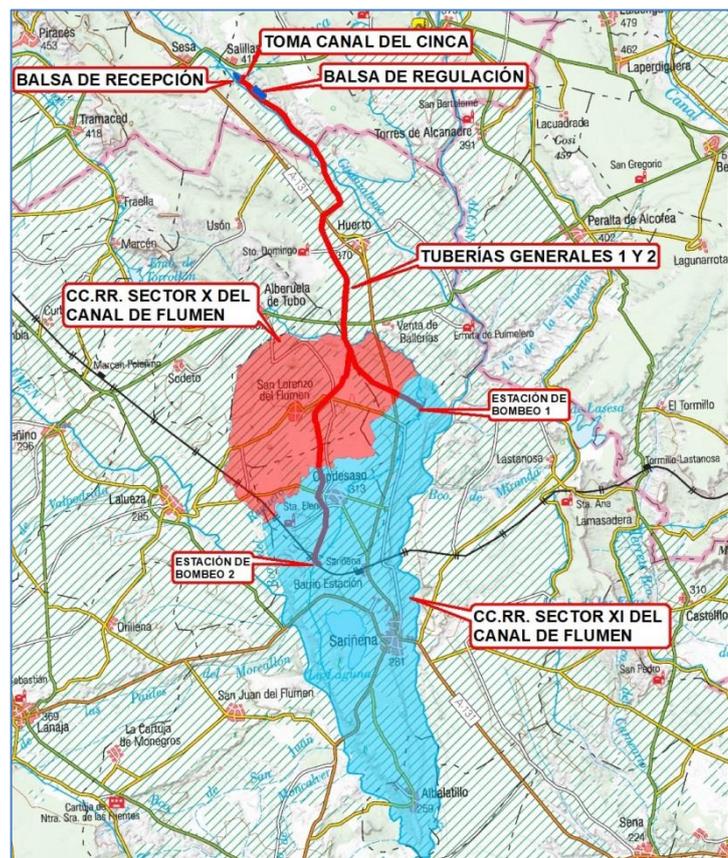


SEPARATA C: PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)



INDICE

| | |
|---|--|
| 1. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL RIESGO POTENCIAL 2 | |
| 2. JUSTIFICACIÓN..... 3 | |
| 2.1. INTRODUCCIÓN..... 3 | |
| 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE. 4 | |
| 2.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LA PRESA Y DEL TITULAR..... 4 | |
| 2.2.2. SITUACIÓN DEL EMBALSE. 5 | |
| 2.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE..... 5 | |
| 2.2.4. CURVA VOLUMÉTRICA..... 7 | |
| 2.2.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS. 7 | |
| 2.2.6. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h Y EN 1 h. 8 | |
| 2.2.7. AVENIDA DE ENTRADA EN LA Balsa..... 9 | |
| 2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE AGUAS ABAJO AFECTADO POR LA ONDA DE ROTURA 10 | |
| 2.4. METODOLOGÍA Y DATOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS. 12 | |
| 2.4.1. METODOLOGÍA GENERAL Y METODO DE ANÁLISIS APLICADO. 12 | |
| 2.4.2. LONGITUD DE CAUCE ANALIZADO Y JUSTIFICACIÓN. 14 | |
| 2.4.3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL CAUCE Y JUSTIFICACIÓN. 17 | |
| 2.4.4. GEOMETRIA DE LA Balsa Y DEL TERRENO 18 | |
| 2.4.5. HIPÓTESIS DE ROTURA ANALIZADO: ESCENARIO LÍMITE CON AVENIDA RÉGIMEN NATURAL RÍO GUATIZALEMA 19 | |
| 2.4.6. HIDROGRAMA AVENIDA RÉGIMEN NATURAL RIO GUATIZALEMA..... 20 | |
| 2.4.7. DIMENSIONES DE LA BRECHA. TIEMPO DE DESARROLLO Y JUSTIFICACIÓN. ... 23 | |
| 2.4.8. CONFIGURACIÓN DE ESTRUCTURAS Y PUNTOS SINGULARES..... 25 | |
| 2.4.9. DATOS DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN 26 | |
| 2.5. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO..... 28 | |
| 2.5.1. MAPAS RESULTADOS 28 | |
| 2.5.2. RELACIÓN DE AFECCIONES. 28 | |
| 2.5.3. TABLA AFECCIONES..... 30 | |
| 2.5.4. HIDROGRAMA ROTURA Balsa..... 31 | |
| 2.5.5. EVOLUCIÓN EN PUNTOS AFECCIONES..... 32 | |
| 2.6. CRITERIOS PARA LA ESTIMACIÓN DE AFECCIONES..... 34 | |
| 2.7. EVALUACIÓN DE LAS AFECCIONES..... 35 | |
| 2.7.1. AFECCIONES GRAVES A NÚCLEOS URBANOS. 36 | |
| 2.7.2. SERVICIOS ESENCIALES: 37 | |
| 2.7.3. DAÑOS MATERIALES. 38 | |
| 2.7.4. DAÑOS MEDIOAMBIENTALES 39 | |
| 2.8. CONCLUSIONES CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL RIESGO POTENCIAL 39 | |

ANEXO PLANOS

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

1. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL RIESGO POTENCIAL

Denominación: Balsa riego "REGULACIÓN" para PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS

Propuesta de clasificación: C.

Fecha: Febrero de 2023

Promotor: SEIASA

Beneficiario: Comunidades de Regantes del Sector X y XI del Canal del Flumen

Facultativos que la proponen: Antonio Romeo

Cargo que ocupan: Redactores del Proyecto

Listado de documentos adjuntos:

- Justificación de la clasificación
- Anexo planos

2. JUSTIFICACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN.

La Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (Directriz Básica en adelante), aprobada por acuerdo del Consejo de Ministros el 9 de diciembre de 1994 y publicada en el Boletín Oficial del Estado con fecha 14 de febrero de 1995, establece en su artículo 3.5.1.3. la obligatoriedad de que las presas se clasifiquen en categorías en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su rotura o funcionamiento incorrecto. Asimismo, se establecen en ella los criterios fundamentales de clasificación, el procedimiento a seguir y determinadas obligaciones que, para los titulares de presas, se derivan de la categoría asignada.

Con la aprobación de la Directriz Básica de Protección Civil se establece la necesidad de clasificar las presas en función del riesgo potencial derivado de su posible rotura. Esta clasificación consiste en evaluar los daños inducidos por una eventual rotura de la presa, según los cuales las presas se pueden clasificar en tres categorías:

- **Categoría A:** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes.
- **Categoría B:** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas.
- **Categoría C:** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales o medioambientales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas. En todo caso, a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las Categorías A y B.

A través del REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, quedan incluidas en el ámbito de aplicación de la seguridad de presas, embalses y balsas, además de todas las consideradas como gran presa, aquellas presas y balsas de altura superior a 5

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m³, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estando obligados a solicitar su clasificación y registro.

Para facilitar los criterios de clasificación, procedimientos y metodologías, el Área de Tecnología y Control de Estructuras de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE redacta la Guía Técnica para la Clasificación de Presas en Función del Riesgo Potencial. La cual ha servido de guía para la redacción de la presente propuesta.

El objeto de este anejo es estudiar los riesgos, daños y perjuicios derivados de la rotura de la balsa de regulación proyectada, así como realizar una propuesta de clasificación.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE.

2.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LA PRESA Y DEL TITULAR.

- Denominación: Balsa REGULACION para PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS
- Titular: Comunidades de Regantes de los Sectores X y XI del Canal del Flumen
- Beneficiarios:
 - Comunidad de Regantes del Sector X. Domicilio: Plaza San Lorenzo,4. San Lorenzo del Flumen (Huesca). CIF: G-22101940
 - Comunidad de Regantes del Sector XI. Domicilio: Polígono Industrial Saso Verde. Sariñena (Huesca) CIF: Q-2267010C

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

2.2.2. SITUACIÓN DEL EMBALSE.

- Cuenca hidrográfica: Ebro
- Coordenadas UTM (ETRS89 HUSO 30)

$$x = 731.154$$

$$y = 4.651.471$$

- Hoja 324 "Grañén" del plano 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional
- Las siguientes parcelas del polígono 4 del municipio de Salillas: 00142,00147, 00158, 00159, 00170, 00179, 00185, 00188, 00191, 00200, 00203, 00210, 00217, 00226, 00236, 00240, 00247, , , , , 00484, , 09015, , 00201.
- Provincia: Huesca
- Comunidad autónoma: Aragón
- Término municipal: Salillas
- El embalse está situado junto al Canal del Cinca

En el mapa N° 1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO del anexo de este documento, se indica la situación

2.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE

Tipo de presa: materiales sueltos y semiexcavada.

Cota Coronación: 403 m.s.n.m.

Cota de fondo: 391 m.s.n.m.

Cota mínima terreno talud exterior: 388 m.s.n.m.

Altura de presa desde nivel de fondo hasta coronación H= 12 m

Altura de balsa desde nivel mín. terreno talud exterior hasta coronación h= 15 m

Nivel máximo EMBALSE normal (N.M.N). = 401,8 m.s.n.m.

Talud exterior: 2H/1V

Talud interior: 2,5H/1V

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

Órganos de desagüe:

El desagüe de la balsa se puede realizar mediante la red de riego, que dispone de numerosas válvulas que vierten a los desagües de la zona regable.

No obstante, en la arqueta de válvulas se ha instalado una válvula de mariposa de diámetro 600 y una tubería de PVC 630 que permitirá el desagüe de la balsa a la acequia de desagüe

Aliviadero:

La captación del Canal del Cinca se soluciona mediante el desvío de agua por gravedad desde el Canal del Cinca a dos balsas de almacenamiento para riego, la balsa de recepción y la balsa de regulación mediante una obra de toma. La toma de derivación consiste en tres cámaras consecutivas, llamadas cámara 1, 2 y 3 respectivamente, separadas dos aliviaderos de labio fijo.

De la cámara 1 parte la tubería de llenado de la balsa de recepción, de la cámara 2 parte la tubería de llenado de la balsa de regulación, y de la cámara 3 la tubería que conduce el agua a un desagüe para el caso de que las balsas estén llenas u otros casos.

Estos aliviaderos fijos limitan las cotas de llenado de las balsas ya que, por encima de las cotas de los aliviaderos se producen vertidos a la siguiente cámara, hasta la cámara 3 de donde se vierten los excesos de caudales a un desagüe del Canal del Cinca.

La cota de este labio de aliviadero fijo que limita la cota máxima del agua en la balsa de regulación es la 401,80, que evidentemente es la cota de máximo nivel normal de la balsa de regulación.

Por ello, el aliviadero se encuentra en la toma del Canal del Cinca.

Volumen EMBALSE a cota de N.M.N: (cota 401,8): 959.520 m³

Volumen EMBALSE a cota de CORONACIÓN: (cota 403): 1.092.564 m³

Resguardo nivel de agua normal: 1,2 m

Pendiente mínima de la solera: 0,20 %

Ancho total del camino de coronación: 6,0 m

Longitud de coronación: 1.553 ml.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

2.2.4. CURVA VOLUMÉTRICA**Tabla 1.-**Curva volumétrica.

| DESCRIPCIÓN | CURVA NIVEL | SUPERFICIE (m2) | ALTURA (m.) | VOLUMEN (m3) | ALTURA Balsa ACUMULADA (m.) | VOLUMEN ACUM. (m3) |
|--|-------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------------------|--------------------|
| FONDO | 391 | 70.190,25 | | | | |
| | 392 | 73.528,41 | 1 | 71.859 | 1 | 71.859 |
| | 393 | 76.905,83 | 1 | 75.217 | 2 | 147.076 |
| | 394 | 80.322,53 | 1 | 78.614 | 3 | 225.691 |
| | 395 | 83.778,49 | 1 | 82.051 | 4 | 307.741 |
| | 396 | 87.273,73 | 1 | 85.526 | 5 | 393.267 |
| | 397 | 90.808,22 | 1 | 89.041 | 6 | 482.308 |
| | 398 | 94.382,00 | 1 | 92.595 | 7 | 574.903 |
| | 399 | 97.995,04 | 1 | 96.189 | 8 | 671.092 |
| | 400 | 101.647,36 | 1 | 99.821 | 9 | 770.913 |
| | 401 | 105.338,94 | 1 | 103.493 | 10 | 874.406 |
| COTA MÁXIMA AGUA | 401,8 | 108.319,96 | 0,8 | 85.464 | 10,8 | 959.520 |
| | 402 | 109.069,79 | 0,2 | 21.739 | 11 | 981.609 |
| CORONACIÓN | 403 | 112.839,92 | 1 | 110.955 | 12 | 1.092.564 |
| VOLUMEN TOTAL A COTA MÁXIMA NORMAL m3 | | | | 959.520 | | |
| VOLUMEN TOTAL A CORONACIÓN m3 | | | | 1.092.564 | | |

2.2.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS.

El embalse tiene una función de regulación para ajustar el pedido continuo de agua de las CC. RR. a la demanda variable de los regantes. Se encuentra fuera de cauce natural, y por tanto no lamina avenidas.

La entrada de agua en el embalse solo puede ser debida a la canalización de entrada de llenado y el aporte de la lluvia. El caudal máximo de entrada por el **sistema de llenado es de 7 m3/s** según proyecto. El aporte de lluvia es calculado en el siguiente apartado.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

2.2.6. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h Y EN 1 h.

La precipitación máxima en 24 h. y en 1 h. se ha calculado a partir de la siguiente documentación:

Máximas lluvias diarias en la España peninsular. Ministerio de Fomento. 1999.

Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. BOE de Jueves 10 de marzo de 2016.

Se ha calculado para:

Salillas (Huesca).

Período de retorno de 500 años.

Los resultados son los siguientes:

Precipitación máxima en 24 h. para período retorno 500 años: 156,4 mm.

Precipitación máxima en 1 h. para período retorno 500 años: 65,16 mm.

El resguardo de la balsa con respecto al nivel normal es de 1,2 m .

Tabla 1 Precipitaciones máximas para período de retorno de 500 años.

| Localidad | Salillas | DOCUMENTACIÓN TÉCNICA | |
|--|-------------------|-----------------------|--|
| Periodo retorno (años) | 500 | | Máximas lluvias diarias España Peninsular |
| Hoja serie 4C | 4-2 (Zaragoza) | | |
| Pm (mm/día) precipitación P diaria máxima anual media | 50 | Tomado de Hoja 4-2 | |
| Cv | 0,4 | Página 7 y Hoja 4,2 | |
| Yt cuantil adimensional regional (500 años y Cv=0,4) | 3,128 | Página 13 | |
| I24 Precipitación máxima 24 h, Xt cuantil local ($X_t = Y_t * P_m$ (mm/día. 500 años)) | 156,4 | | |
| Id Intensidad media diaria (I24/24) (mm/h). | | | norma 5,2 IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras |
| Periodo retorno (500 años) | 6,516 | Página 18887 BOE | |
| Índice de torrencialidad | 10 | Página 18900 BOE | |
| It Intensidad media hora más lluviosa día (mm/h) | | | |
| Periodo retorno (500 años) | 65,16 | | |

El resguardo de la balsa con respecto al nivel normal es de 1,2 m = 120 cm.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

Por ello, caso de una lluvia máxima para un período de retorno de 500 años, la balsa tendría una subida de nivel de 15,64 cm en 24 h. y de 6,516 cm en la hora de mayor intensidad de lluvia.

El volumen máximo que entraría en la balsa para la lluvia en la hora más lluviosa sería:

$$V = It * s$$

- It Intensidad media hora más lluviosa día (mm/h.). Período retorno 500 años.
- S. Superficie de la arista interior de la balsa

$$V = 65,16 \text{ mm} * 112.839,92 \text{ m}^2 = 7.353,4 \text{ m}^3.$$

El volumen que entraría en la balsa según la intensidad media diaria sería:

$$V = Id * s$$

- Ir Intensidad media diaria (mm/h.). Período retorno 500 años.
- S. Superficie de la arista interior de la balsa

$$V = 6,516 \text{ mm} * 112.839,92 \text{ m}^2 = 735,34 \text{ m}^3.$$

El caudal medio diario que incorporado por lluvia sería 735,34 m³/h = 0,2043 m³/s y en la media hora más lluviosa 7353,4 m³/h = 2,043 m³/s.

2.2.7. AVENIDA DE ENTRADA EN LA Balsa

En este caso, y dado que esta balsa no retiene el agua de ninguna cuenca natural, la única aportación sería la lluvia y el caudal de llenado.

No dispone de infraestructura de aliviadero

El caudal máximo de entrada por el sistema de llenado es de 7 m³/s.

La lluvia recogida que precipita sobre la superficie interior de la balsa equivale a un caudal de 2,043 m³/s en la media hora torrencial más lluviosa y a un caudal de 0,2043 m³/s de media diaria, calculado según el apartado anterior.

La avenida considerada es la resultante de sumar el caudal originado por la lluvia más el caudal de entrada. El hidrograma de entrada es el siguiente:

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

Tabla 2 Hidrograma Entrada Avenida

| T(h) | Q (m ³ /s) |
|------|-----------------------|
| 0 | 9,04 |
| 1 | 9,04 |
| 2 | 7,204 |
| 7 | 7,204 |

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE AGUAS ABAJO AFECTADO POR LA ONDA DE ROTURA

La situación de la zona y los elementos vulnerables de verse afectados pueden verse localizados en el plano presentado en el mapa anexo N° 1 "SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO", y se presentan aquí listados:

| | | | |
|----|-------------------------|----|----------------------|
| 1 | NUCLEO URBANO SALILLAS | 13 | GRANJA |
| 2 | NUCLEO URBANO SESA | 14 | CAMINO RURAL |
| 3 | CEMENTERIO | 15 | EDIFICIO AGRÍCOLA |
| 4 | GRANJA | 16 | NUCLEO URBANO HUERTO |
| 5 | CAMINO RURAL | 17 | EDIFICIO AGRÍCOLA |
| 6 | INSTALACIÓN Balsa RIEGO | 18 | GRAVERA |
| 7 | GRANJA | 19 | GRANJA |
| 8 | CARRETERA A-131 | 20 | CARRETERA A-1223 |
| 9 | MOLINO DE BUJAMÁN | 21 | GRANJA |
| 10 | GRANJA | 22 | EDIFICIO AGRÍCOLA |
| 11 | CAMPOS DE CULTIVO | 23 | GRANJA |
| 12 | GRANJA | | |

Nos encontramos en la margen izquierda del río Guatizalema, lindando la zona inundable del río. Se trata de una zona inundable de poca extensión, siendo la vía de desagüe general coincidente prácticamente al cauce normal del río (Ilustración 1)

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

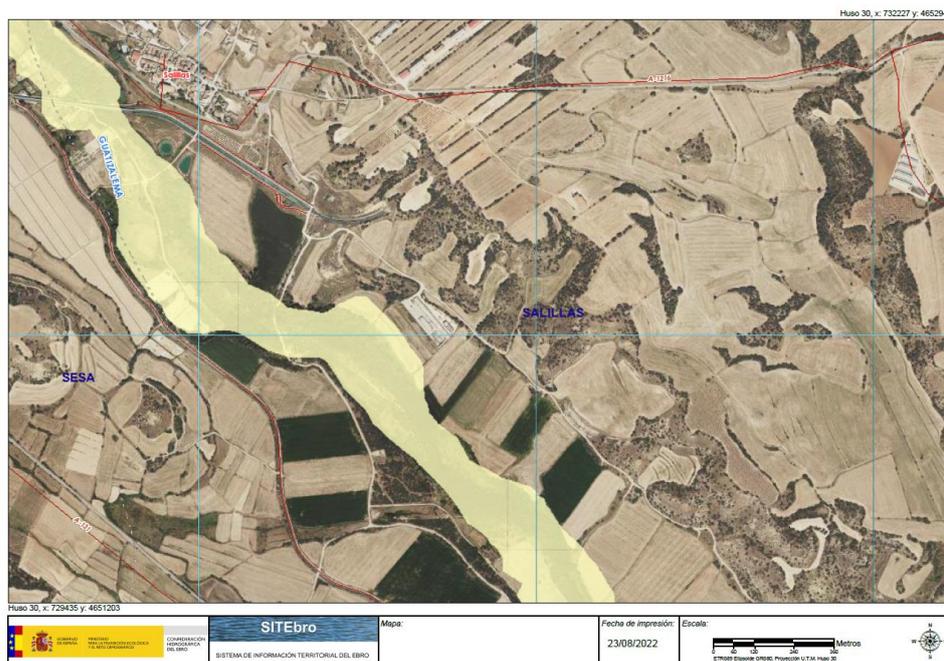


Ilustración 1 Zona inundable Río GUATIZALEMA. Fuente: Confederación Hidrográfica Ebro

En caso de resultar afecciones graves por la onda de avenida debida a la rotura del dique de la balsa, se valorarán los daños incrementales en el supuesto de coincidencia de dicha rotura con una crecida del río en régimen natural

Se simula rotura en la brecha sur oeste, por tener la altura de dique mayor (mayor volumen movilizable) y por la dirección de drenaje de las aguas hacia esa dirección. EN la Ilustración 2 se observa una cota de corte del dique con el terreno de 388 m (más detalle en plano 7 de proyecto perfil transversal PK 300)

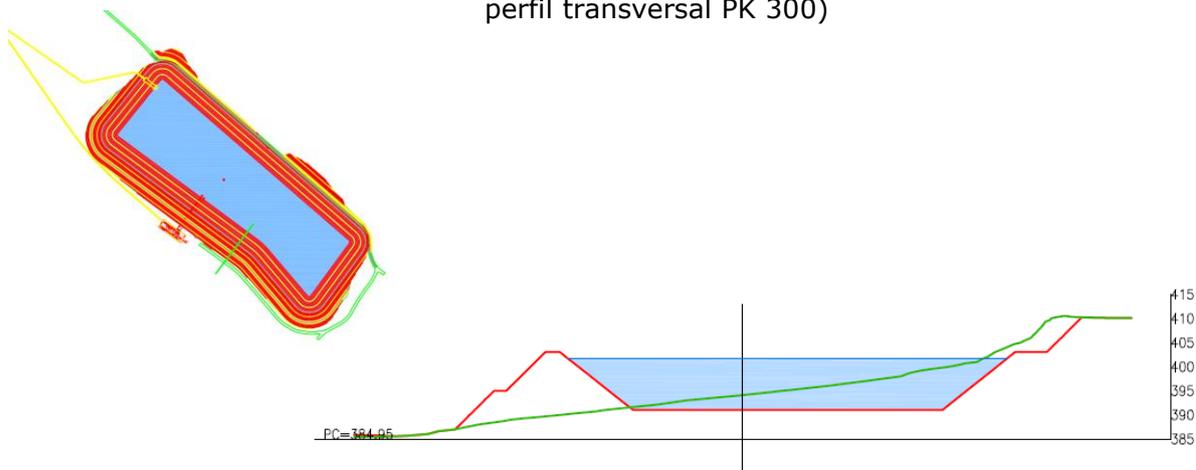


Ilustración 2 Localización brecha en planta y perfil (plano 7 de proyecto perfil transversal PK 300)

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

Aguas abajo de la brecha en la presa simulada, encontramos inmediatamente el cauce del río Guatizalema que transcurre más o menos embarrancado por una zona agrícola con campos de cultivo mayormente extensivo de herbáceos de regadío y secano, edificios agrícolas, un gran número de granjas dispersas y caminos de servicio agrícola principalmente.

Los núcleos urbanos de Sesa, Salillas y Huerto están localizados en las inmediaciones del cauce y zona de estudio.

Se incluye en la zona de estudio las carreteras A-131 y la carretera A-1223. La A-131 su recorrido va paralelo a la dirección natural de evacuación de la onda. La A-1223 cruza el río casi en su desembocadura en el Alcanadre a través de un puente (OA-1223-00277500).

Se extiende el área de estudio hasta la desembocadura del Guatizalema en el Alcanadre para poder analizar los efectos en este punto.

2.4. METODOLOGÍA Y DATOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS.

2.4.1. METODOLOGÍA GENERAL Y METODO DE ANÁLISIS APLICADO.

La metodología utilizada se corresponde con la consideración del escenario más desfavorable, rotura del dique con el embalse lleno hasta cota de coronación y sin coincidencia con avenidas de llenado de curso natural pues, tal y como se ha justificado anteriormente, el embalse se ubica en una zona elevada y fuera de cauce natural. Si bien se considerará avenida natural en el río Guatizalema en cuyo cauce se incorpora la onda de rotura y por el cual es evacuada.

Se utiliza el método Iber, modelo matemático bidimensional para la simulación de flujos en ríos y estuarios promovido por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX y desarrollado en colaboración con el Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente GEAMA (Universidad de A Coruña), el Grupo Flumen (Universitat Politècnica de Catalunya y Universitat de Barcelona) y el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, CIMNE (vinculado a la Universidad Politécnica de Cataluña), en el marco de un Convenio de Colaboración suscrito entre el CEDEX y la Dirección General del Agua.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

Iber es una herramienta de modelización bidimensional del flujo en lámina libre en aguas poco profundas, es decir, para calcular niveles de agua y velocidades en ríos, estuarios, canales, llanuras de inundación, obras hidráulicas...

Resuelve el calado y la velocidad con un módulo de cálculo de hidrodinámica. Algunas de las capacidades de este software son el uso de mallas irregulares para poder optimizar la representación geométrica y el tiempo de cálculo, la importación de geometrías y mallas de gran variedad de formatos.

Emplea esquemas numéricos robustos, sin problemas de convergencia, que permiten calcular flujos con resaltos hidráulicos y frentes de onda.

Permite considerar rugosidad variable y puede considerar el efecto de distintos tipos de estructuras como compuertas, vertederos, puentes, obras de drenaje...

Además, se puede simular la formación de una brecha en una presa o dique.

El módulo de hidrodinámica para obtener el calado y la velocidad resuelve unas ecuaciones que se deducen de dos leyes físicas de conservación elementales:

- Conservación de la masa
- Conservación de la cantidad de movimiento (la segunda ley de Newton aplicada a un fluido)

Estas leyes físicas se traducen en unas expresiones matemáticas que son las ecuaciones de Navier – Stokes, que gobiernan el movimiento de un fluido en las tres dimensiones del espacio. De las ecuaciones de Navier-Stokes se deducen las ecuaciones de aguas someras, también conocidas como ecuaciones de Saint Venant en dos dimensiones, que son las ecuaciones básicas que resuelve el módulo hidrodinámico de Iber.

Este método utiliza métodos paramétricos para el establecimiento y progresión de la brecha de rotura y métodos hidráulicos de análisis de régimen variable para el estudio del avance de la onda de rotura y la determinación de las áreas de inundación. También proporciona directamente resultados en términos de cota máxima de lámina alcanzada y velocidad del agua, por lo que la determinación del área.

2.4.2. LONGITUD DE CAUCE ANALIZADO Y JUSTIFICACIÓN.

Debido a la cercanía del cauce del río Guatzalema se ha analizado la roura que evacua el agua hacia el río siguiendo la dirección del mismo.

El límite del tramo del cauce a analizar se ha determinado considerando que los elementos susceptibles de ser dañados agua abajo ya no inducen una elevación de la categoría. Además, se establecen estos límites tras una primera simulación en la que se determina el área con calados mayor que cero y el área de peligrosidad. De esta manera se acota el área de estudio y se aligera el modelo de cálculo. Es necesario acotar para poder abordar el procesado, la simulación analiza 7 horas y 18 km aguas abajo.

Para justificar los límites del análisis adelantamos algunos de los resultados. La salida de agua del modelo simulado se produce en el punto 1 (Ilustración 3). Observamos que el frente de agua avanza por el cauce del río desplazándose a velocidades y calados altos, pero que no desborda fuera de zona inundable. Analizamos hasta la desembocadura en el Alcanadre y 6 km aguas abajo para comprobar que este puede absorber la onda sin consecuencias graves.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

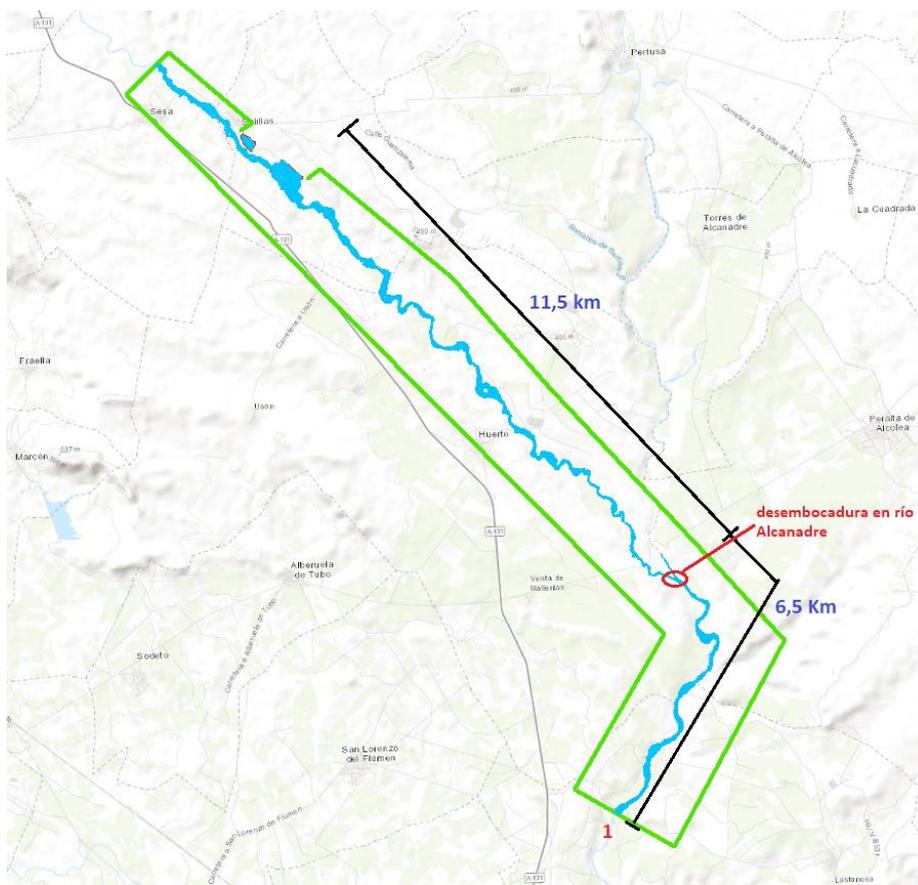


Ilustración 3 Límites de estudio rotura y punto de salida

En la Ilustración 4 se muestra el hidrograma a la salida del modelo según simulación de rotura y Guatizalema en régimen de avenida natural periodo retorno 10 años ($q = 165 \text{ m}^3/\text{s}$ Ilustración 8 en capítulo hidrograma Guatizalema) siendo el caudal máximo registrado de $230 \text{ m}^3/\text{s}$

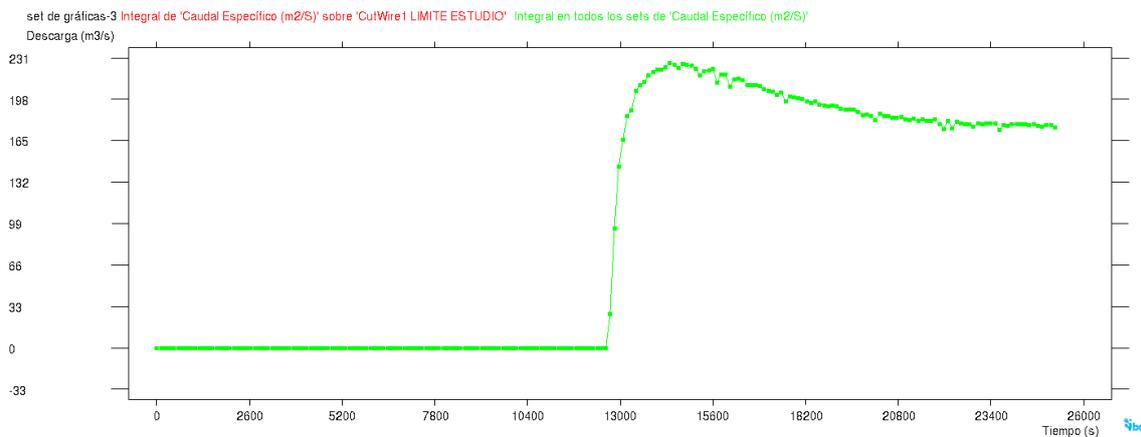


Ilustración 4. Hidrograma salida del modelo

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

EL caudal para una avenida en régimen natural del río Alcanadre aguas arriba de la desembocadura para un periodo de retorno de 10 años es de 278 m³/s (Ilustración 5 CAUMAX)

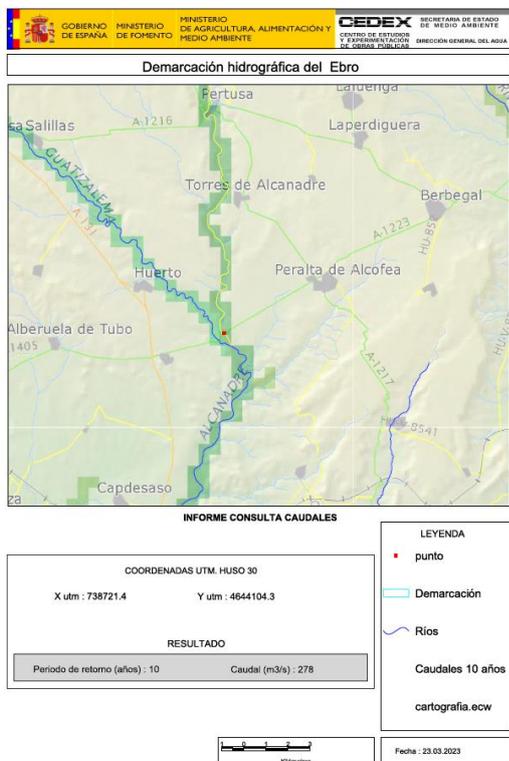


Ilustración 5. Caudal periodo retorno 10 Alcanadre (CAUMAX)

Si unimos ambos caudales resultaría un total de $230 + 278 = 508 \text{ m}^3/\text{s}$

Según los mapas de inundabilidad de la Confederación Hidrográfica del Ebro, la zona inundable para un periodo de retorno de 100 años es la que se muestra en la Ilustración 6. El caudal es de $832 \text{ m}^3/\text{s}$ según la misma fuente. Esta área no alcanza elementos vulnerables y susceptibles de elevación de categoría.

Concluimos que el caudal de una avenida en régimen natural con retorno de 10 años de ambos ríos junto con la onda de avenida debida a la rotura no supera el caudal de avenida periodo de retorno 100 años y que por lo tanto la zona afectada por la rotura no se extenderá más allá que la mostrada en la Ilustración 6 .

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

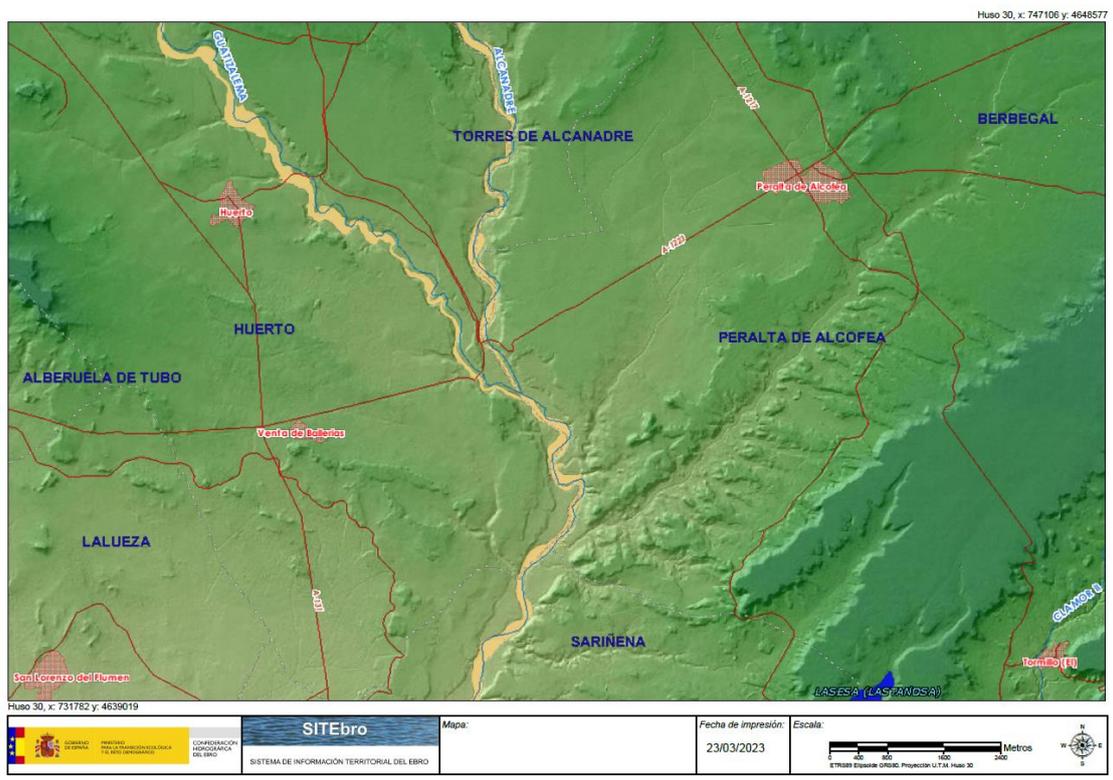


Ilustración 6. Zona inundable (amarillo) periodo de retorno 100 años. SITEbro

El río Alcanadre desagua la onda de avenida simulada dentro de su zona inundable no produciéndose afecciones incrementales debidas a la rotura de la balsa y por lo tanto no es necesario ampliar el límite de estudio.

2.4.3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL CAUCE Y JUSTIFICACIÓN.

El software utilizado, Iber asigna la rugosidad a través de un coeficiente de rugosidad de Manning (n).

El valor del número de Manning es representativo de la resistencia que ofrece una superficie al fluido, es decir, de la rugosidad de esa superficie. Esto implica que a mayor rugosidad de la superficie, mayor será la resistencia que ofrece al flujo y el valor de Manning será más alto.

El valor de este coeficiente es muy variable y depende de varios factores entre los que destacan la rugosidad de la superficie, la vegetación, la irregularidad del canal, la sedimentación y erosión o la presencia de obstrucciones.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

El terreno objeto de estudio por donde avanza la onda de rotura se trata de campos de cultivo y el cauce natural. Se ha estimado una media de valor del coeficiente de Manning para esta área de 0,032 basándonos en datos proporcionados para cultivos sembrados en línea (manual HEC RAS valor 0,035) y cursos naturales en planicies (manual HEC RAS valor 0,030). Para la infraestructura se ha tomado el valor por defecto proporcionado por IBER para tal definición.

Los coeficientes de Manning para cada uso de suelo adoptados son:

Tabla 3 Coeficientes de Manning para distintas superficies.

| Uso de suelo | Coefficiente n Manning |
|---------------------------------------|------------------------|
| Superficie inundación: área cultivada | 0.032 |
| Infraestructura para embalse | 0.02 |

2.4.4. GEOMETRIA DE LA Balsa y del Terreno

Para modelizar la balsa se han incorporado las curvas de nivel para obtener la geometría, así como las cotas.

Para el terreno de la zona de estudio se ha utilizado un modelo digital del terreno del vuelo LIDAR. Modelo digital del terreno con paso de malla de 2 m, con la misma distribución de hojas que el MTN50. LIDAR (Light Detection and Ranging) es una técnica de teledetección óptica que utiliza la luz de láser para obtener una muestra densa de la superficie de la tierra produciendo mediciones exactas de x, y, z.

En todas las superficies de estudio se ha generado una malla no estructurada de tamaño 20 ,10, 5 m para el terreno y tamaño 2 m para la zona del embalse.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)



Ilustración 7: Geometría de la balsa

2.4.5. HIPÓTESIS DE ROTURA ANALIZADO: ESCENARIO LÍMITE CON AVENIDA RÉGIMEN NATURAL RÍO GUATIZALEMA

Simularemos un modelo hidráulico contemplando un ESCENARIO LÍMITE, con los siguientes supuestos:

- Balsa llena hasta coronación
- Hidrograma de entrada en balsa equivalente al caudal de llenado máximo (mayorado ya que solo se produce este caudal en cota de lámina de agua en la balsa por debajo 400 m.s.n.m y si la balsa de recepción está completamente llena) + caudal proveniente de la lluvia (periodo retorno 500 años)
- Hidrograma de entrada de caudal en el Río Guatizalema correspondiente al caudal de avenida en régimen natural para un periodo de retorno de 10 años (Q10).
- Fin de formación de la brecha de rotura de presa coincidente en el tiempo con caudal pico del hidrograma de avenida Q10

Se determina periodo retorno 500 años en lluvia por ser el cálculo habitual para el cálculo de avenida máxima de proyecto. En este caso, no existe aliviadero (cota máxima alcanzable sería la cota de lámina de la balsa de recepción) por lo que no se tiene en cuenta el caudal desaguado.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

La avenida natural del río Guatizalema se incorpora al supuesto para comprobar los límites de la zona de estudio y comprobar que el caudal de la onda de avenida no sobrepasa la capacidad del cauce ocasionando inundaciones ni en los márgenes ni aguas abajo. No se trata de la máxima avenida que recibe el embalse, ya que este no se encuentra en el cauce.

Para ello consideramos un caudal natural del río correspondiente con el de periodo de retorno 10 años. Si bien no corresponde con el periodo de retorno del régimen de lluvia considerado (avenida máxima de proyecto en el embalse), en la Guía Técnica a la hora de acotar los límites de estudio se hace referencia a la capacidad del cauce del río. Este suele estar definido por la Máxima Crecida Ordinaria. Según CAUMAX se produce para el Guatizalema con un periodo de retorno de 3,5 años (Ilustración 8), por lo que tener en cuenta un caudal de retorno de 10 años, estaríamos del lado de la seguridad según este criterio.

2.4.6. HIDROGRAMA AVENIDA RÉGIMEN NATURAL RIO GUATIZALEMA

Obtenemos el hidrograma de avenida en régimen natural del río Guatizalema para incluir esta entrada de caudal en el escenario limite analizado.

Según CAUMAX, el caudal máximo para un periodo de retorno 10 años en el punto de entrada en el modelo del río es de 165 m³/s (Ilustración 9). Tomaremos este dato como caudal punta en el hidrograma. Como caudal base adoptamos el correspondiente al caudal de máxima crecida ordinaria (Q_{mco}) proporcionado por la misma aplicación (Ilustración 8)

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

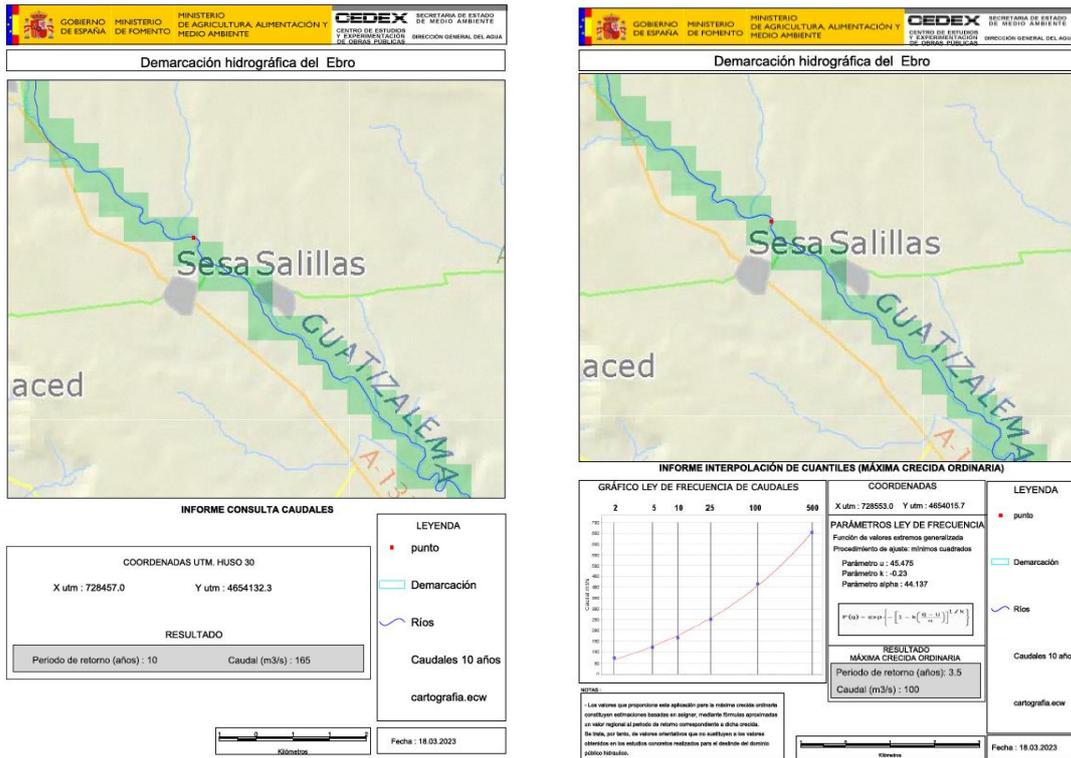


Ilustración 8: Caudal Q10 y Qmco río Guatizalema en la entrada del modelo.
Fuente CAUMAX

Según los tiempos (tabla 5) y los caudales base y punta, el hidrograma queda según Ilustración 9.

El tiempo de simulación completo serían 31 horas. Para reducir el tiempo de simulación, nos centramos en el pico del hidrograma. Se van a simular 7 horas. Adelantamos el inicio de la simulación una hora antes del pico de caudal y se calcula el inicio de la rotura para que al fin de la formación de la brecha coincida con este pico (tabla 5) El hidrograma simulado corresponde con el de la Ilustración 10

SEPARATA C: BALSA DE REGULACIÓN.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

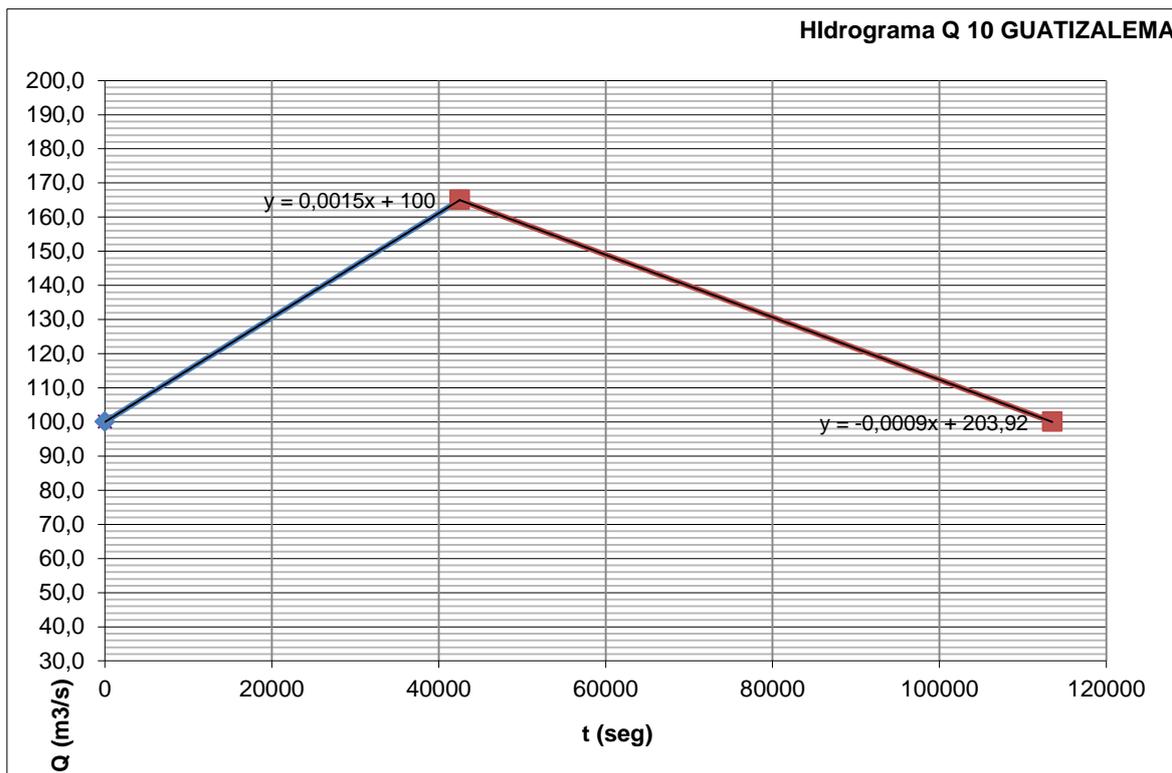


Ilustración 9: Hidrograma Q10 río Guatizalema en Salillas

Río Guatizalema

| | |
|-----------------------|--------|
| Distancia | 35 |
| Z nacimiento Vadiello | 741 |
| Z pto Analisis | 392,3 |
| J | 0,010 |
| t formacion brecha | 1504,8 |

Tabla 4 Tiempos Hidrograma Q10 Guatizalema en Salillas

| | Horas | Segundos | Segundos sim |
|---------------|--------------|-----------------|---------------------|
| Tc | 10,74 | 38656,5 | |
| Tr | 6,44 | 23193,9 | |
| Texceso | 10,74 | 38656,5 | |
| T ini sim | 10,81 | 38916,0 | 0 |
| T ini rotura | 11,39 | 41017,3 | 2101,3 |
| T punta | 11,81 | 42522,1 | 3606,1 |
| T fin sim | | 64116,0 | 25200,0 |
| Tb | 31,54 | 113534,1 | 74618,1 |
| Q base (m3/s) | 100 | Qmco | |

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

| T horas | T seg | Q 10años |
|---------|-------|----------|
| 0 | 0 | 158,4 |
| 1,002 | 3606 | 165,0 |
| 7 | 25200 | 146,2 |

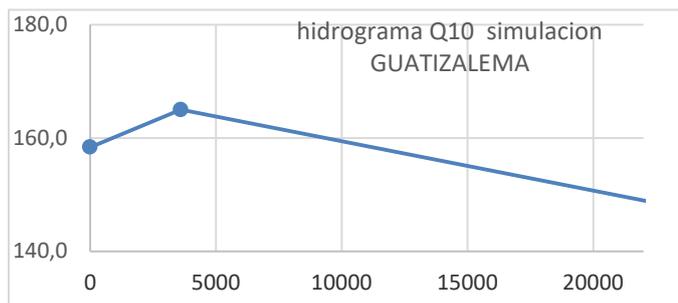


Ilustración 10: Hidrograma Q10 río Guatizalema en Salillas para simulación

2.4.7. DIMENSIONES DE LA BRECHA. TIEMPO DE DESARROLLO Y JUSTIFICACIÓN.

La forma y dimensión de la brecha, así como el tiempo de rotura se han calculado de acuerdo con lo establecido en la Guía Técnica para la Clasificación de presas en función del riesgo potencial en su apartado 5.3.

En las presas de materiales sueltos, como suele ser en las balsas, la rotura se produce de forma progresiva en el tiempo

La Guía Técnica para estos casos, propone una geometría de rotura trapezoidal, con las siguientes fórmulas para calcular el tiempo de rotura y el ancho medio :

$$b(m) = 20 * (V * H)^{0.25} \text{ (Guía Técnica para Clasificación, 1996)}$$

Siendo V el volumen de embalse (en hm³) y H la altura de presa sobre el cauce (en m). A efectos de aplicación de esta fórmula, se considerará que V es el volumen de agua almacenado en el embalse en el momento de la rotura.

Tiempo de formación de la brecha:

$$T(m) = 4.8 * \left(\frac{V^{0.5}}{H}\right) \text{ (Guía Técnica para Clasificación, 1996)}$$

Donde V es el volumen de embalse (en hm³) y H la altura de presa sobre el cauce (en m). Para la aplicación de esta fórmula, debe considerarse que V es el volumen de agua almacenado en el embalse en el momento de la rotura.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

La formación de la brecha que se realiza por la Guía Técnica seguirá el siguiente esquema:

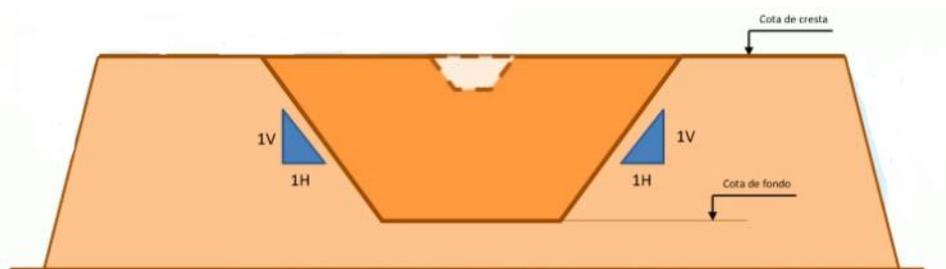


Ilustración 11. Esquema brecha trapezoidal tipo

En las presas de materiales sueltos, como es el caso, la rotura es progresiva en el tiempo y con evolución desde formas geométricas iniciales hasta la práctica totalidad de la presa.

Para el embalse objeto de estudio son los siguientes:

- Cota coronación: 403 m.s.n.m.
- Cota fondo solera: 391 m.s.n.m.
- Cota pto más bajo dique exterior :388 m.s.n.m. (Ilustración 2)
- Volumen movilizable 1,092564 Hm³

El embalse no se encuentra en contacto con un cauce natural, tomamos como H la altura máxima sobre el punto más bajo de cimentación. Volumen movilizable será todo el volumen almacenado en el momento de rotura (volumen hasta coronación).

Por lo tanto:

| | |
|---------------------------------|-----------------|
| h hasta solera(m) | 12 |
| H (m) | 15 |
| Volumen (Hm³) | 1,092564 |
| t (horas) | 0,334 |
| b anchura media (m) | 40,24 |

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

2.4.8. CONFIGURACIÓN DE ESTRUCTURAS Y PUNTOS SINGULARES.

Se ha tenido en cuenta el puente de paso de carretera de la A-1223 sobre el río Guatizalema

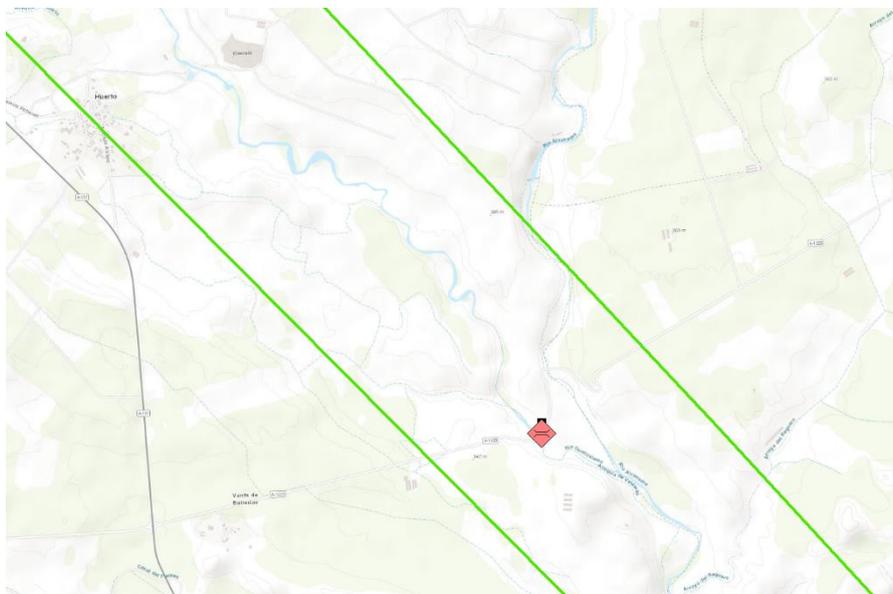


Ilustración 12. Situación puente carretera A-1223 sobre río Guatizalema

El flujo bajo puentes no anegados en lámina libre puede ser analizado con las ecuaciones de Sant- Venant 2d que aplica Iber de forma habitual. Se omite el tablero del puente en la modelización y se comprueba que el calado no sobrepasa la cota inferior del tablero o arco.

En caso de calados mayores, se configurarían las estructuras completas resolviendo el flujo correspondiente (anegado en carga).

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)



Ilustración 13: Foto puente (OA-1223-00277500) carretera A-1223 sobre Guatizalema

2.4.9. DATOS DE CÁLCULO Y SIMULACIÓN

Los **datos para el cálculo** en este caso han sido los siguientes:

- Tiempo total de simulación 25.200 s (7 horas)
- Intervalo de escritura de resultados 120s
- Incremento de tiempo máximo 1 s
- CFL 0.45

Condición inicial:

- Cota agua en la superficie interior del embalse: **403 m (lleno hasta coronación)**
- Calado en el resto del terreno: 0 m (terreno seco)

Condiciones de contorno:

- **Salida 2D** Condición de Flujo Supercrítico/Crítico: en los límites de las áreas de simulación
- **Entrada 2D en balsa:** Tipo Caudal Total según el hidrograma mostrado en el apartado 2.2.7 Tabla 3.

SEPARATA C: BALSA DE REGULACIÓN.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

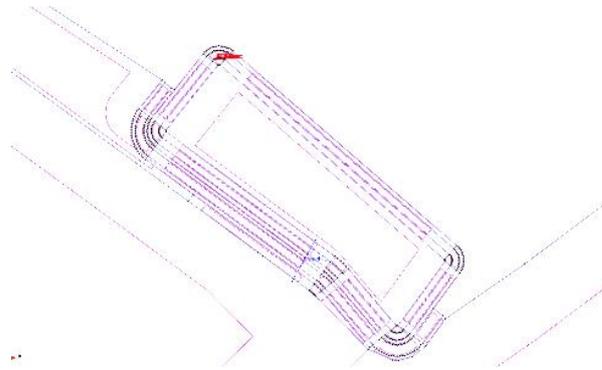


Ilustración 14: punto de entrada en BALSA equivalente a Máxima Avenida

- **Entrada 2D avenida natural periodo retorno 10 años rio Guatizalema**

El hidrograma introducido en el modelo es el calculado en el apartado 2.4.5 "HIDROGRAMA AVENIDA RÉGIMEN NATURAL RÍO GUATIZALEMA" de este documento.

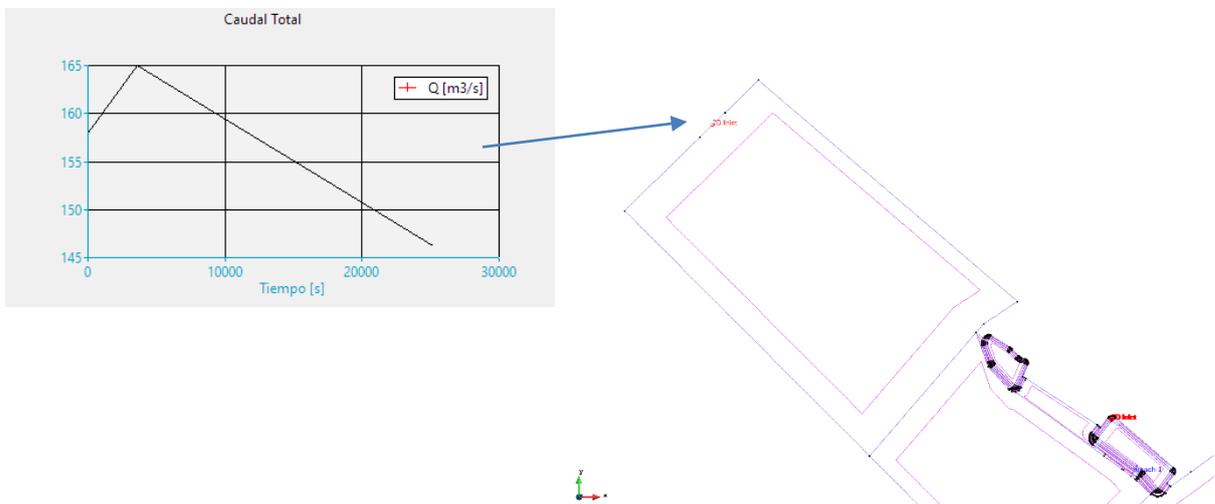


Ilustración 15: Hidrograma configurado y punto de entrada en el modelo del RIO Guatizalema

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

Brecha:

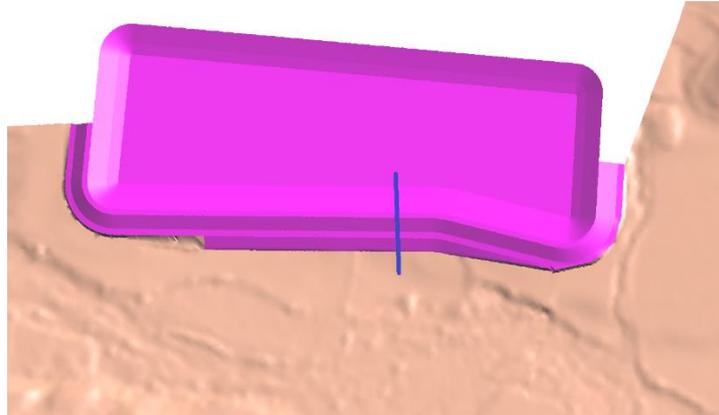


Ilustración 16: Línea generación brecha

2.5. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO

2.5.1. MAPAS RESULTADOS

En el ANEXO PLANOS presentado al final de este documento se representan los mapas de resultados del avance de la onda de avenida para los valores máximos de calado y valores máximos de velocidad registrados a lo largo de la simulación.

El mapa DAÑO GRAVE indica las áreas en las que se considera daño grave según Real Decreto

2.5.2. RELACIÓN DE AFECCIONES.

Consideramos elementos afectados a los que son alcanzados en mayor o menor medida por la onda de avenida (calado en algún momento es mayor que cero).

Los elementos afectados son los siguientes y podemos ver su localización el MAPA 2. MAPA DE AFECCIONES anexo a este informe.

- ELEMENTO 5 Camino rural
- ELEMENTO 11 Campos de cultivo

Para los elementos lineales o de superficie, se toma un punto representativo.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

Se ha adoptado como referencia representativa del área de cultivos un punto en la superficie de daño grave (ELEMENTO 11). Se tendrá en cuenta para la valoración de afecciones el área total de cultivos afectados.

Como representación de caminos rurales se ha tomado un punto de los caminos más importantes del área afectada.

La **carretera A-1223** se encuentra en el área de estudio como posible afección, pero es descartada ya que la onda de agua no alcanza la calzada, circulando bajo el puente en el cauce del río Guatizalema

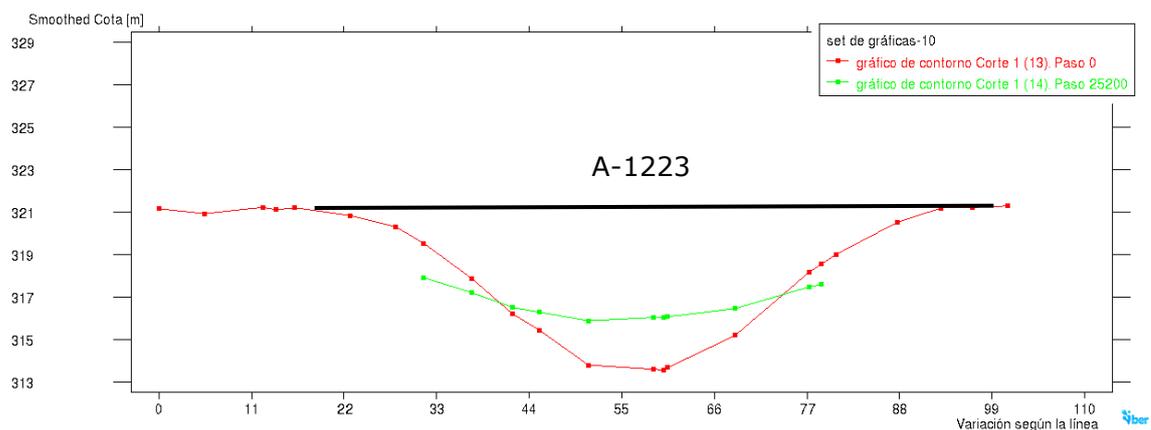


Ilustración 17 Cota máxima de agua simulación 7 horas en el cauce río bajo puente en A-1223

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

2.5.3. TABLA AFECCIONES

DAÑOS MATERIALES

| Id | Descripción | Distancia (km) | x UTM | y UTM | Cota m.s.n.m. | T LLEGADA onda (min) | MAX CALADO | | MAX VEL | | MAX Q esp | | Daño Grave RD 92008 | GRADO AFECCIÓN | Nº INST. | Sup cultivo ha | Daños potenciales |
|----|----------------|----------------|--------|---------|---------------|----------------------|------------|------|---------|-------|-----------|---------------------|---------------------|----------------|----------|--------------------------------|-------------------|
| | | | | | | | T (min) | (m) | T (min) | (m/s) | T (min) | (m ² /s) | | | | | |
| 5 | Camino | 1,04 | 731797 | 4650970 | 376,9 | 6,6 | 17,0 | 1,11 | 11,0 | 2,78 | 13,3 | 2,970 | SI | GRAVE | 1 | | MODERADO |
| 11 | Campos cultivo | 5,04 | 734566 | 4648071 | 349,9 | 44,9 | 53,0 | 0,44 | 53,0 | 0,70 | 53,0 | 0,282 | NO | NO GRAVE | | <1.000 regadío y <3.000 secano | MODERADO |

Tabla 5 Tabla Afecciones

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

2.5.4. HIDROGRAMA ROTURA Balsa

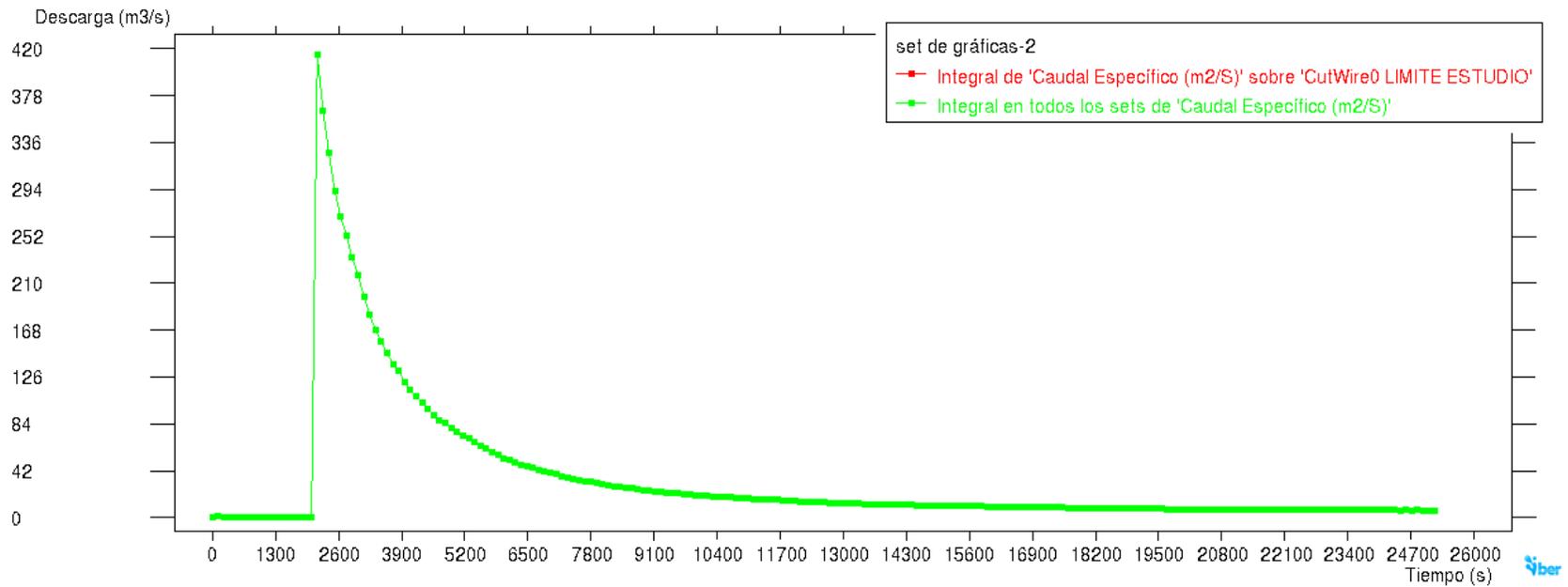


Ilustración 18 Hidrograma rotura balsa. Inicio rotura t=2101 segundos

SEPARATA C: BALSA DE REGULACIÓN.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

2.5.5. EVOLUCIÓN EN PUNTOS AFECCIONES

Evolución en AFECCIÓN 5 CAMINO

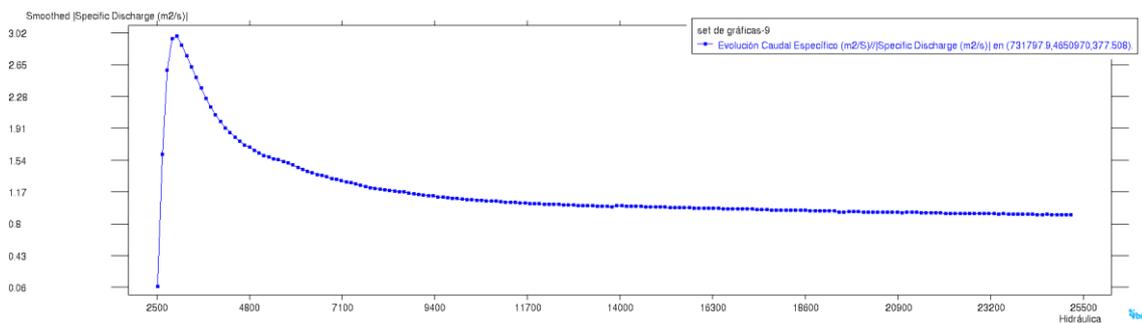
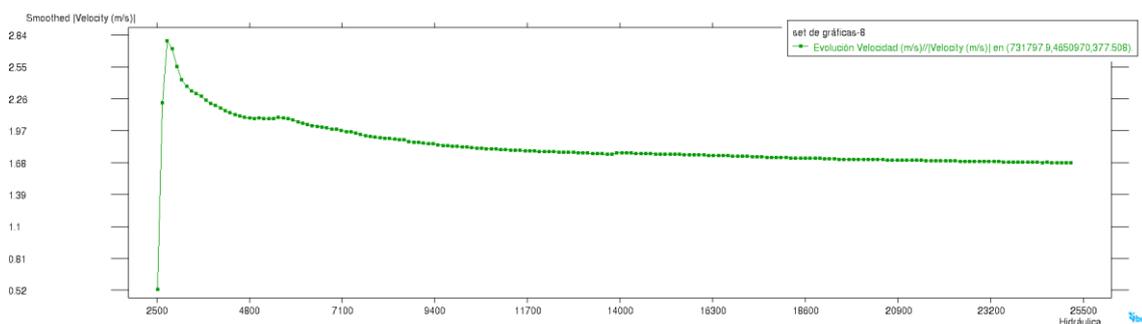
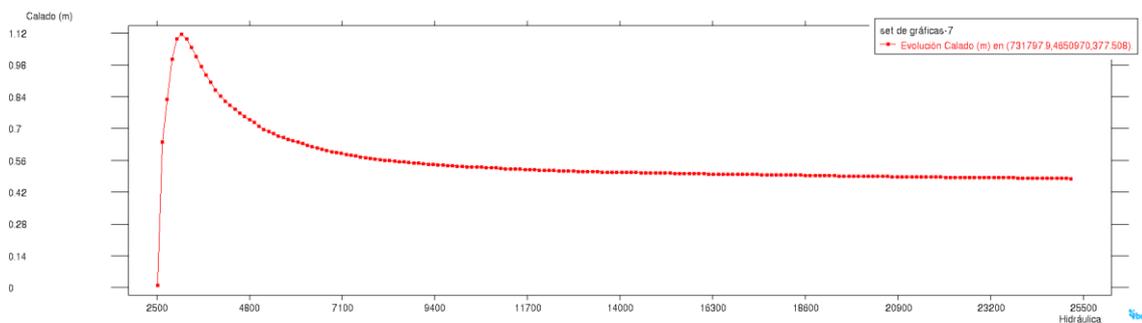


Ilustración 19 Evolución calado, velocidad y caudal específico en 5 CAMINO

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

Evolución en AFECTACIÓN 11 CULTIVOS

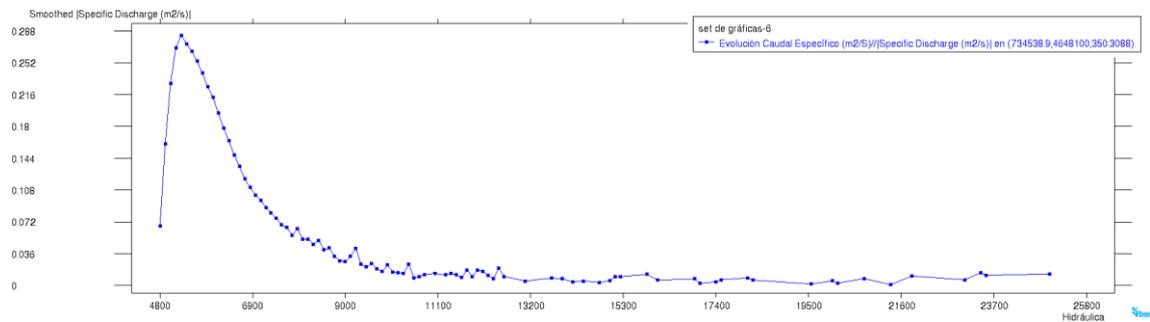
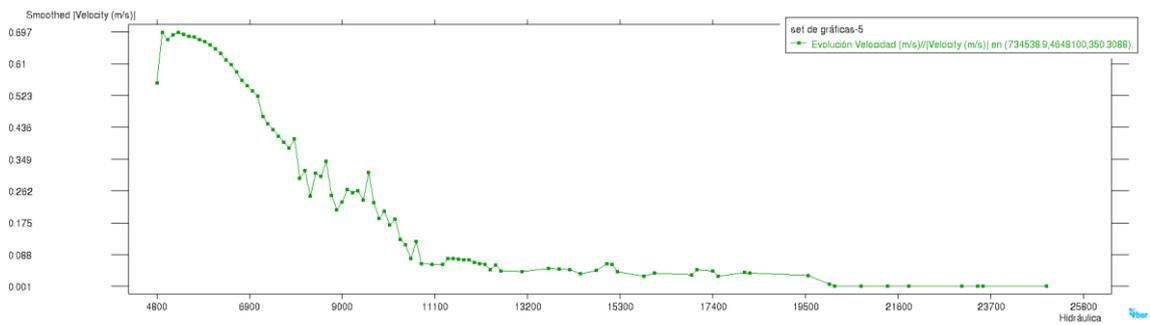
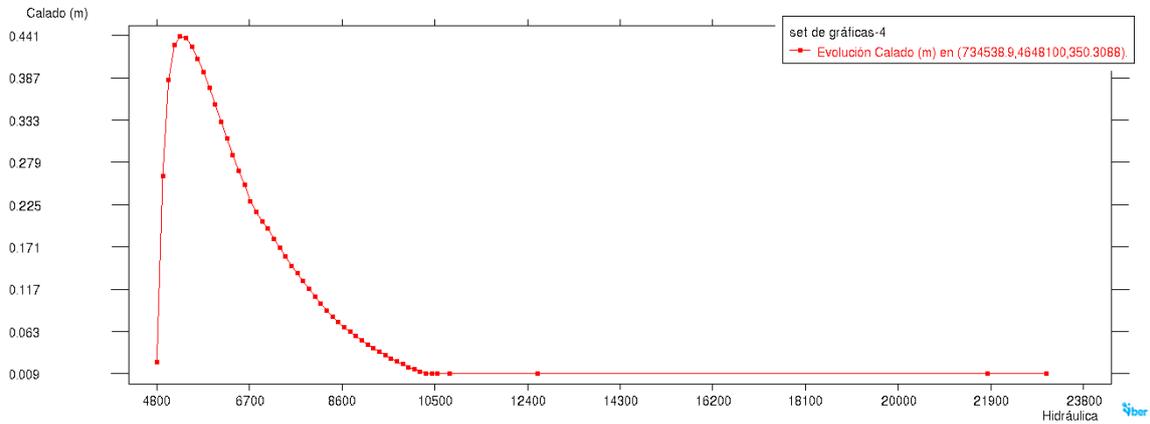


Ilustración 20 Evolución calado, velocidad y caudal específico en 11 CAMPOS CULTIVO

2.6. CRITERIOS PARA LA ESTIMACIÓN DE AFECCIONES.

Como consecuencia de lo previsto en la Directriz y en el Reglamento Técnico y de las consideraciones anteriores, se establece que la clasificación de las presas se basará en una evolución progresiva de los daños potenciales, desde la categoría C hacia la A.

Se entiende por análisis de la evolución progresiva el proceso según el cual en primer lugar se evalúa la posibilidad de incluir el aspecto considerado en la Categoría C, según su definición estricta. Caso de no responder a los criterios que definen la Categoría C, se establece que la presa debe incluirse en las Categorías B o A, repitiendo el proceso según los criterios definitorios de la Categoría B. Los criterios generales de clasificación son los siguientes:

- **Categoría C:** Puede producir solo incidentalmente pérdida de vidas humanas. No puede afectar a vivienda alguna y solo de manera no grave a algún servicio esencial. Los daños medioambientales que puede producir deben ser poco importantes o moderados. Únicamente puede producir daños económicos moderados.
- **Categoría B:** Puede afectar a un número de viviendas inferior al que se considere mínimo para constituir una afección grave a un núcleo urbano o a un número de vidas equivalente, o producir daños económicos o medioambientales importantes. Puede afectar solo de manera no grave a alguno de los servicios esenciales de la comunidad.
- **Categoría A:** Supera la categoría anterior, pudiendo afectar gravemente, al menos, a un núcleo urbano o número de viviendas equivalente, con lo que pudiera poner en situación de riesgo a un número de vidas humanas semejante al que ocupa el número de viviendas considerado como límite máximo para la categoría B, o afectar gravemente a alguno de los servicios esenciales de la comunidad o producir daños económicos o medioambientales muy importantes.

Los aspectos a analizar son, por tanto:

- Riesgo potencial a vidas humanas. Población en riesgo.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEOS (HUESCA)

- Afecciones a servicios esenciales.
- Daños materiales.
- Daños medioambientales.

De acuerdo con la Guía Técnica para la clasificación de presas en función de su riesgo potencial, apartado 2 "criterios para la definición de categorías", el elemento esencial para la clasificación es el relativo a la población y a las vidas humanas con riesgo potencial de afección por la hipotética rotura de la presa. Para ello, la Directriz define esta población con riesgo de una forma cualitativa según la afección potencial sea de tipo grave a núcleos urbanos (categoría A), afecte a un número reducido de viviendas (categoría B) o pudiera afectar solo incidentalmente a vidas humanas (categoría C). Como consecuencia debe partirse de que el elemento primordial en la clasificación es la afección potencial a las vidas humanas, por lo que este es el primer aspecto que debe ser considerado en el proceso.

2.7. EVALUACIÓN DE LAS AFECCIONES.

Aplicando el artículo 9 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico que define la zona donde se puedan producir graves daños durante una avenida sobre personas y los bienes cuando se cumpla alguna de estas condiciones:

| |
|---|
| Que el calado sea superior a 1.0 m |
| Que la velocidad sea superior a 1.0 m/s |
| Que el producto de ambas variables sea superior a 0.5 m ² /s |

Los resultados del análisis en los que se basa esta evaluación se presentan en el Capítulo 2.5 "Resultados del Modelo Hidráulico" y en el ANEXO PLANOS con los mapas de la onda de avenida.

La valoración de los efectos de la onda de avenida de manera cualitativa se realiza de acuerdo con la Guía Técnica Para la Clasificación de Presas en Función de su Riesgo Potencial.

Las superficies y los puntos vulnerables afectados en mayor o menor medida por la onda se muestran en el PLANO Nº 2 MAPA DE AFECCIONES, y con detalle numérico en el Capítulo 2.5.3 TABLA DE AFECCIONES

2.7.1. AFECCIONES GRAVES A NÚCLEOS URBANOS.

De acuerdo con la definición del Instituto Nacional de Estadística, se entiende como "Núcleo Urbano" el conjunto de al menos diez edificaciones, que estén formando calles, plazas y otras vías urbanas. Por excepción, el número de edificaciones podrá ser inferior a 10, siempre que la población de derecho que habita las mismas supere los 50 habitantes. Se incluyen en el núcleo aquellas edificaciones que, estando aisladas, distan menos de 200 metros de los límites exteriores del mencionado conjunto, si bien en la determinación de dicha distancia han de excluirse los terrenos ocupados por instalaciones industriales o comerciales, parques, jardines, zonas deportivas, cementerios, aparcamientos y otros, así como los canales o ríos que puedan ser cruzados por puentes.

Se entenderá como afección grave a un núcleo urbano aquella que afecte a más de cinco viviendas habitadas y represente riesgo para las vidas de los habitantes, en función del calado y la velocidad de la onda.

- **Salillas, Sesa y Huerto**

De los resultados del análisis que se muestran en el Capítulo 2.5 "Resultados del Modelo Hidráulico" se observa que **no se produce afección a ninguna vivienda habitada**. La onda de avenida no alcanza el casco urbano

- **Presencia de personas**

Los terrenos por los que discurriría la avenida son terrenos agrícolas con una presencia muy reducida en el tiempo por parte del personal que realiza las labores por lo que se considera que puedan producirse pérdidas de vidas humanas serían incidentales.

2.7.2. SERVICIOS ESENCIALES:

Se entiende como servicios esenciales aquellos que son indispensables para el desarrollo de las actividades humanas y económicas normales del conjunto de la población.

Se considerará servicio esencial aquel del que dependan, al menos, del orden de 10.000 habitantes.

En cuanto a la tipología de los servicios esenciales, estos incluyen, al menos, las siguientes:

- Abastecimiento y saneamiento.
- Suministro de energía.
- Sistema sanitario.
- Sistema de comunicaciones.
- Sistema de transporte.

Se considerará como afección grave aquella que no puede ser reparada de forma inmediata, impidiendo permanentemente y sin alternativa el servicio, como consecuencia de los potenciales daños derivados del calado y la velocidad de la onda.

Servicios esenciales en la zona:

- **Carretera A-1223 y carretera A-131**

La onda de agua no invade las calzadas de las carreteras de la zona

- **Caminos rurales y acceso a fincas.**

Dan servicio a menos de 10.000 habitantes por lo que se considera daño moderado, no esencial.

2.7.3. DAÑOS MATERIALES.

Los únicos daños materiales que se producirían serían los asociados a los daños a cultivos así como los ocasionados a los caminos y carretera

- **Caminos rurales y acceso a fincas.**

Los daños materiales se clasifican como moderados ya que sólo en algún punto las condiciones hidráulicas pueden producir daños graves sobre los bienes

- **Cultivos regadío**

La superficie en la que en algún momento el calado es mayor de 0, es decir, llega a mojarse no supera las 1.000 ha.

La Guía Técnica califica los daños materiales como moderados si la superficie afectada es <3000 ha de seco y < 1000 ha de regadío. Por lo tanto, estos daños son considerados **moderados**.

- **Cultivos seco**

La superficie en la que en algún momento el calado es mayor de 0, es decir, llega a mojarse no supera las 3.000 ha. Se trata de campos lindantes con el cauce del río.

La Guía Técnica califica los daños materiales como moderados si la superficie afectada es <3000 ha de seco y < 1000 ha de regadío. Por lo tanto, estos daños son considerados **moderados**.

SEPARATA C: Balsa de Regulación.

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO (HUESCA)

2.7.4. DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

No se advierten daños medioambientales.

2.8. CONCLUSIONES CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL RIESGO POTENCIAL

Según evaluación de afecciones (Capítulo 2.7 y TABLA AFECCIONES capítulo 2.5.3) en caso de rotura:

- No se alcanzan viviendas habitadas
- Se puede producir la pérdida de vidas humanas sólo incidentalmente
- No afecta de manera grave a servicios esenciales.
- No se producen daños materiales importantes
- No se advierten daños medioambientales.

Se propone la clasificación de la "Balsa riego para proyecto modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1)" como **categoría C**.

Categoría C: La rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas. No afecta a vivienda alguna y tampoco afecta de manera grave a ningún servicio esencial.

ANEXO PLANOS

PLANO Nº1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

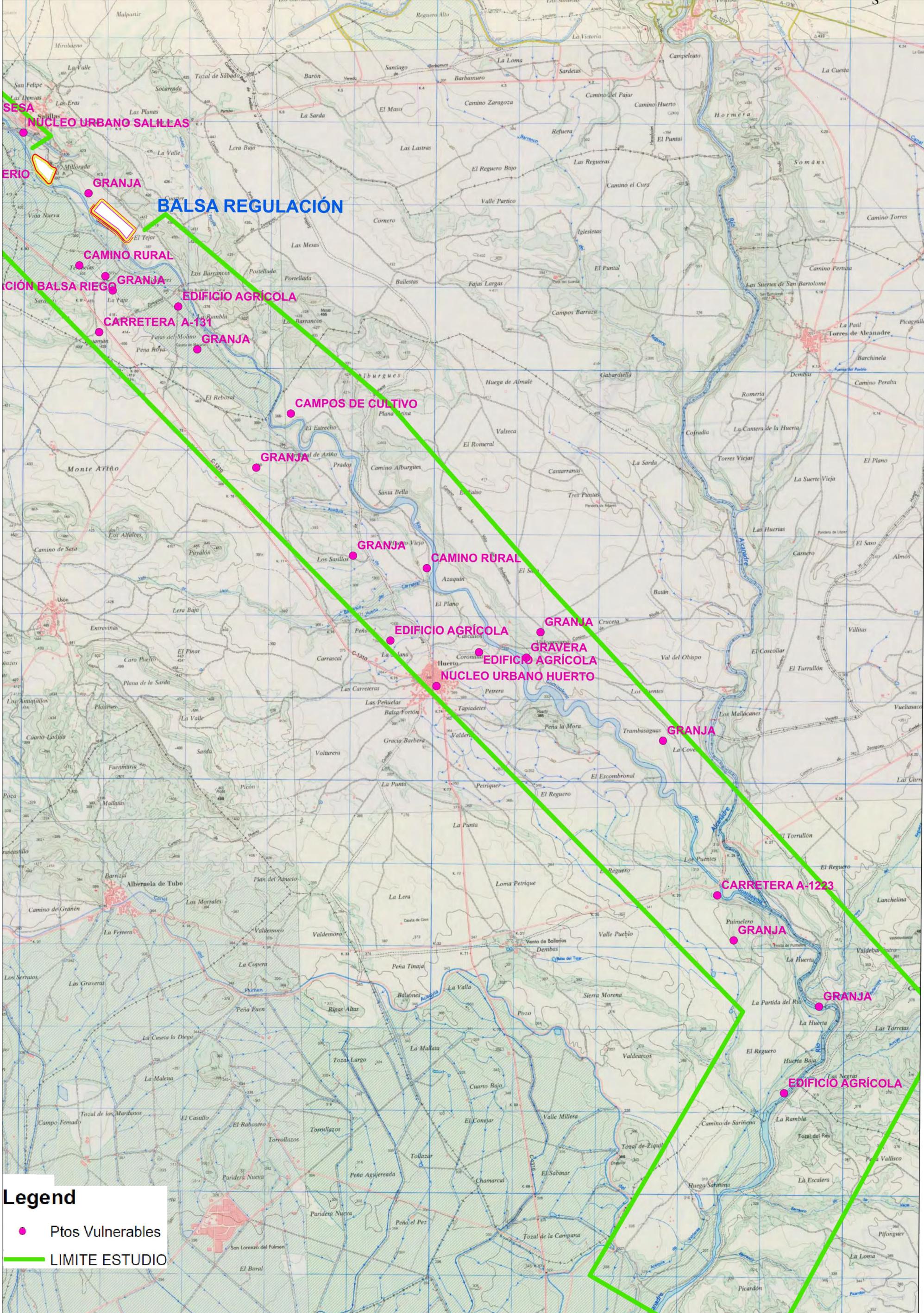
PLANO Nº2 MAPA AFECCIONES

PLANO Nº 3 MÁXIMOS CALADO SOBRE IMAGEN SATÉLITE

PLANO Nº 4 MÁXIMOS VELOCIDAD SOBRE IMAGEN SATÉLITE

PLANO Nº 5 MÁXIMOS DAÑO GRAVE SOBRE IMAGEN SATÉLITE

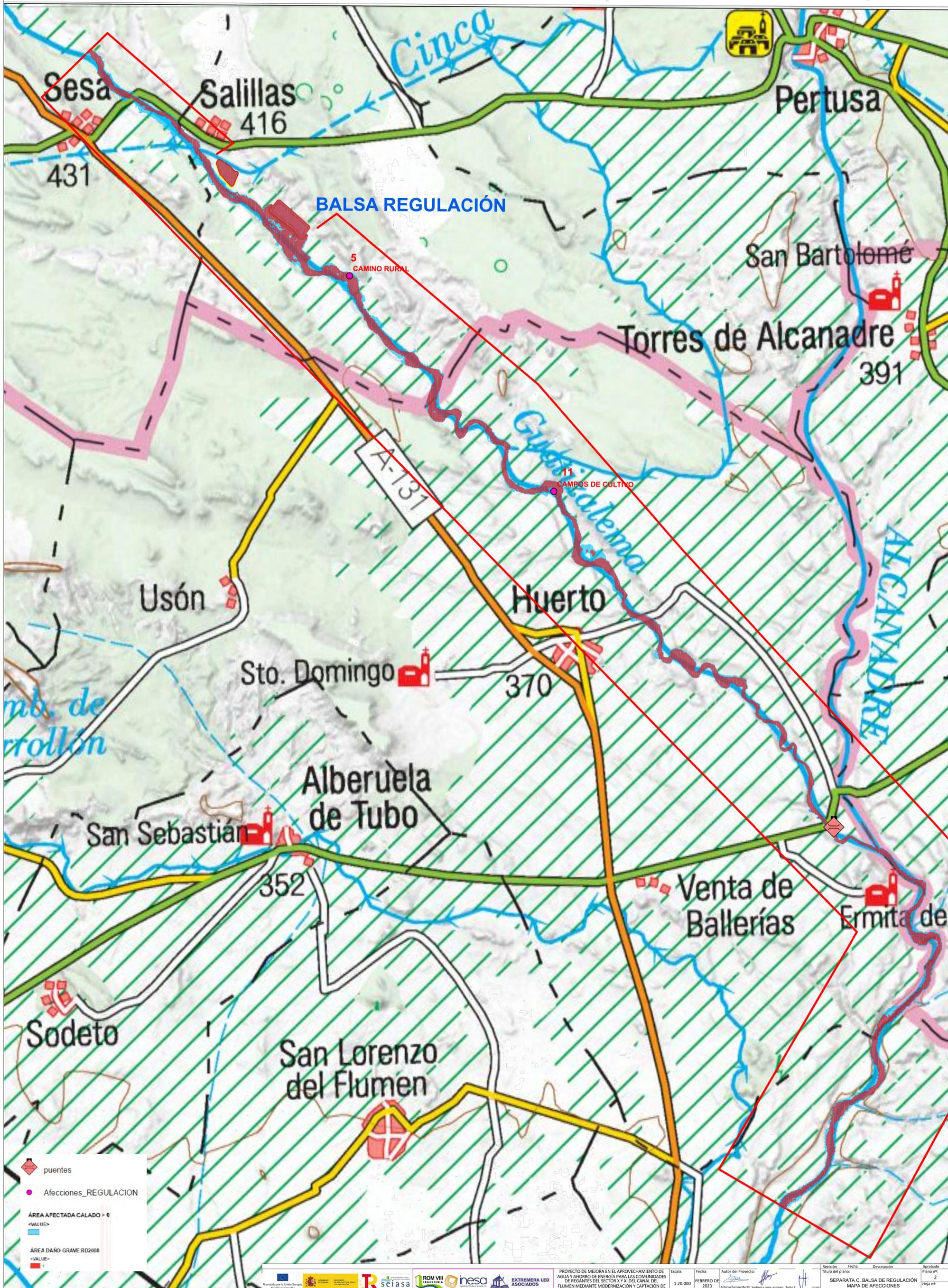
PLANO Nº 6 TOPOGRAFÍA DE LA Balsa

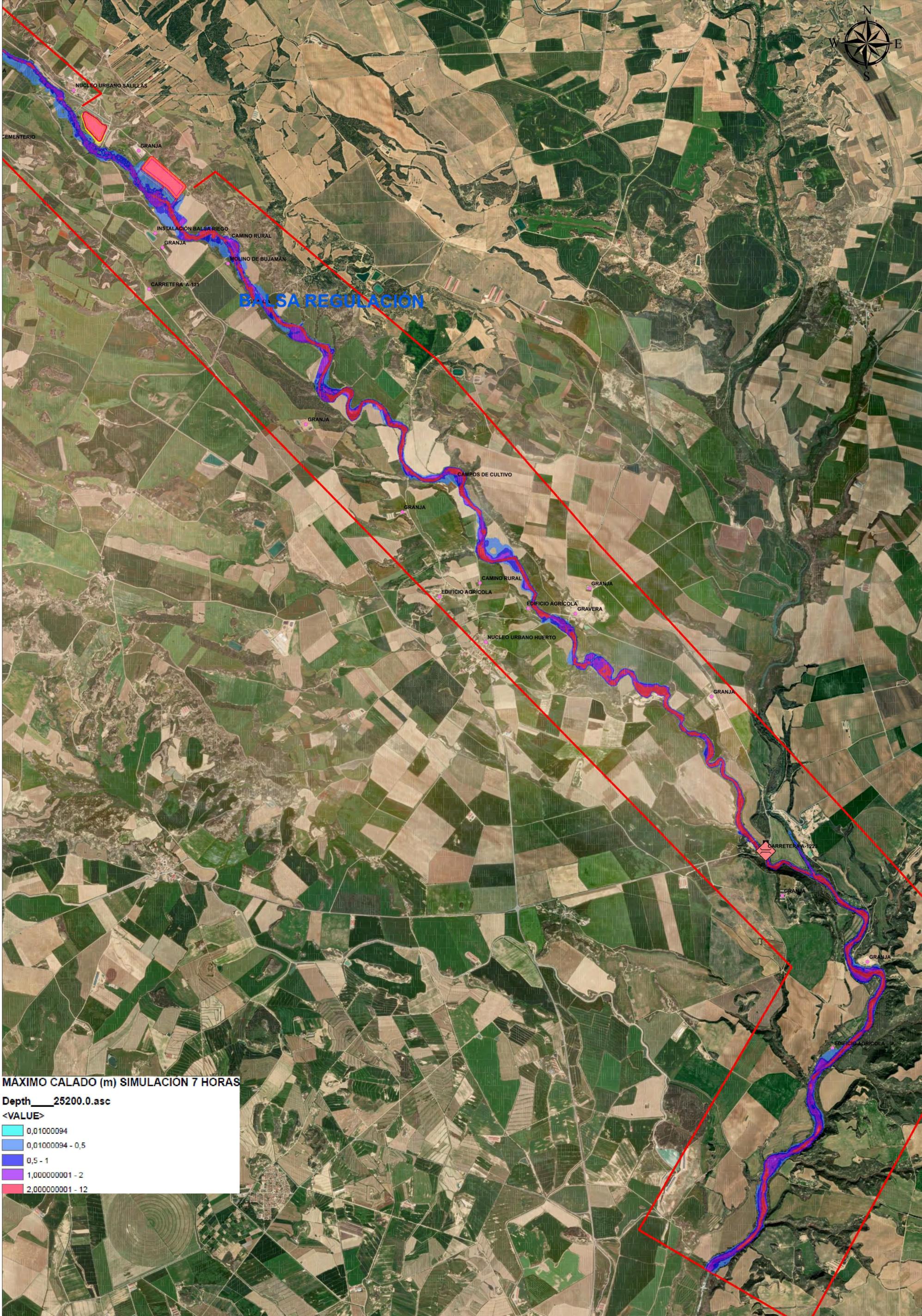


Legend

- Ptos Vulnerables
- LIMITE ESTUDIO

| DAÑOS MATERIALES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|--------|---------|---------------|----------------------|--------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|---------------------|----------------|----------|--------------------------------|-------------------|
| Id | Descripción | Distancia (km) | x UTM | y UTM | Cota m.s.n.m. | T LLEGADA onda (min) | MAX CALADO T (min) | MAX CALADO (m) | MAX VEL T (min) | MAX VEL (m/s) | MAX Q esp T (min) | MAX Q esp (m2/s) | Daño Grave RD 92008 | GRADO AFECCIÓN | Nº INST. | Sup cultivo ha | Daños potenciales |
| 5 | Camino | 1,04 | 731797 | 4650970 | 376,9 | 6,6 | 17 | 1,11 | 11 | 2,78 | 13,3 | 2,97 | SI | GRAVE | 1 | | MODERADO |
| 11 | Campos cultivo | 5,04 | 734566 | 4648071 | 349,9 | 44,9 | 53 | 0,44 | 53 | 0,7 | 53 | 0,282 | NO | NO GRAVE | | <1.000 regadío y <3.000 secano | MODERADO |



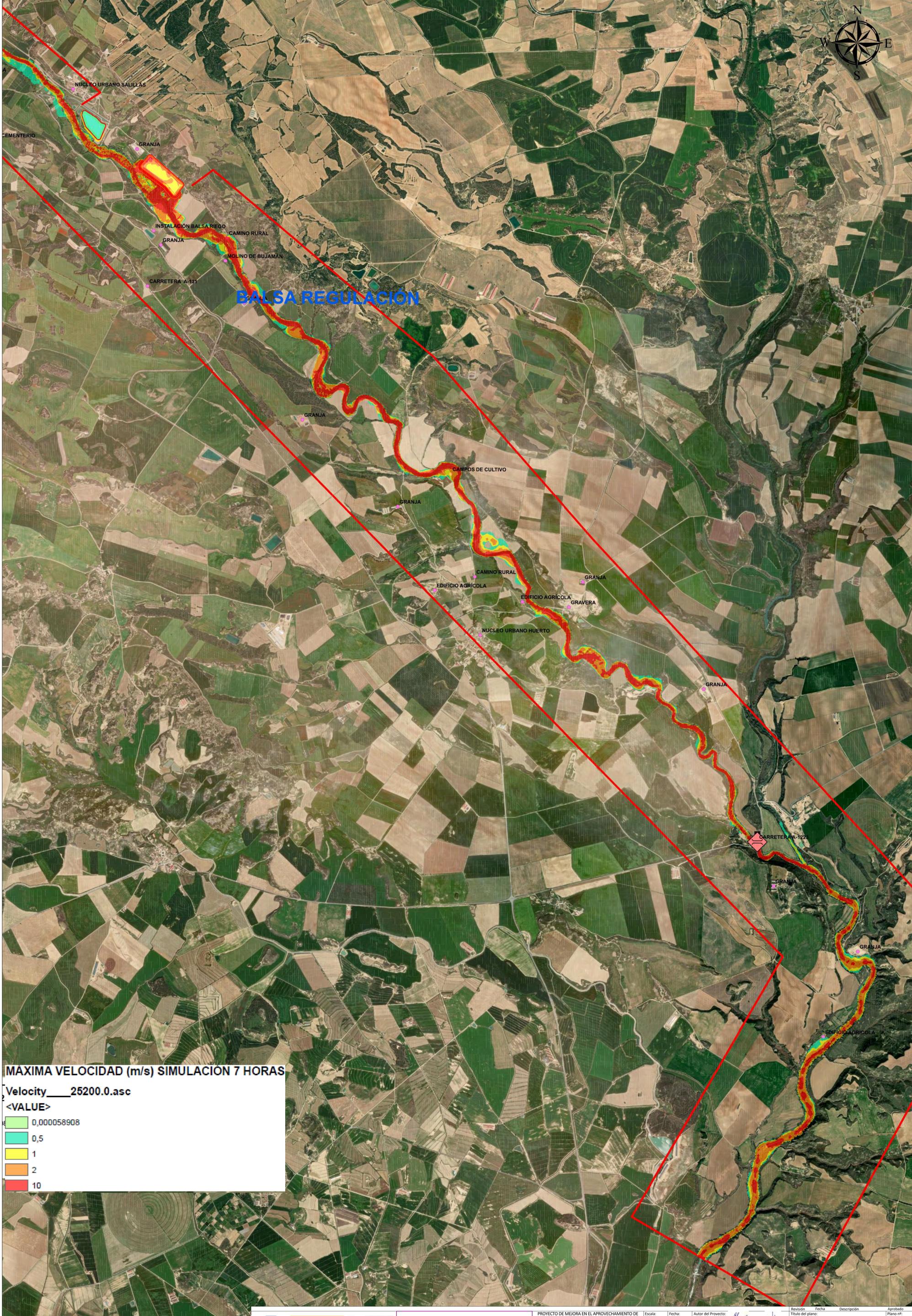


MAXIMO CALADO (m) SIMULACION 7 HORAS

Depth 25200.0.asc

<VALUE>

- 0,01000094
- 0,01000094 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1,00000001 - 2
- 2,00000001 - 12



NUCLEO URBANO SALILLAS

GRANJA

INSTALACION Balsa RIEGO

CAMINO RURAL

MOLINO DE BUJAMAN

CARRETERA A-131

BALSA REGULACION

GRANJA

CAMPOS DE CULTIVO

GRANJA

CAMINO RURAL

EDIFICIO AGRICOLA

EDIFICIO AGRICOLA

GRAVERA

NUCLEO URBANO HUERTO

GRANJA

CARRETERA A-122

GRANJA

GRANJA

EDIFICIO AGRICOLA

MAXIMA VELOCIDAD (m/s) SIMULACION 7 HORAS

Velocity_25200.0.asc

<VALUE>

| |
|-------------|
| 0,000058908 |
| 0,5 |
| 1 |
| 2 |
| 10 |



NUCLEO URBANO SALILLAS

CEMENTERIO

GRANJA

INSTALACIÓN Balsa RIEGO

CAMINO RURAL

MOLINO DE BUJAMAN

CARRETERA A-131

Balsa REGULACIÓN

GRANJA

CAMPOS DE CULTIVO

GRANJA

CAMINO RURAL

EDIFICIO AGRICOLA

EDIFICIO AGRICOLA

GRAVERA

NUCLEO URBANO HUERTO

GRANJA

CARRETERA-122

GRANJA

GRANJA

EDIFICIO AGRICOLA

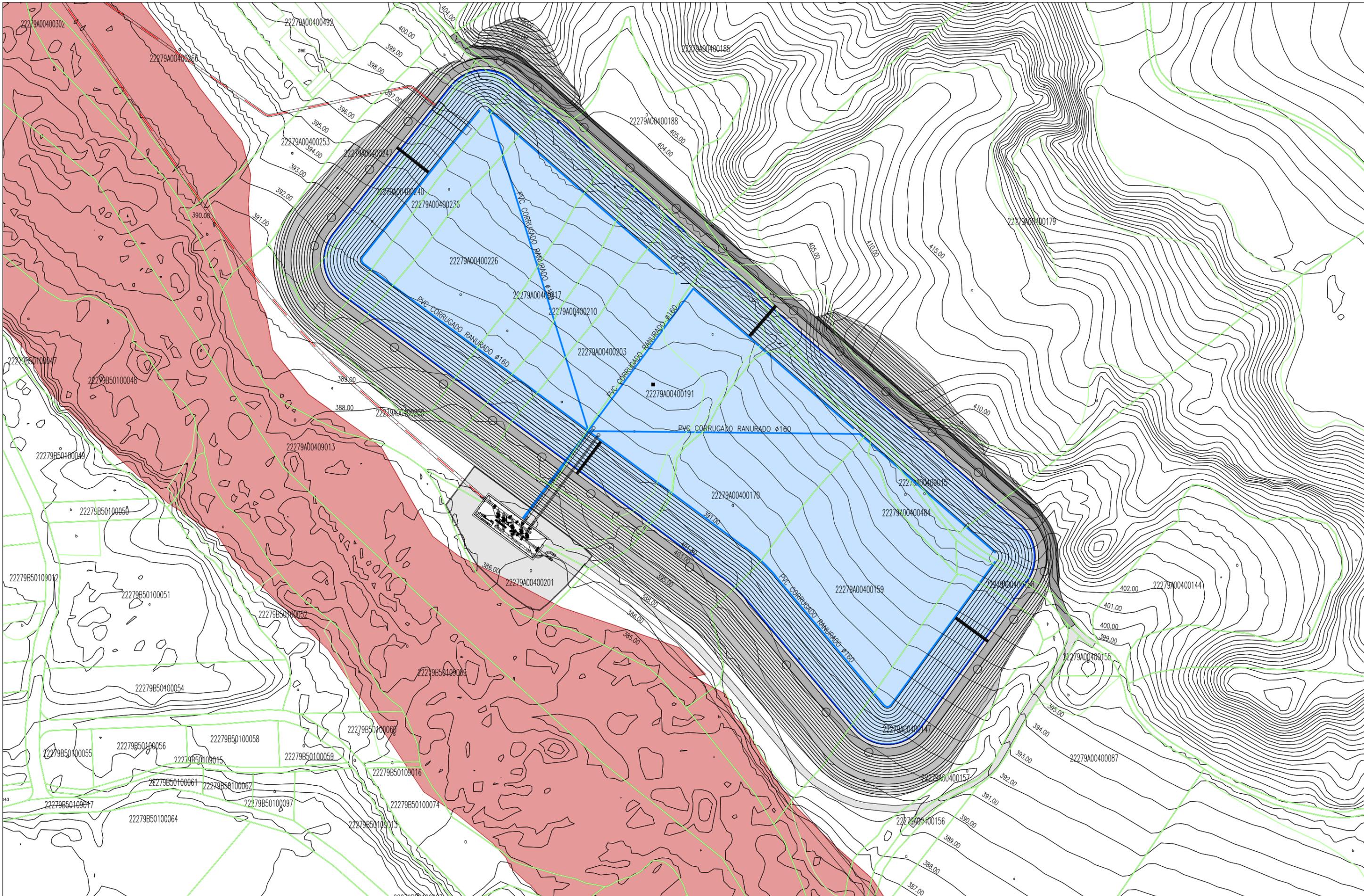
MÁXIMO DAÑO GRAVE RD 9 2008 SIMULACIÓN 7 HORAS

Maximum_Severe_Hazard_RD92008__25200.0.asc

<VALUE>

1

Referencia geográfica. ETRS 1989 UTM Zona 30N



Referencia geográfica. ETRS 1989 UTM Zona 30N

PROYECTO DE MEJORA EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUA Y AHORRO DE ENERGÍA PARA LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL SECTOR X Y XI DEL CANAL DEL FLUMEN MEDIANTE MODERNIZACIÓN Y CAPTACIÓN DE AGUA A MAYOR COTA PARA EVITAR BOMBEO

Escala: 1:20.000

Fecha: FEBRERO DE 2023

Autor del Proyecto: Antonio Romeo Martín (Ingeniero Agrónomo), Santiago Uruña Uruñigo (Ingeniero Industrial), Pedro E. Ituno (Ingeniero de Caminos)

| Revisión | Fecha | Descripción | Aprobado |
|----------|-------|--|-------------|
| | | Título del plano: SEPARATA C. Balsa de Regulación MÁXIMO VELOCIDAD SOBRE IMAGEN SATELITE | Plano nº: 6 |
| | | | Hoja nº: 1 |