a dicho artículo en base a lo redactado en su apartado c):

c) que los motivos de las modificaciones o alteraciones sean de interés público superior y/o que los beneficios para el medio ambiente y la sociedad que supone el logro de los objetivos establecidos en el apartado 1 se vean compensados por los beneficios de

las nuevas modificaciones o alteraciones para la salud humana, el mantenimiento de la seguridad humana o el desarrollo sostenible.

1.6 Situación inicial de la masa de agua superficial. Aplicación del Protocolo PHMF

Tal y como se indica en el Informe de caracterización hidromorfológica de la masa de agua “Rambla de Letur – ES0701011301” realizado en el año 2020, dentro del contrato “Asistencia técnica para el desarrollo del programa de seguimiento para determinar el estado de las aguas continentales y el control adicional de las zonas protegidas en la Confederación Hidrográfica del Segura”, disponible en la página web de la Confederación Hidrográfica del Segura, la aplicación del protocolo en la rambla de Letur se ha dividido en tres tramos hidromorfológicos (THMF):

- THMF 1: Rambla de Letur desde cabecera hasta el camping de Letur.
- THMF 2: Rambla de Letur a su paso por Letur.
- THMF 3: Rambla de Letur desde aguas debajo de Letur hasta su confluencia con el río Segura.

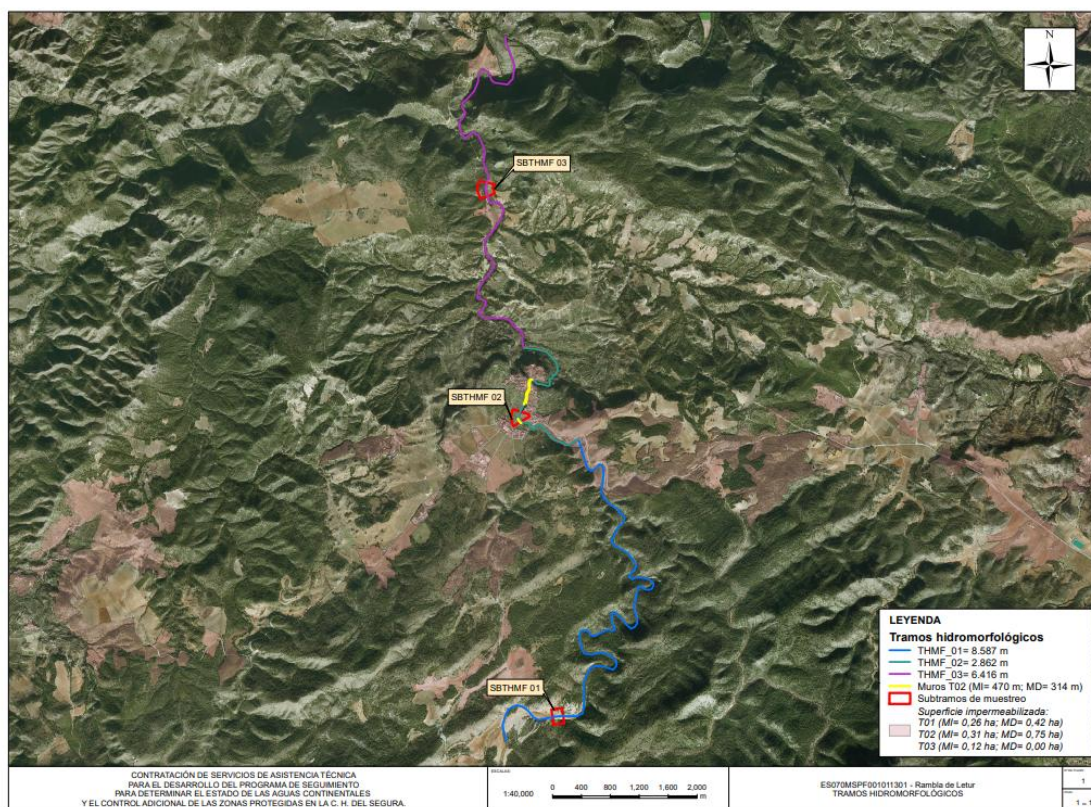


Imagen 101. Tramos hidromorfológicos estudiados para la aplicación del PHMF en la masa de agua ES070MSPF001011301, Rambla de Letur

Como se observa en la imagen anterior, los tramos donde tiene repercusión directa la ejecución de las obras afectarían a los tramos hidromorfológicos 1 y 2. A continuación se recoge el resultado de la aplicación del PHMF en los tres tramos.

TRAMO 1: Rambla de Letur desde cabecera hasta el camping de Letur.

CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLOGÍA	SITUACIÓN INALTERADA	MUY BUEN ESTADO	SITUACIÓN ACTUAL
1.- RH: CAUDAL E HIDRODINÁMICA	10,00	9,00	9,99
2.- RH: CONEXIÓN CON AGUAS SUBTERRÁNEAS	10,00	9,00	10,00
3.- CONTINUIDAD DE LOS RÍOS	10,00	9,00	3,02
4.- CM: VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA	10,00	9,00	10,00
5.- CM: ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	10,00	9,00	10,00
6.- CM: ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA	10,00	9,00	8,93

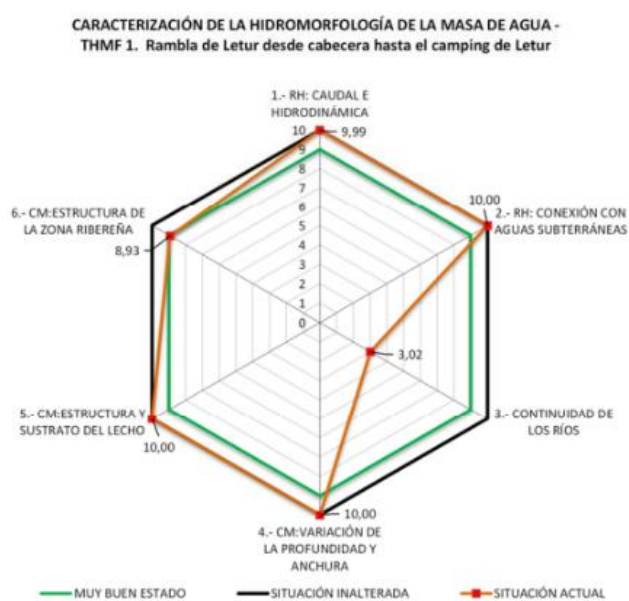


Imagen 102. Resultado de la aplicación del PHMF en el THMF 1 de la rambla de Letur.

TRAMO 2: Rambla de Letur a su paso por Letur.

CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLOGÍA	SITUACIÓN INALTERADA	MUY BUEN ESTADO	SITUACIÓN ACTUAL
1.- RH: CAUDAL E HIDRODINÁMICA	10,00	9,00	9,99
2.- RH: CONEXIÓN CON AGUAS SUBTERRÁNEAS	10,00	9,00	10,00
3.- CONTINUIDAD DE LOS RÍOS	10,00	9,00	3,02
4.- CM: VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA	10,00	9,00	7,60
5.- CM: ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	10,00	9,00	4,95
6.- CM: ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA	10,00	9,00	8,37

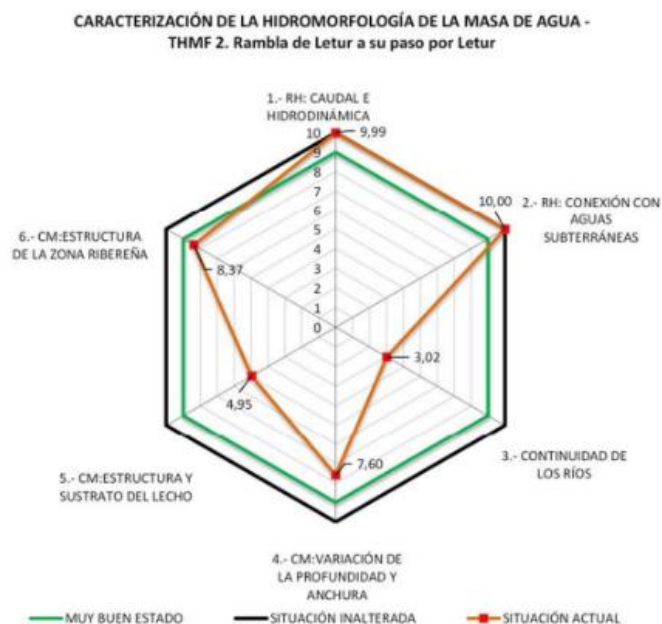


Imagen 103. Resultado de la aplicación del PHMF en el THMF 2 de la rambla de Letur.

TRAMO 3: Rambla de Letur a su paso por Letur.

CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLOGÍA	SITUACIÓN INALTERADA	MUY BUEN ESTADO	SITUACIÓN ACTUAL
1.- RH: CAUDAL E HIDRODINÁMICA	10,00	9,00	9,99
2.- RH: CONEXIÓN CON AGUAS SUBTERRÁNEAS	10,00	9,00	10,00
3.- CONTINUIDAD DE LOS RÍOS	10,00	9,00	3,02
4.- CM: VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA	10,00	9,00	7,60
5.- CM: ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	10,00	9,00	4,95
6.- CM: ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA	10,00	9,00	8,37

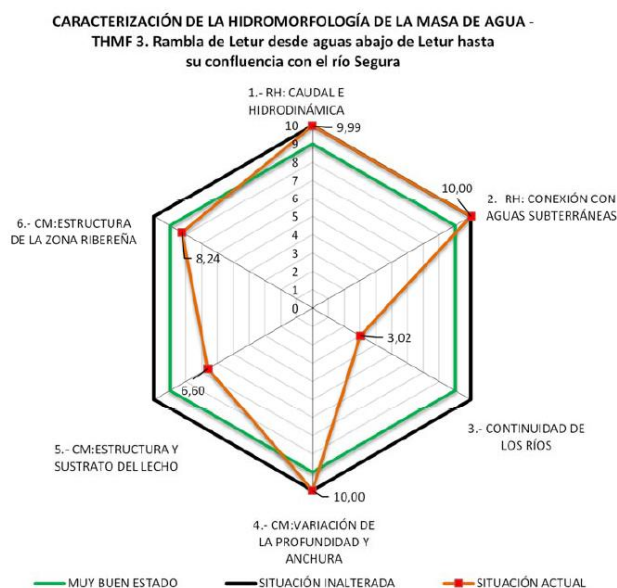


Imagen 104. Resultado de la aplicación del PHMF en el THMF 3 de la rambla de Letur.

A partir del estudio de los tres tramos hidromorfológicos, se determina el estado global de la masa de agua, que se muestra a continuación.

RESUMEN Y PONDERACIÓN DE LA MASA DE AGUA

CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLOGÍA	SITUACIÓN INALTERADA	MUY BUEN ESTADO	SITUACIÓN ACTUAL
1.- RH: CAUDAL E HIDRODINÁMICA	10,00	9,00	9,99
2.- RH: CONEXIÓN CON AGUAS SUBTERRÁNEAS	10,00	9,00	10,00
3.- CONTINUIDAD DE LOS RÍOS	10,00	9,00	3,02
4.- CM: VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA	10,00	9,00	9,62
5.- CM: ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO	10,00	9,00	7,97
6.- CM: ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA	10,00	9,00	8,59

CARACTERIZACIÓN DE LA HIDROMORFOLOGÍA DE LA MASA DE AGUA
ES070MSPF001011301- Rambla de Letur

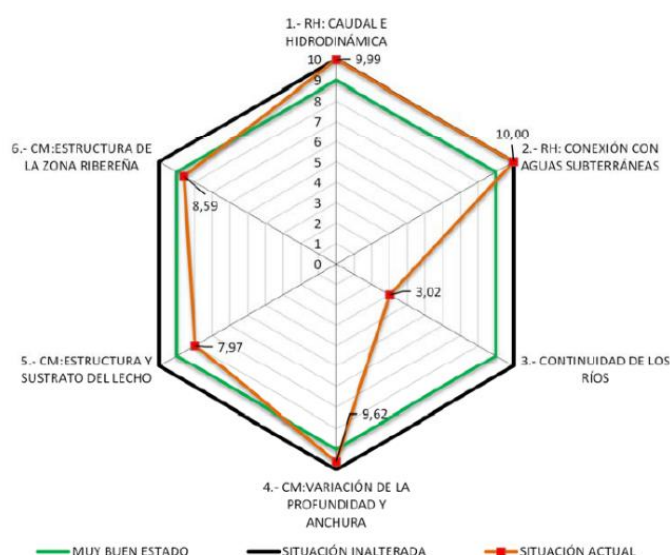


Imagen 105. Resultado de la aplicación del PHMF en la masa de agua ES0701011301 - Rambla de Letur

Como se observa en la imagen anterior, la masa de agua ES0701011301 - Rambla de Letur tiene un caudal e hidrodinámica prácticamente inalterado y con una buena conexión con aguas subterráneas. En cuanto a la continuidad de los ríos, indica que tiene alteraciones severas por la existencia de los azudes que interrumpen el flujo natural.

La variación de la profundidad y anchura es cercana al muy buen estado, siendo ligeramente por debajo en el caso de la estructura y sustrato del lecho por modificaciones en el fondo del cauce. Además, la estructura de la zona ribereña está por debajo del ideal, debido a la degradación en la vegetación y la zona urbana.

En conclusión, la rambla de Letur se encuentra en buen estado hidromorfológico en casi todos los aspectos, excepto en la continuidad del cauce, que es significativamente deficiente. Esto podría afectar la conectividad ecológica, migración de especies y transporte de sedimentos.

La construcción de una presa reduce el riesgo derivado de las crecidas e inundaciones futuras aguas abajo, reduciendo los riesgos asociados en el municipio de Letur. No obstante, desde el punto de vista hidromorfológico podría suponer una repercusión significativa sobre la masa de agua por los motivos expuestos.

1.7 Afecciones derivadas de las actuaciones

Tal como se ha indicado previamente, las actuaciones previstas en el núcleo urbano de Letur pueden generar afecciones sobre las masas de agua superficial y subterránea. Estas intervenciones se clasifican en tres tipologías principales:

- La modificación del encauzamiento existente y su posible ampliación.
- La ampliación de la obra de paso en la zona del encauzamiento para aumentar su capacidad de evacuación hidráulica.
- La ejecución de túneles y presa asociada para la derivación de caudales.
- La ejecución de un interceptor que derive caudales al barranco de la Tenería. *NOTA: Según modelización hidráulica del CEDEX el estrechamiento del Charco de Las Canales tiene capacidad suficiente para la avenida correspondiente al periodo de retorno de 500 años, por lo que la ejecución del interceptor no es necesaria para evacuar el caudal de proyecto.*

Por otro lado, las actuaciones planteadas en el tramo medio-alto de la cuenca del arroyo de Letur, además de a las masas de agua, podrían interferir en un área delimitada por una figura de protección ambiental, "Sierras de Alcaraz y del Segura, y cañones del Segura y del Mundo". Estas medidas se estructuran en tres tipologías fundamentales:

- La ejecución de túneles y presas de toma asociadas para la derivación de caudales.
- La construcción de diques de retención.
- La implantación de presas destinadas a la retención y laminación de avenidas.

A continuación se recogen las afecciones de dichas obras a la masa de agua superficial ES070MSPF001011301 y a la Red Natura 2000, en función de la actuación:

Tipología	Actuación	Afección masa de agua	Afección RN2000
Encauzamiento	Encauzamiento A	Sí	No
	Encauzamiento B	Sí	No
	Encauzamiento C	Sí	No
Túnel de desvío y presa asociada	Túnel 1 y presa asociada	Sí	No
	Túnel 2 y presa asociada	Sí	No
	Túnel 3 y presa asociada	Sí	No
	Túnel 4 y presa asociada	Sí	Sí
	Túnel 5 y presa asociada	No	No

Tipología	Actuación	Afección masa de agua	Afección RN2000
	Túnel 6 y presa asociada	No	Sí
Pequeños diques de retención de caudales	Dique de retención 1	No	No
	Dique de retención 2	No	No
	Dique de retención 3	Sí	Sí
Presa de retención y laminación de caudales	Presa de laminación	Sí	Sí

Tabla 11. Afecciones derivadas de la ejecución de las obras

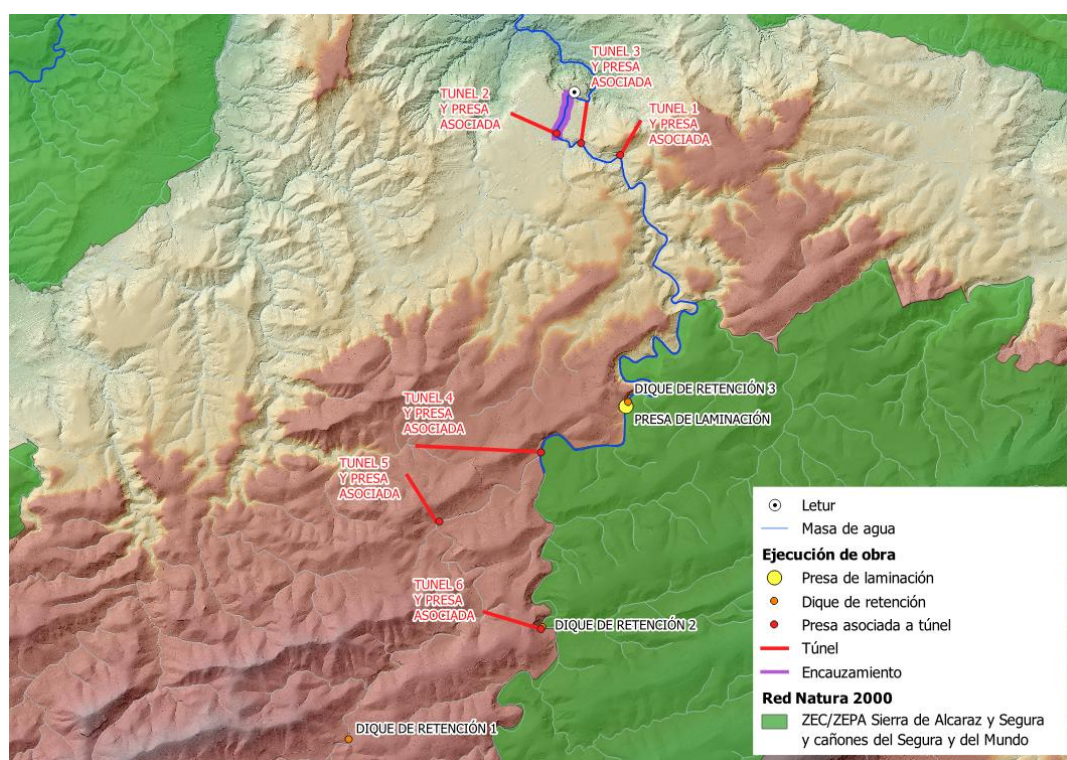


Imagen 106. Localización de las actuaciones. Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la imagen anterior, la ejecución de la presa de laminación y el dique de retención 3, así como la ejecución de las presas asociadas a los túneles 1, 2, 3 y 4, suponen la interrupción de la continuidad longitudinal de la masa de agua presente, ya que se establecen como barreras transversales.

Una vez realizado el análisis ambiental general previo, se procede a evaluar ambientalmente las alternativas estudiadas, con el fin de identificar más específicamente las afecciones más significativas.

1.8 Análisis de las alternativas

El análisis de las alternativas seleccionadas nos permite definir y analizar qué alternativa tiene una mayor viabilidad ambiental. En la tabla siguiente se recoge la afección a la masa de agua y a los espacios naturales protegidos en función de las alternativas propuestas:

ACTUACIÓN	ACTUACIÓN	Alternativa	Afección MA	Afección RN2000	Afección vías pecuarias	Afección BIC	Afección Hábitats
EJECUCIÓN DE PRESA DE LAMINACIÓN	Ejecución Encauzamiento A	Alternativa 1	Sí	Sí	No	Sí	Sí
	Ejecución Encauzamiento B	Alternativa 2	Sí	Sí	No	Sí	Sí
	Ejecución Encauzamiento C	Alternativa 3	Sí	Sí	No	Sí	Sí
NO EJECUCIÓN DE PRESA DE LAMINACIÓN	Ejecución Encauzamiento A	Alternativa 4	Sí	No	No	Sí	No
	Ejecución Encauzamiento B	Alternativa 5	Sí	No	No	Sí	No
	Ejecución Encauzamiento C	Alternativa 6	Sí	No	No	Sí	No
EJECUCIÓN DE TÚNEL Y PRESA DE TOMA	Ejecución Encauzamiento A	Alternativa 7	Sí	Sí	No	Sí	Sí
	Ejecución Encauzamiento B	Alternativa 8	Sí	Sí	No	Sí	Sí
	Ejecución Encauzamiento C	Alternativa 9	Sí	Sí	No	Sí	Sí

Tabla 12. Actuaciones propuestas y su afección a la masa de agua, RN2000 y Espacios Naturales Protegidos

Dado el posible potencial impacto sobre espacios protegidos y masas de agua, podría ser necesario considerar medidas correctoras y de integración ambiental, así como valorar la necesidad de la evaluación de impacto ambiental, conforme a la normativa vigente.

Asimismo, se considera necesario la aplicación del protocolo hidromorfológico de la masa de agua S070MSPF001011301 - Rambla de Letur antes y después de la ejecución de las obras. Se recomienda actualizar el informe del año 2020, dado que la DANA de octubre de 2024 puede haber alterado alguno de los parámetros requeridos en los índices que condicione el estado hidromorfológico del arroyo.

Las medidas para reducir el impacto en las masas de agua se desarrollan más adelante.

1.9 Descripción y evaluación de los posibles efectos significativos

Los posibles efectos del proyecto sobre los diferentes factores del medio se recogen a continuación, evaluando su compatibilidad.

Clima

Se considera que las obras previstas no modificarán los factores climáticos del ámbito del proyecto. Dada la entidad de la actuación, la significación térmica de las actuaciones resultará insignificante y, por tanto, se considera este impacto totalmente compatible tanto durante la fase de construcción como una vez finalizada la misma.

Cambio climático

El cambio climático es un proceso complejo en el que influyen de forma notable los gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, y otros), la deforestación, los incendios, la expansión urbana, el consumo creciente de combustibles fósiles, etc. En este caso, se considera que la contribución de estas actuaciones al cambio climático es pequeña, tanto por la cifra de consumo de combustibles como por la irrelevante cantidad de gases emitidos a la atmósfera y tampoco podrían llevarse a cabo de otro modo en un tiempo razonable.

Atmósfera

La calidad del aire puede verse afectada por muchas acciones dentro de una obra, estas pueden provocar un aumento de los niveles de partículas en suspensión, gases de combustión y ruidos.

La afección sobre el aire durante el movimiento de tierras se producirá como consecuencia de las emisiones de polvo resultantes de las operaciones de manipulado de las tierras. La afección se mantendrá mientras dure la realización de los trabajos concretos que la originan, cesando con la finalización de estos en sus manifestaciones más acusadas. No obstante, mientras la obra esté en fase de movimiento de tierras, la inexistencia de cobertura en el terreno y la existencia de extensiones de tierra al aire será causa de emisiones de polvo, de pequeña magnitud, principalmente por acción del viento y de circulación de vehículos.

Las operaciones de transporte, carga y descarga de materiales suponen el tránsito de vehículos cargados con materiales de la obra, y tierras procedentes de las obras. Esto provocará la emisión de polvo, ruido y gases a la atmósfera. Asimismo, la circulación de maquinaria pesada (excavadoras, camiones de gran tonelaje, etc.) sobre la obra tendrá doble incidencia sobre la calidad del aire: en primer lugar, el ruido emitido, en segundo lugar, ejercerá un efecto de contaminación atmosférica, por efecto de las emisiones de gases residuales de los procesos de combustión de sus motores.

En lo referente a ruidos, es de aplicación la Ley 31/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, desarrollada por el Decreto 1367/2007, de 19 de octubre. Las fuentes de ruido consideradas en la etapa de construcción serán los camiones y maquinaria de obra, sobre las cuales se tomarán las pertinentes medidas preventivas para minimizar su impacto.

Por tanto, no se prevén modificaciones significativas de calidad del aire en el ámbito ni se esperan incrementos que permitan alcanzar, en ningún momento, los valores límite establecidos por la normativa de aplicación.

Por todo ello, el impacto de la actuación se califica como **compatible**.

Hidrología

Las obras planteadas en el encauzamiento de la zona urbana implican la posible afección a la masa de agua, derivada de los cambios de rasante propuesta en el proyecto, así como las derivadas del cambio en la tipología del encauzamiento por el aumento de la cota de los muros o la proyección de un talud de tierras en las márgenes. Por otra parte, la construcción de la presa actuaría como un obstáculo transversal al ser una barrera fluvial.

Para llevar a cabo la evaluación de las masas de agua en el ámbito de actuación se ha partido de los datos disponibles en el Plan Hidrológico. A falta de análisis específicos, el resultado obtenido de situación final con el proyecto se ha establecido mediante criterio experto después de las visitas de campo.

Desde el punto de vista del estado de la masa de agua superficial ES070MSPF001011301 – Rambla de Letur, en la siguiente tabla se puede observar el posible impacto de las actuaciones sobre dicho estado:

Masa de agua	Elementos de calidad	Estado ecológico	Estado químico	Estado global
ES070MSPF001011301 Rambla de Letur	Situación inicial sin el proyecto	Bueno	Bueno	Bueno
	Situación final con el proyecto	Sí afecta	No hay afección	Sí afecta

Tabla 13. Comparativa de calidad de MAS “Rambla de Letur” sin proyecto y con proyecto

Las obras incluidas en la actuación podrían afectar de manera negativa al estado global de la MAS estudiada, como se observa en los indicadores de la tabla anterior, aunque se han considerado necesarias para reducir el riesgo tanto humano como de bienes urbanos ante inundaciones.

Además, en el ámbito de actuación se encuentra las masas de agua subterránea Anticlinal de Socovos - ES070MSBT000000020 y Acuíferos inferiores de la Sierra del Segura - ES070MSBT000000017. Como en el caso anterior, se puede observar el posible impacto de las actuaciones sobre su estado en la siguiente tabla:

Masa de agua	Elementos de calidad	Estado cuantitativo (Solo masas subterráneas)	Estado químico	Estado global
ES070MSBT000000020 Anticlinal de Socovos	Situación inicial sin el proyecto	Bueno	Bueno	Bueno
	Situación final con el proyecto	Sí afecta	No hay afección	Sí afecta
ES070MSBT000000017 Acuíferos inferiores de la Sierra del Segura	Situación inicial sin el proyecto	Bueno	Bueno	Bueno
	Situación final con el proyecto	No hay afección	No hay afección	No hay afección

Tabla 14. Comparativa de calidad de las MASb “Anticlinal de Socovos” y “Acuíferos inferiores de la Sierra del Segura” sin proyecto y con proyecto

Como se ha comentado en el apartado 1.5, con la construcción de la presa la masa de agua ES070MSBT000000020 - Anticlinal de Socovos se podría ver afectada pudiendo comprometer el cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos en el Plan Hidrológico de cuenca, por lo que podría ser necesario aplicar el artículo 4.7. de la DMA que rige las exenciones al cumplimiento de los objetivos ambientales. A continuación se recoge el análisis de los OMAs según la masa de agua.

MAS Rambla de Letur (ES070MSPF001011301)

Alternativa	Estado global actual	Estado global con obra	OMA	Exenciones y/o prórrogas	Aplicación art. 4.7 DMA	Grado de necesidad de cumplimiento 4.7	
						MAS/MASb/Cauce	Actuación
Alternativa 1	Buen estado	Sí afecta	Buen estado 2021	-	4.7.c	100%	Sí
Alternativa 2		Sí afecta		-	4.7.c	100%	Sí
Alternativa 3		Sí afecta		-	4.7.c	100%	Sí
Alternativa 4		No afecta		No aplica	No aplica	0%	No
Alternativa 5		No afecta		No aplica	No aplica	0%	No
Alternativa 6		Sí afecta		-	4.7.c	75%	Estudio de detalle
Alternativa 7		Sí afecta		-	4.7.c	100%	Sí
Alternativa 8		Sí afecta		-	4.7.c	100%	Sí
Alternativa 9		Sí afecta		-	4.7.c	100%	Sí

Tabla 15. Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento en la masa de agua superficial ES070MSPF001011301 - Rambla de Letur, según la alternativa.

Una vez terminada la obra, en el caso de las alternativas 1, 2, 3, 7, 8 y 9, la MAS pasaría de categoría ríos a masa de agua muy modificada, dividiendo ésta aguas arriba y abajo de la presa.

Además, en caso de desarrollarse la alternativa 6 sería necesario realizar un estudio de detalle para determinar el grado de afección y la aplicación del artículo 4.7 de la DMA.

MASb Anticlinal de Socovos (ES070MSBT000000020)

Alternativa	Estado global actual	Estado global con obra	OMA	Exenciones y/o prórrogas	Aplicación art. 4.7 DMA	Grado de necesidad de cumplimiento 4.7	
						MAS/MASb/Cauce	Actuación
Alternativa 1	Buen estado	Probablemente afecta	Buen estado 2021	-	4.7.c	50%	Estudio de detalle
Alternativa 2		Probablemente afecta		-	4.7.c	50%	Estudio de detalle
Alternativa 3		Probablemente afecta		-	4.7.c	50%	Estudio de detalle
Alternativa 4		No afecta		-	No aplica	0%	No
Alternativa 5		No afecta		-	No aplica	0%	No
Alternativa 6		No afecta		-	No aplica	0%	No
Alternativa 7		Probablemente afecta		-	4.7.c	50%	Estudio de detalle
Alternativa 8		Probablemente afecta		-	4.7.c	50%	Estudio de detalle
Alternativa 9		Probablemente afecta		-	4.7.c	50%	Estudio de detalle

Tabla 16. Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento en la masa de agua subterránea ES070MSBT000000020 - Anticlinal de Socovos, según la alternativa.

Como en el análisis anterior, en caso de desarrollarse las alternativas que engloban la construcción de la presa de laminación (alternativas 1, 2 y 3) o el túnel junto con la presa de toma (alternativas 7, 8 y 9), se necesitaría realizar un estudio de detalle para determinar el grado de afección a la masa de agua y la aplicación del artículo 4.7 de la DMA.

MASb Acuíferos inferiores de la Sierra del Segura (ES070MSBT000000017)

Actuación	Estado global actual	Estado global con obra	OMA	Exenciones y/o prórrogas	Aplicación art. 4.7 DMA	Grado de necesidad de cumplimiento 4.7	
						MAS/MASb/Cauce	Actuación
Alternativa 1	Buen estado	No afecta	Buen estado 2021	-	-	0%	No
Alternativa 2		No afecta		-	-	0%	No
Alternativa 3		No afecta		-	-	0%	No
Alternativa 4		No afecta		-	-	0%	No

Actuación	Estado global actual	Estado global con obra	OMA	Exenciones y/o prórrogas	Aplicación art. 4.7 DMA	Grado de necesidad de cumplimiento 4.7	
						MAS/MASb/Cauce	Actuación
Alternativa 5		No afecta		-	-	0%	No
Alternativa 6		No afecta		-	-	0%	No
Alternativa 7		No afecta		-	-	0%	No
Alternativa 8		No afecta		-	-	0%	No
Alternativa 9		No afecta		-	-	0%	No

Tabla 17. Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento en la masa de agua subterránea ES070MSBT000000017 - Acuíferos inferiores de la Sierra del Segura, según la alternativa.

Las actuaciones previstas están en concordancia con las medidas de mitigación elaboradas por el grupo de trabajo ECOSTAT y recogidas en la guía de “Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E. (octubre 2019)”, que se detallan más adelante.

Además, existe la posibilidad de que se produzcan vertidos accidentales al medio hídrico en los desplazamientos y labores de mantenimiento de los vehículos y maquinaria utilizada. Asimismo, se pueden producir afecciones sobre este factor como consecuencia de una mala gestión de los residuos. No obstante, estos impactos presentan un carácter fortuito y de poca probabilidad de ocurrencia, reduciéndose esta además con la aplicación de las adecuadas medidas preventivas y protectoras.

Vegetación

Las excavaciones y movimientos de tierra, el funcionamiento de las instalaciones auxiliares, ocasionarán previsiblemente un incremento de partículas en suspensión en el entorno de las actuaciones, el cual podrá incidir negativamente en la vegetación, al cubrirse de polvo la superficie foliar. No obstante, la incidencia esperada de esta afección con la aplicación de las adecuadas medidas protectoras, permiten considerar este impacto como compatible.

Por otra parte, la generación de vertidos accidentales o la gestión inadecuada de los residuos generados durante las obras puede ocasionar daños puntuales a las formaciones vegetales presentes. Estas afecciones puntuales tendrán un marcado carácter accidental, fortuito y de poca probabilidad de ocurrencia, viéndose minimizadas con una adecuada aplicación de las medidas preventivas y protectoras establecidas.

Así, el impacto sobre la vegetación se valora como negativo, de magnitud baja, persistencia temporal, reversible, de aparición a corto plazo y con posibilidad de aplicación de medidas protectoras, por lo que el impacto se califica como **compatible**.

Fauna

Respecto a la fauna el principal efecto que se producirá viene originado principalmente de la realización del movimiento de tierras, lo que a largo plazo permitirá la existencia de un hábitat más idóneo para las especies ripícolas y la ocupación temporal de su hábitat.

No se considera un efecto importante sobre la fauna, ya la capacidad de movilidad de la mayoría de las especies provocará el desplazamiento temporal de la población, pero no disminuirá su densidad.

Este efecto también puede verse producido por acciones como el tránsito de maquinaria, las excavaciones, las pistas de trabajo, el ruido y las vibraciones producidas etc.

Por otro lado, la ejecución de las obras lleva consigo una serie de actuaciones como son el desplazamiento de vehículos, maquinaria y materiales como arenas y tierras, combustible para maquinaria que, dependiendo del medio donde se dispongan podrían llegar a ser potencialmente contaminantes debido a los efectos de los vertidos accidentales. La intensidad del efecto y la extensión serán bajas ya que las fuentes contaminantes no se consideran del grado de superar unos umbrales generales de toxicidad.

Por tanto, el impacto sobre la fauna se califica como **moderado**.

Espacios protegidos: RN 2000

El río Letur queda integrado en la Red Natura 2000. En concreto, el proyecto se encuentra incluido en el espacio ZEC/ZEPA “Sierra de Alcaraz y Segura y cañones del Segura y del Mundo”, con código ES4210008.

Estos espacios pueden ser afectados de forma directa por las actuaciones derivadas del transcurso de las obras, como pueden ser el movimiento de tierras y la presencia y tráfico de maquinaria.

Los posibles efectos indirectos por la alteración de la calidad del hábitat que pudiera ocasionar el proyecto sobre estos espacios son la posible eliminación de zonas de refugio, cría y alimentación, como pueden ser setos, muros de separación de parcelas, gaviones, árboles y arbustos aislados, etc.

En todo caso, la naturaleza de las actuaciones del proyecto no compromete el estado de conservación actual ni futuro de los hábitats presentes en la medida en que no alteran el área de distribución natural, su superficie de ocupación ni el desarrollo de las funciones específicas para su mantenimiento.

Por tanto, el impacto sobre el Espacio protegido se califica como **compatible**.

Patrimonio cultural

Las obras en el núcleo urbano se engloban dentro de la superficie de Patrimonio Cultural. El ámbito que comprende el casco histórico de Letur abarca las terrazas inmediatas al casco histórico, en las que se sitúan varios yacimientos, algunos de ellos cuevas, con materiales principalmente prehistóricos y medievales.

También se extiende al sur del arroyo, englobando la Huerta Ricao, en donde consta el hallazgo de materiales y enterramientos en fosa que hacen sospechar la existencia en este punto del cementerio islámico, y el entorno de la ermita de S. Sebastián.

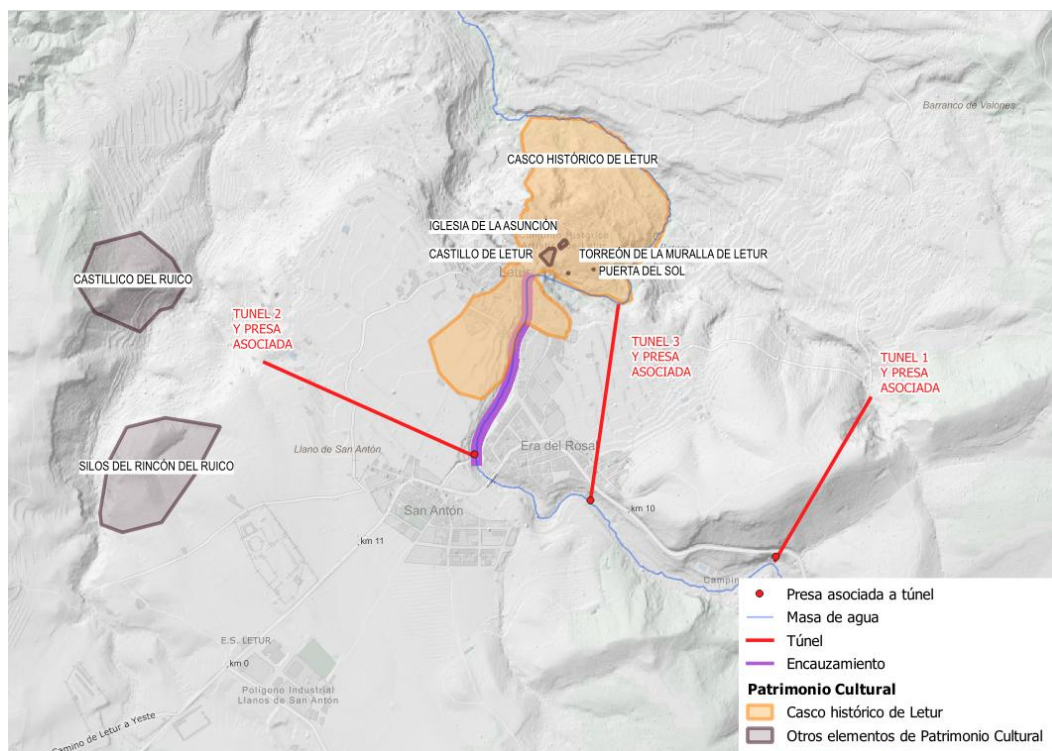


Imagen 107. Afección a Patrimonio Cultural en la zona urbana de Letur

Como se muestra en la imagen, las obras de la parte final del encauzamiento estarían ubicadas dentro del casco histórico de Letur (aproximadamente 130 metros del encauzamiento).

Estas operaciones que implican movimiento de tierras, paso de maquinaria, etc. y que conllevan la modificación de la topografía actual pueden suponer una afección directa e inmediata. Asimismo, las vibraciones, el polvo y cualquier otra consecuencia de los trabajos pueden también afectar de manera indirecta a los elementos del patrimonio histórico-arqueológico, catalogados o no, yacimientos arqueológicos, etc.

Por todo esto, el efecto previsto sobre el patrimonio cultural se califica como **moderado**.

Paisaje

El deterioro de la calidad paisajística durante la fase de obras se producirá por la intrusión en el paisaje de elementos ajenos a él, como son las zonas de acopios de materiales, o las instalaciones auxiliares o por el tránsito de vehículos. Sin embargo, este impacto se considera temporal y reversible de las condiciones existentes previamente al impacto y a su escasa magnitud.

La construcción de una nueva infraestructura desencadena una serie de modificaciones en el paisaje, relacionados con la desaparición de elementos característicos como suelen ser los ecosistemas fluviales y de ribera, así como los biotopos asociados.

En cuanto a las obras en el encauzamiento, se verá afectado el paisaje debido al movimiento de tierras que se realizará en el cauce del arroyo de Letur. Este dará un cambio en la configuración del terreno, al realizarse los cambios de rasante y construcción de muros o taludes en las márgenes. No obstante, como medida correctora se propondrán las pertinentes actuaciones de restauración en las márgenes para que la obra quede integrada paisajísticamente.

Por otra parte, el abandono de residuos en la zona de obras, sin realizar una gestión adecuada de los mismos, puede deteriorar las vistas de la zona de actuación. No obstante, se debería tener en cuenta una recogida y gestión adecuada de los residuos. La presencia de algún residuo en la zona de obras se considera un impacto fortuito, de naturaleza accidental.

Medio socioeconómico

Las actuaciones asociadas al núcleo urbano podrían afectar temporalmente el entorno de la piscina natural del Charco de Las Canales por la interrupción de la circulación de agua. De la misma forma, también podría verse afectado el restaurante y alojamiento rural Las Fuentes de Letur y la piscina pública municipal.

El incremento de tránsito de maquinaria y vehículos por las vías de comunicación de la zona podría llevar asociado un incremento de los niveles de tráfico en este entorno, del que resultaría afectada la población de Letur.

En conclusión, dada la temporalidad, reversibilidad y recuperabilidad de este impacto, se califica como **moderado**.

Salud humana

Para estimar el posible impacto sobre la salud humana de la actuación, en primer lugar, se sopesan los peligros para la salud, tanto directos por exposición a agentes físicos, químicos y biológicos, como indirectos por alteración de las condiciones ambientales (agua, aire, suelo, flora, fauna, alimentos, clima...).

El conjunto de actuaciones se localiza en el entorno de Letur. Para la ejecución de los trabajos se empleará la red viaria existente, no siendo necesario el consumo significativo de recursos naturales. Tampoco requiere del uso de sustancias y elementos tecnológicos.

En cuanto a la población, aunque algunas de la actuación que se encuentra próximas a zona urbana, no se considera que exista un grupo de riesgo específico debido a la actividad.

Las obras no comportan riesgos que merezcan ser consignados por empleo de materiales o sustancias tóxicas o peligrosas distintas de las que se emplean en obras civiles urbanas de edificación, mejora de infraestructuras viarias, de saneamiento, etc. No producirán por tanto impactos significativos sobre la salud humana, con la adopción de medidas preventivas de los niveles sonoros y de las emisiones de gases contaminantes por la maquinaria.

Por todo ello, una vez analizados los aspectos anteriormente mencionados, se estima que no se prevén consecuencias sobre la salud de las personas debido a la ejecución del proyecto, siendo el impacto sobre la salud humana **compatible**.

1.10 Medidas preventivas, correctoras y compensatorias

Durante la ejecución de las obras planteadas es necesario tener en cuenta una serie de medidas que se recogen a continuación, en función de los elementos del medio que puedan verse afectados.

Calidad del aire

Durante la fase de obra, los movimientos de tierras y el desplazamiento de maquinaria y vehículos pueden provocar la emisión de partículas y de polvo en suspensión. Por ello, se recomienda que se administren riegos frecuentes fundamentalmente en los meses de verano

o en periodos de sequía prolongada, mediante camión cisterna, en aquellas zonas donde exista trasiego de vehículos y maquinaria.

Además, será obligatorio que las cajas de los camiones de transporte de tierras, que deban circular por las carreteras de la zona, se cubran con mallas. De este modo no se producirán emisiones de partículas. Es responsabilidad del contratista la correcta instalación de dichas mallas en todos los transportes que se realicen.

Dentro de la estrategia de reducción de impacto sobre la atmósfera debe considerarse la reducción de la velocidad de circulación de los vehículos, con lo que se evitarían los impactos ocasionados por la producción de polvo, con molestias a la fauna y pérdida de calidad estética. Esta limitación de la velocidad máxima de circulación por pistas y caminos de acceso a la obra se establecerá en 20 km/h, además se instalarán las correspondientes señales verticales.

Se procederá al control periódico de la maquinaria y se controlará, con las pertinentes revisiones, la emisión de gases de la maquinaria que se emplee.

Se evitarán las labores más ruidosas durante las horas nocturnas en las inmediaciones de zonas residenciales.

Protección y conservación de suelos

En las zonas que deban señalarse para limitar su posible afección, se propone instalar un jalonamiento perimetral que las proteja de posibles afecciones por accidente.

La instalación de jalonamiento tendrá carácter temporal y se prolongará durante el periodo en el que se lleve a cabo la ejecución de las obras, una vez concluidas se dismantelará.

Se señalizarán mediante bandas y balizas toda la zona de obras incluyendo las áreas de instalaciones auxiliares, de forma que todo el tráfico y maniobras se realicen dentro de la zona acotada por las mismas.

En el caso de detectarse afecciones no previstas, se procederá a informar con la mayor brevedad posible a la Dirección de obra para que se adopten las medidas necesarias.

Protección de las aguas y del sistema hidrológico

Como se ha comentado anteriormente, las actuaciones previstas están en concordancia con las medidas de mitigación elaboradas por el grupo de trabajo ECOSTAT y recogidas en la guía de “Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E. (octubre 2019)”.

Antes de la ejecución de las obras en el encauzamiento se planificarán los desvíos de cauce con criterios hidráulicos y ecológicos. Para evitar posibles afecciones a la masa de agua, se realizará la aplicación del Protocolo de Caracterización Hidromorfológica de la masa de agua en cuestión, antes y después de la ejecución de las obras, para la evaluación del estado hidromorfológico del río. Como ya se ha comentado anteriormente, se recomienda actualizar la información referente a la aplicación del protocolo incluida en el presente documento, ya que es previo a la DANA ocurrida en octubre de 2024.

Por otra parte, los vertidos de aceites, combustibles y otros sólidos procedentes de las zonas auxiliares no serán en ningún caso vertidos al terreno o a los cursos de agua. La gestión de estos productos residuales estará de acuerdo con la normativa aplicable en cada caso (residuos sólidos urbanos, residuos tóxicos y peligrosos, residuos inertes, etc.). En este

sentido el contratista incorporará a su cargo las medidas para la adecuada gestión y tratamiento en cada caso.

Las superficies sobre las que se ubiquen las instalaciones auxiliares deberán tener un sistema de drenaje superficial para evitar la contaminación de las aguas y del suelo por vertidos accidentales.

Las instalaciones contarán con un adecuado tratamiento de los efluentes originados en los consumos de agua de uso higiénico, bien a través de fosas sépticas o mediante cabinas de WC químicas. En cualquier caso, se dispondrá de la autorización pertinente en cada caso, emitida por el órgano competente.

Protección de la vegetación

Todas las operaciones que se lleven a cabo desde el inicio de las obras se tendrán en cuenta las disposiciones de aplicación en materia de prevención de incendios según la normativa establecida.

Protección de la fauna

Es de prever que las actuaciones que engloban la obra pueden provocar el desplazamiento de la fauna a otros lugares del entorno aledaño. Se proponen las siguientes medidas protectoras para la fauna durante la ejecución de las obras:

- Control previo de fauna. Con anterioridad al comienzo de las obras, se realizará una prospección de todos los terrenos afectados, accesos, e instalaciones auxiliares. Tiene como finalidad constatar la presencia de seres vivos que utilizan las zonas ribereñas o el cauce como su hábitat principal y en particular de puntos de nidificación y refugio de las mismas en el ámbito de actuación y, por tanto, evaluar la posibilidad real de afección.
- Se planificarán las obras teniendo en cuenta los periodos reproductivos de las especies que se encuentren, o potencialmente se puedan encontrar.
- En caso de ser detectada alguna otra especie con algún grado de protección, y en función del tamaño y características de la posible población, se diseñarán las medidas precisas como pueden ser: captura y reubicación de individuos previos al inicio de las obras, vigilancia de la ejecución de obra para seguimiento de posibles afecciones puntuales, etc.
- De forma genérica, siempre que la planificación de las obras lo permita, no se realizarán trabajos nocturnos, disminuyendo de este modo la afección a las comunidades animales. Así, los trabajos se limitarán a la franja horaria comprendida entre las 8 y las 19 horas. No obstante, en caso de ser imprescindible se podrán realizar trabajos nocturnos para acortar el plazo de las obras y evitar su extensión al periodo reproductivo de la fauna y/o para evitar la época de lluvias.

Niveles sonoros

Para prevenir posibles afecciones se propone una serie de medidas de atenuación de ruidos en fase de obras, exigibles en determinadas zonas sensibles, cercanas a poblaciones o áreas de especial sensibilidad faunística, tales como la utilización de maquinaria de bajo nivel sónico, revisión y control periódico de los silenciadores de motores y la utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de volquetes. La emisión de ruido vendrá producida fundamentalmente por la circulación de maquinaria pesada.

Para prevenir posibles afecciones, se proponen que la maquinaria esté homologada según el R.D. 212/2002 de 22 de febrero, que regula los niveles de emisión de ruidos de la maquinaria

de obra. Cumplirá estrictamente la Directiva 2000/14. Además, se limitará la velocidad de circulación en las pistas y caminos de acceso a la obra, colocando placas indicativas con prohibición de circular a más de 20 km/h.

Control del movimiento de la maquinaria

La maquinaria deberá limitar sus movimientos a los viales y caminos existentes, así como a la zona estrictamente de actuación. Con ello, se evitarán afecciones innecesarias a la red de drenaje natural, a los suelos, vegetación y fauna del entorno de la actuación.

Además, se controlará que el tráfico y movimiento de las máquinas, los acopios y las instalaciones auxiliares, se ciñan al interior de las zonas habilitadas y previamente aprobadas, evitando el paso a otras áreas fuera de las previstas y afecciones innecesarias a la red de drenaje natural, suelos, vegetación y fauna del entorno de la actuación. Para ello se señalizará toda la zona de obras, incluyendo los parques de maquinaria, áreas de instalaciones auxiliares, accesos y zonas de acopio, de forma que todo el tráfico y maniobras se realicen dentro de la zona acotada.

Por otra parte, se emplearán los caminos existentes para el acceso de maquinaria y no se considera necesario la apertura de nuevos caminos de acceso a obra.

Instalaciones auxiliares, parque de maquinaria y restauración área afectada

Se trata de áreas que, con carácter temporal durante la fase de ejecución, son necesarias para parques de maquinaria, instalaciones auxiliares, servicios de personal, almacenes, oficinas o áreas de acopio de materiales. Estas instalaciones se ubicarán dentro de zonas improductivas sin vegetación de interés, para minimizar el impacto sobre el medio natural y que han sido señaladas en el proyecto a tal efecto. Antes del inicio de las obras se definirá exactamente la localización de las instalaciones auxiliares, y el parque o parques de maquinaria.

En caso de que fuera necesario utilizar zonas degradadas, una vez finalizada la fase de ejecución, el contratista procederá a la ejecución de técnicas de restauración que permitan la restitución a la situación original.

Gestión de residuos

De forma general, los productos de un residuo susceptible de ser reciclado deberán destinarse a este fin, evitando su eliminación en todos los casos que sea posible. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

Todo el material producido en las obras que no sea reutilizable, considerado como residuo no peligroso, será trasladado a un vertedero controlado de residuos no peligrosos autorizados, que admita el tipo de residuos producidos en la obra.

La gestión de los residuos peligrosos producidos en las obras la realizará una o varias empresas autorizadas por la consejería competente en materia de residuos. Se exigirá al contratista principal la presentación de la documentación y certificados correspondientes.

Los materiales inertes sobrantes de la obra se gestionarán de acuerdo con el Plan Integrado de Gestión de Residuos de Castilla-La Mancha 2016-2022, según lo establecido en el Decreto 35/2024, de 2 de julio, por el que se aprueba el Plan de Prevención y Gestión de Residuos de Castilla-La Mancha 2030.

Patrimonio cultural

La fase de ejecución lleva implícita la modificación de la topografía actual lo que puede suponer un impacto negativo e irreversible si el movimiento de tierras supone la destrucción o alteración de bienes integrantes del Patrimonio Histórico (estructuras o depósitos arqueológicos en sus múltiples formas).

La prevención de las posibles incidencias sobre el Patrimonio requeriría de la prevención, que supone el seguimiento y vigilancia de los movimientos de tierra así como la señalización temporal de los recursos culturales, y la exclusión de cualquier movimiento de obra dentro del perímetro señalado.

Paisaje

Para evitar el impacto paisajístico al finalizar las obras, se recomienda realizar el mayor número de operaciones de obra dentro de un mismo recinto ubicado en un área degradada, con lo cual se lograrían concentrar los aspectos estéticos de carácter negativo, procediendo después a su recuperación, es decir, se llevará a cabo una restitución morfológica cuidando el drenaje y escarificado y la revegetación de todas aquellas zonas alteradas por la ejecución de los trabajos. En el arreglo de los caminos, se evitarán movimientos de tierra fuera de la plataforma en el camino.

Al finalizar la obra, no podrán quedarse en los alrededores de la misma, ningún tipo de residuos, tales como escombros, embalajes o envases, debiendo ser trasladados a vertedero autorizado todos aquellos residuos generados durante las obras, cumpliendo en todo caso la normativa relativa a residuos.

Para minimizar el impacto que se origina como disminución de la calidad visual del paisaje durante la ejecución de las obras por almacenamiento de materiales, residuos y utilización de maquinaria, se procurarán realizar los acopios en las zonas más abrigadas de la vista, principalmente desde las zonas habitadas, carreteras y caminos.

En la zona del encauzamiento, los muros serán diseñados con una altura óptima para el funcionamiento hidráulico que a su vez no suponga una barrera visual. Para su construcción, se han de utilizar materiales que se integren completamente en el paisaje.

Medio socioeconómico

Se repondrán de forma inmediata los servicios que puedan resultar afectados durante la ejecución de las obras. Tal y como se ha señalado con anterioridad, se trabajará en horario diurno, con el fin de minimizar las molestias a la población.

Además, se informará de forma adecuada a la población de las actuaciones que se están ejecutando y de los caminos alternativos a las calles objeto de actuación durante el periodo que duren las obras.

En la medida de lo posible, se contará con la mano de obra local así como con la prestación de servicios por parte de los proveedores de la zona. Esto implica beneficios en la población, constituyendo, por tanto, un efecto positivo y temporal sobre el medio socioeconómico de la zona.

Seguridad y salud

Se señalizarán correctamente todos los accesos a la zona de las obras, tanto del tráfico rodado como del tráfico peatonal. Además, se limitará la velocidad de los vehículos en los accesos a la obra a 20 km/h.

1.11 Seguimiento que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras

Como medida para el seguimiento de las actuaciones que afectan al medio, se debería establecer un programa de vigilancia, que garantice la correcta ejecución de las obras.

En cuanto a las especies faunísticas, se debería establecer un programa de seguimiento de la especie *Microtus cabreræ* y el monitoreo de las poblaciones de nutria y cangrejo autóctono de la ZEC/ZEPA, en caso de que se determinara su existencia en la zona de actuación. No obstante, según la información consultada, no se ha determinado la existencia de dichas especies en esta zona.

1.12 Conclusiones

A través del estudio del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, el análisis de la Red Natura, Espacios Naturales Protegidos, la afección a la masa de agua y el cumplimiento de los objetivos medioambientales, se puede establecer un orden de alternativas de menor a mayor afección ambiental:

- Alternativa 4: encauzamiento A más adaptación A más interceptor.
- Alternativa 5: encauzamiento B más adaptación B más interceptor.
- Alternativa 6: encauzamiento C más adaptación C más interceptor.
- Alternativa 1: presa más encauzamiento A.
- Alternativa 2: presa más encauzamiento B.
- Alternativa 3: presa más encauzamiento C.
- Alternativa 7: presa de toma más túnel más encauzamiento A.
- Alternativa 8: presa de toma más túnel más encauzamiento B.
- Alternativa 9: presa de toma más túnel más encauzamiento C.

En base a lo anterior, la alternativa con mayor viabilidad ambiental sería la Alternativa 4, que contempla no construir la presa y en la que se pretende realizar una propuesta de encauzamiento alterando lo mínimo posible a lo ya construido, por lo que se mantendría el ancho del encauzamiento actual y los muros.

Por otra parte, la alternativa con menor viabilidad ambiental sería la Alternativa 9, ya que incluye la construcción de la presa de toma, además del túnel de derivación, y ejecutar un encauzamiento con una pendiente más pronunciada además de la modificación del lecho del cauce.