# ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO

# NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES CALERUEGA (BURGOS)

Ayuntamiento de Caleruega

## APROBACIÓN DEFINITIVA

**GAMA Grupo de Alternativas Medioambientales y Territoriales, S.L.**

Diciembre 2024

# ÍNDICE

**1. INTRODUCCIÓN....3**

**2. JUSTIFICACIÓN LEGAL....5**

**3. TRABAJOS REALIZADOS....7**

**4. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA....9**

**4.1. SITUACIÓN Y OROGRAFÍA....9**
**4.2. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA....10**
**4.3. COBERTURA Y USOS DEL SUELO....10**
**4.4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA....11**
**4.5. OBRAS DE DRENAJE....12**

**5. ESTUDIO DE AVENIDAS....15**

**5.1. CAUDAL DE AVENIDA....15**
5.1.1. METODOLOGÍA UTILIZADA....15
5.1.2. DATOS DE PARTIDA....16
5.1.3. PROCESO DE CÁLCULO....17
**5.2. CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDA....17**

**6. PELIGRO DE INUNDACIÓN....19**

**6.1. METODOLOGÍA UTILIZADA....19**
**6.2. CONDICIONES DE CONTORNO Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS....19**
**6.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS....20**

**7. RESUMEN Y CONCLUSIONES....23**

# ÍNDICE DE ANEJOS

*Anejo 1. Mapa de peligro de inundación*
*Anejo 2. Cálculo de caudales*
*Anejo 3. Esquemas de calados*
*Anejo 4. Perfil longitudinal*
*Anejo 5. Perfiles transversales de las obras de fábrica*
*Anejo 6. Documentación fotográfica*

# 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo efectuar un estudio de avenidas y evaluar el peligro de inundación del río Gromejón a su paso por el núcleo de población de Caleruega, con el fin de discriminar, en el caso de existir, las superficies afectadas por zonas o terrenos inundables para la adecuada definición y desarrollo de la Revisión de las Normas Urbanísticas Municipales.

La zona de estudio se encuentra en el tramo medio-alto del río Gromejón, afluente del Duero que pertenece a la cuenca hidrográfica del río Duero en su parte septentrional. La caracterización del régimen del río Gromejón es de tipo fluvio-nival con las mayores cargas en invierno y primavera, así como un acusado descenso del caudal en verano.

El segmento fluvial afectado por el estudio discurre enmarcado en un valle fluvial de aproximadamente 500 metros de anchura en el entorno de la zona de estudio. Las condiciones hidrogeológicas de la cuenca del río Gromejón se caracterizan por situarse principalmente sobre materiales aluviales que se extienden a lo largo del curso fluvial y que en general son de poco espesor.

En la cuenca del río Gromejón, a su paso por el núcleo urbano de Caleruega, se encuentran dos Sectores de Suelo Urbanizable contemplados en las Normas Urbanísticas Municipales vigentes y con su Ordenación Detallada ya aprobada, ambos en la margen izquierda del río. De aguas arriba a aguas abajo, primero el Sector Urbanizable “La Nevera”, y al final el Sector Urbanizable “El Prado”.

Por consiguiente, en el presente documento se delimita el área de estudio, que va desde el entorno de p.K. 26 de la carretera provincial BU-910, hasta que el río llega al Sector “El Prado” aguas abajo.

En el trabajo se han realizado: un estudio geológico y geomorfológico al objeto de diferenciar la llanura de inundación asociada al río Gromejón, a su paso por el término municipal de Caleruega; un estudio de avenidas a partir de los métodos aconsejados en la publicación del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” para la obtención de la precipitación máxima diaria correspondiente a un periodo de retorno considerado, una comparativa de estos datos con los extraídos de la aplicación de Caumax; y un estudio de los peligros de inundación de la zona mediante la utilización del software HEC-RAS, un paquete integrado de programas de análisis hidráulicos, creado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos.

De forma complementaria se ha utilizado el software HEC-GeoRAS, una extensión del Sistema de Información Geográfica ArcGIS, que permite tanto el proceso previo de los datos geométricos asociados con la línea de agua, como el tratamiento posterior de los resultados generados por el programa HEC-RAS.

Como resultado de esta simulación se obtienen, por un lado, datos de calados para cada punto de la llanura de inundación analizado, y por otro, datos de la altura máxima alcanzada por la lámina de agua para cada perfil transversal simulado. Estos datos se presentan en el Mapa de peligro de inundación (Anejo 1), que delimita las superficies de inundación obtenidas. Todos estos análisis se realizan para diferentes periodos de retorno.

# 2. JUSTIFICACIÓN LEGAL

El presente trabajo se desarrolla amparándose en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por *Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.* En su artículo 9.1 delimita la zona de policía con una anchura de 100 metros medidos horizontalmente a partir del cauce.

El artículo 9.2 del Reglamento define zona de flujo preferente como "aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas. A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

a) Que el calado sea superior a 1 m.

b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.

c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 $m^2/s$."

Según el mismo artículo, "se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m. cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m. en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos".

En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas por el organismo de cuenca aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía, siempre que el organismo de cuenca haya modificado los límites de la zona de policía para incluir estas zonas, con arreglo al procedimiento previsto en el artículo 9.3 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Finalmente, en el artículo 14.1 considera "zonas inundables las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de quinientos años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas, a menos que el Ministerio de Medio Ambiente, a propuesta del organismo de cuenca fije, en expediente concreto, la delimitación que en cada caso resulte más adecuada al comportamiento de la corriente".

También se fundamenta en las limitaciones que establece la *Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León*, que en su articulo 9 apartado c), explicita que "en áreas amenazadas por riesgos naturales o tecnológicos, tales como inundación, erosión, hundimiento, incendio contaminación u otros análogos, no se

permitirá ninguna construcción, instalación ni cualquier otro uso del suelo que resulte incompatible con tales riesgos".

El artículo 18.2 del Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, aprobado por *Decreto 22/2004, de 29 de enero*, establece que "Las áreas amenazadas por riesgos naturales o tecnológicos y las limitaciones impuestas en las mismas son las establecidas, en esos términos o en cualesquiera otros análogos, por las Administraciones públicas competentes para la prevención de cada riesgo, a las que también corresponde evaluar en cada caso el cumplimiento del deber de prevención de riesgos".

Según señala en artículo 18.3 del Reglamento citado, "cuando no exista un pronunciamiento expreso de la Administración competente en relación con un determinado riesgo, la delimitación del área amenazada y las limitaciones necesarias pueden ser establecidas por el Ayuntamiento o la Administración de la Comunidad Autónoma en forma de determinaciones justificadas incluidas en los instrumentos de ordenación del territorio y planeamiento urbanístico aplicables, con carácter subsidiario respecto del pronunciamiento de la Administración competente".

# 3. TRABAJOS REALIZADOS

Para este estudio se han realizado los siguientes trabajos:

- Reconocimiento del cauce y llanura de inundación del río Gromejón, a fin de determinar posibles puntos conflictivos (obras de drenaje, estrechamientos del cauce, etc.) en término municipal de Caleruega y que pudieran afectar hidráulicamente a los mismos.
- Reconocimiento geológico y geomorfológico de la ribera del río Gromejón al objeto de estudiar las llanuras aluviales y de inundación, delimitación de los distintos niveles de terraza, así como el estudio de las marcas de corriente, lóbulos de desbordamiento y cicatrices erosivas existentes en las márgenes.
- Estudio topográfico del entorno de los cauces, y reconocimiento y toma de datos de campo relativo a forma y dimensiones de los cauces a fin de completar su topografía y la de las márgenes potencialmente inundables.
- Estimación de caudales de avenida del río Gromejón, para periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años, conforme la Instrucción de carreteras 5.2-IC Drenaje Superficial.
- Modelización del comportamiento hidráulico del tramo del río Gromejón objeto de estudio, a su paso por el término municipal de Caleruega.
- Delimitación en un mapa topográfico de las líneas de inundación correspondientes a los períodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años.
- Situación de las alturas de inundación del río Gromejón y los afluentes en los perfiles transversales para los períodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años.
- Evaluación y contraste de las alturas de inundación obtenidas con las observaciones geomorfológicas realizadas en el área de estudio.

La información de partida con la que se ha contado ha sido la siguiente:

- Bases topográficas 1:5.000 y 1:1.000 de la Junta de Castilla y León con equidistancia entre curvas de nivel de 5 y 1 metros.
- Ortofoto correspondiente a la serie PNOA cobertura 2017 y con una resolución de 25 centímetros.
- Mapa Geológico digital de la Junta de Castilla y León (1:100.000).
- Mapa Geológico del España a escala 1:50.000 del Instituto Tecnológico Geominero de España. Hojas de Santo Domingo de Silos y Peñaranda de Duero.
- Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000 del Instituto Geológico Minero de España. Hoja de Aranda de Duero (30).
- Mapa de usos de suelo digital SIOSE proporcionado por el ITACYL.
- Aplicación Caumax versión 2.0, publicada por el CEDEX.

# 4. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

## 4.1. SITUACIÓN Y OROGRAFÍA

Se estudia la cuenca vertiente del río Gromejón, afluente por la margen derecha del río Duero. Esta cuenca se encuentra encajonada entre las cuencas del río Esgueva y del río Bañuelos. La situación se aprecia en la siguiente figura:

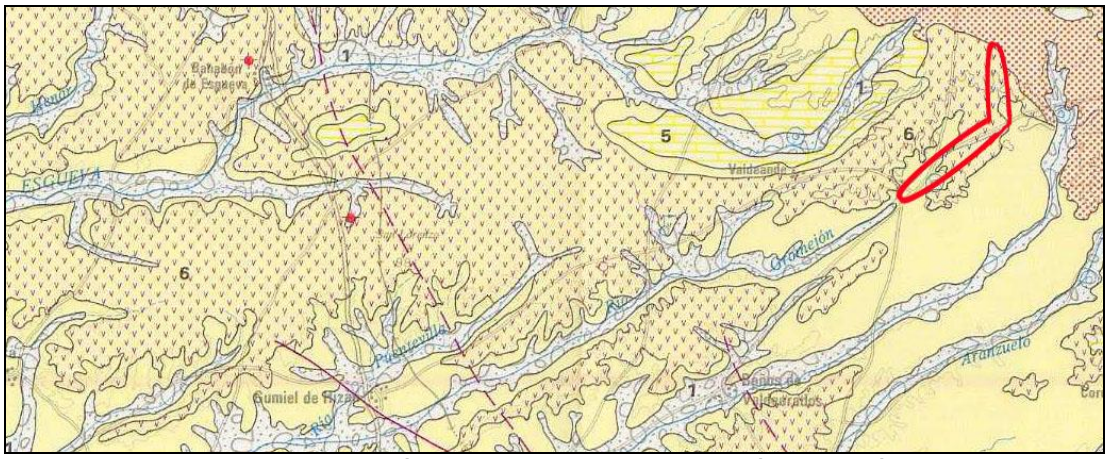



Figura 1. Situación de la cuenca vertiente del río Gromejón

El río Gromejón a lo largo de todo su recorrido dentro de la zona de estudio discurre por un único cauce, apareciendo en su curso varias obras de fábrica en el entorno de la carretera provincial BU-920 y caminos secundarios.

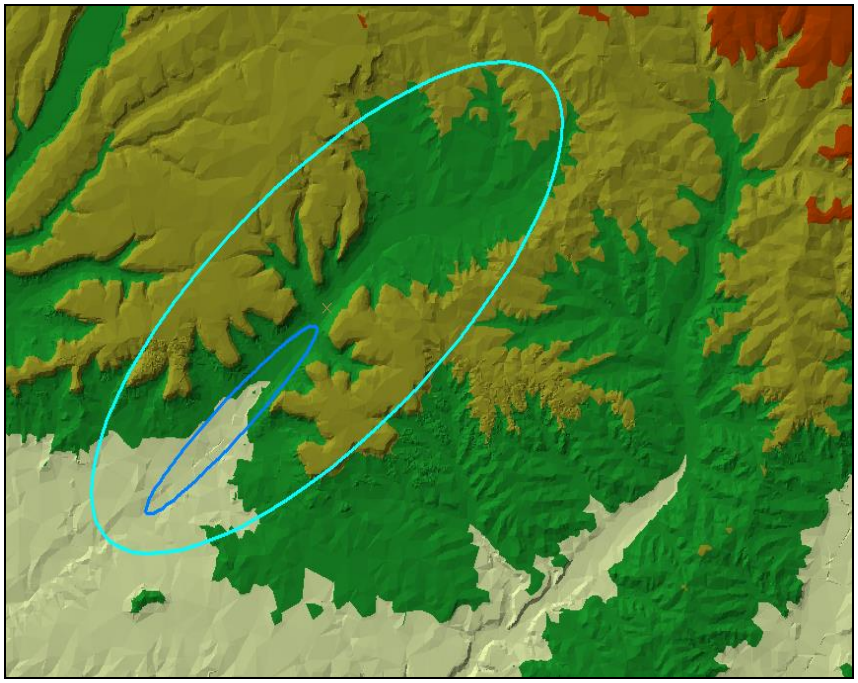


Figura 2. Modelo digital de elevación de la cuenca del río Gromejón
(en azul claro cuenca vertiente y en azul oscuro zona de estudio)

La Revisión de las Normas Urbanísticas Municipales de Caleruega asume el Sector de Suelo Urbanizable industrial “El Prado”, adyacente al río Gromejón, donde se prevé la instalación de la EDAR municipal. Durante la tramitación de la Modificación nº 6 de las NUM, que delimitó y estableció la ordenación detallada de dicho Sector, se realizó un estudio hidrológico-hidráulico específico que con fecha 17 de febrero de 2014 fue informado favorablemente por la Confederación Hidrográfica del Duero, previamente a su aprobación definitiva, por lo que el presente Estudio no profundiza el análisis del tramo fluvial ya evaluado e informado por el Organismo de cuenca.

## 4.2. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Predomina el clima Mediterráneo continental, por tener unos veranos un poco más cálidos, siendo los valores medios de temperatura de entre 3 y 20 ºC, entre los meses más frío (enero) y más cálido (julio) con una duración del periodo de heladas de 6 meses. La precipitación media anual es de 599 mm en Caleruega, que se distribuyen sobre todo en abril y mayo.

Nos encontramos con un relieve que puede considerarse llano, se encuentra inclinado en la dirección Noroeste-Suroeste, dirección que, en consecuencia, siguen los cursos de agua que lo atraviesan.

El río Gromejón nace en las lomas que separan el río Esgueva del Arroyo Valdepedernales, en el manantial Fuente de Rey, a una altitud aproximada de 1.030 metros, en las inmediaciones del pico San Cuerno (1060 m.) y vierte sus aguas al sistema de aguas urbanas del núcleo urbano de Caleruega. Es un cauce de la cuenca del río Duero. Con aguas procedentes de las zonas de cultivo y los páramos colindantes, situado en los contrafuertes meridionales de la Cordillera Ibérica, su caudal es escaso en verano, alcanzando los máximos en otoño e invierno.

La superficie de la cuenca hasta la sección de cierre propuesta es de 21 kilómetros cuadrados, con una longitud del río de 5.934 metros y una pendiente media del cauce de 0,007%.

## 4.3. COBERTURA Y USOS DEL SUELO

A la hora de calcular los caudales que llegan a una sección determinada, es necesario estudiar la cobertura de la cuenca y las subcuencas, para poder realizar una estimación de la escorrentía producida por los aguaceros utilizados durante los cálculos. Así, se comprueba que la existencia de coberturas vegetales con una fracción de cabida cubierta alta favorece la infiltración de las precipitaciones, reduciendo en cuencas pequeñas los valores de escorrentía en la sección de cierre.

Para la realización del estudio de usos del suelo se necesitó, tanto información cartográfica digital como datos obtenidos en el estudio de campo. Inicialmente se estudió la cartografía digital SIOSE para la cuenca vertiente, en vistas a una mayor precisión para la escala a la que se trabaja en este proyecto, se optó por realizar una revisión a nivel de polígonos (y en algunos casos de parcela) de la cartografía aportada por el ITACYL.

La cuenca del río Gromejón, aguas arriba de la sección de cierre propuesta para el estudio se encuentra dominada cultivos herbáceos de secano.

El cauce del río Gromejón desemboca en una amplia campiña excavada en los poco coherentes depósitos terciarios, por donde discurre la carretera autonómica BU-910 de Aranda de Duero a Hacinas y donde aparece el terrazgo agrícola de mayor valor, en el que el policultivo de subsistencia de la economía tradicional ha sido sustituido por una agricultura comercial basada en el cereal (cebada, trigo), varias leguminosas, cultivos industriales como el girasol, algunos cultivos forrajeros y manchas dispersas de viñedo (incluidas en la denominación de origen “Ribera de Duero”), explotados en secano, que junto al barbecho se extienden por la mitad de la superficie municipal, con el complemento de los pastizales aprovechados por la tradicional cabaña ovina extensiva.

Las condiciones climáticas regionales imponen fuertes restricciones a la actividad vegetal, vinculadas al prolongado periodo de heladas invernales y a la sequedad de los meses centrales del verano. No obstante, las precipitaciones anuales son suficientes para permitir la implantación y desarrollo de formaciones arbóreas de encina, sabina albar y pino pudio, muy localizadas como consecuencia de la dilatada ocupación humana del territorio. Los cursos de los ríos y arroyos son seguidos por escasas especies de ribera, marcándolos en las campiñas donde los terrazgos cerealistas sustituyen a los bosques como uso del suelo dominante.

Todas estas formaciones vegetales, así como los matorrales de las cuestas, son las áreas de mayor valor ecológico, al corresponder a hábitats naturales de interés comunitario que albergan una fauna de cierto interés, aunque bastante común en la comarca. La máxima expresión de estos valores se encuentra en los montes “Monte Alto” y “Baldíos de Caleruega”, incluidos en el Catálogo de Utilidad Pública de la provincia de Burgos, que afectan al municipio en su cuadrante Noreste

Como usos residuales en la cuenca de estudio aparecen las áreas de pastizal y matorral, las zonas de huertas, las áreas degradadas y las zonas urbanas. Sobre este último tipo de superficies, para la estimación de escorrentías, se suele considerar que presentan una infiltración nula, no obstante como el porcentaje de suelo es significativo se considerará un umbral de escorrentía de 1 correspondiente a pavimentos bituminosos o de hormigón.

## 4.4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El río Gromejón en su estratigrafía presenta una serie postectónica generada en el mioceno, tras las primeras fases de orogenia alpina de la Cordillera Central, transformando el ambiente sedimentario por el aumento de aportes (conglomerados heterométricos poligénicos, arcillas rojas y calizas y margocalizas).

A partir del Vallesiense se inicia un ciclo sedimentario neógeno, que durará entrado el Turoliense, una sucesión detrítico-carbonatada conocida como sucesión Interpáramos. En la parte superior aparecen superficies estructurales de páramo, y en la inferior unidades detríticas finas, con algún afloramiento de unidades más gruesas formadas por arenas, areniscas y conglomerados cuarcíticos (La Muñeca).

La cornisa superior de los páramos que se extienden entre el río Cañicera y Caleruega, son calizas y margocalizas representantes de las calizas superiores del páramo. Primero un delgado nivel margoso de color gris oscuro, dando paso a calizas de coloraciones grises a blancas.

En ambos márgenes, sobre las calizas del páramo inferior, aparecen unidades detríticas finas (limos arcillosos con glaebulas carbonatadas y calcinomorfos), cementadas por acción del proceso de carbonatación. La formación de estas unidades finas se debe a los largos periodos de exposición a de los depósitos en las llanuras de inundación, intercalados por cortos periodos de sedimentación, localizados en los meses de mayor pluviometría (abril y mayo). Esta temporalidad es la que provoca también variaciones en la coloración del suelo por oxidación y carbonatación, lo que moviliza los cationes. Se conoce como moteado higromórfico.

El lecho del rio Gromejón, formado en el Holoceno, transcurre por un fondo de valle en forma de artesa, sobre suelos pardos de vega con limos y arcillas de inundación. Incorporándose a él en forma de dos conos de deyección al Noroeste del núcleo urbano, en las pendientes que llevan a Carraburgo (arenas, limos y cantos), en la zona de las bodegas.

## 4.5. OBRAS DE DRENAJE

Se ha realizado un reconocimiento de la zona a fin de inventariar las obras de drenaje situadas a lo largo del cauce que pudieran tener influencia en el régimen hidráulico del río Gromejón en el tramo estudiado.

La capacidad de desagüe se ha calculado siguiendo la instrucción “Drenaje Superficial” del MOPU mediante la aplicación de la fórmula de Manning-Strickler que establece que:

$$Q = S \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \cdot K \cdot U$$

Donde:

*Q*: Caudal desaguado

*S:* Área de la sección

*R*: Radio hidráulico

*J*: Pendiente de la línea de energía

*K*: Coeficiente de rugosidad

*U*: Coeficiente de conversión

Para los cálculos anteriormente citados se deja siempre un resguardo para evitar que las obras de fábrica entren en carga, por lo que los cálculos no se realizan con la totalidad de la superficie ni del perímetro mojado.

De aguas arriba a aguas abajo del rio Gormejón se describen las diferentes obras de drenaje:

**a) OD-1**

La obra de fábrica OD-1 consiste en una estructura formada por una plancha de hormigón forjado, de 5,40 metros de longitud y 15 centímetros de grosor, sobre unas vigas de hormigón. Esta estructura permite que el cauce del río Gromejón discurra bajo el camino agrícola que se dirige a la Fuente del Rey.

El puente tiene unas dimensiones de 4,90 metros de ancho y 1,25 metros de alto hasta el tablero, con una pendiente de 0,007% y un coeficiente de rugosidad de 30 $m^{1/3}/s$, al tratarse de una estructura de hormigón.

El fondo del cauce, tanto aguas arriba como aguas abajo, es irregular y está formado por tierra y vegetación briófita.

La capacidad de desagüe de la caja es de 13,88 $m^3/s$.

El estudio de campo revela la necesidad de liberar de vegetación briófita las dos tuberías dispuestas de forma paralela a la estructura en forma de caja, ya que actualmente están totalmente obturadas impidiendo el correcto desagüe del caudal.

Los problemas de desagüe en esta estructura se producirían aguas arriba de la obra y las líneas de inundación se verían limitadas por los taludes de la carretera, por lo que no afectaría al Sector de Suelo Urbanizable “La Nevera”.

Figura 3. Localización de las obras de fábrica en el tramo del rio Gormejón estudiado

**b) OD-2**

La obra de fábrica OD-2 consiste en un puente formado por vigas de hormigón encajada en dos pies de mampostería, que permite discurrir en cauce bajo el paso peatonal anexo a la vía agrícola que lleva a la Fuente del Rey, nacimiento del río Gromejón.

La distancia entre los pies es de 4,80 metros, encontrándose la tabla a una altura de 2,15 metros, con un resguardo de 45 centímetros. El ancho de este puente es de 1,60 metros en una pendiente del 0,001% y un coeficiente de rugosidad K estimado de 40 $m^{1/3}/s$, al tratarse de una estructura de mampostería.

El fondo del cauce, tanto aguas arriba como aguas abajo, es irregular y está formado por tierra y vegetación briófita.

La capacidad de desagüe estimada para el puente es de 27,21 $m^3/s$.

**c) OD-3**

Se considera como OD-3 al puente de mampostería con bóveda, con el que la carretera provincial BU-920, que conecta Caleruega y Valdeande, libra el cauce del río Gromejón.

La OD-3 presenta dos pies encajados en los bancos, con una distancia entre ellos de 2,65 metros. El tablero del puente se encuentra a 3,00 metros, iniciándose la bóveda a 2,10 metros y siendo su máxima altura 2,50 metros. El ancho es de 6,10 metros en una pendiente del 0,007% y un coeficiente de rugosidad K estimado de 40 $m^{1/3}/s$, al tratarse de una estructura de piedra.

El fondo de este conjunto es irregular y con algo de vegetación briófita. La capacidad de desagüe estimada para este puente es de 15,04 $m^3/s$.

**d) OD-4**

La OD-4 es la primera de las dos obras de drenaje que encontramos en el Suelo Urbano del núcleo de Caleruega, y permite el acceso a las fincas clasificadas como Suelo Rústico Común. Se localiza bajo la calle Valdeande y se trata de una obra constituida por un puente de hormigón de 10,30 metros de ancho, con dos pies de mampostería encajados en los bancos, distanciados uno de otro 4,60 metros, y con una altura hasta el resguardo de 0,80 metros y una total de 1,40 metros.

La pendiente se estima en 0,024% y un coeficiente de rugosidad K estimado de 40 $m^{1/3}/s$ al tratarse de pies de mampostería. En el fondo de es irregular, y aguas abajo, presenta una maya de acero en toda la superficie de desagüe.

La capacidad de desagüe estimada para esta estructura es de 16,24 $m^3/s$. La capacidad de desagüe de esta obra de drenaje se podría ver muy reducida por la obturación de esta maya, impidiendo la correcta circulación del caudal.

**e) OD-5**

La obra de fábrica OD-5 consiste en un segundo puente en el Suelo Urbano del núcleo de Caleruega. Un puente con encachados y tablero de hormigón a una altura de 2,50 metros y un resguardo de 60 centímetros. La distancia entre los pies, a ambos lados en los bancos, es de 5,00 metros.

La pendiente se estima en 0,007% y un coeficiente de rugosidad K estimado de 40 $m^{1/3}/s$ por tratarse de una estructura de encachado.

La capacidad de desagüe estimada para este puente es de 33,45 $m^3/s$.

**f) OD-6**

La obra de fábrica OD-6 consiste en un puente con un cajón prefabricado de hormigón de 4,00 metros, haciendo un ancho de puente de 6,00 metros, con una altura entre los pies de hormigón encachado de 1,70 metros hasta el resguardo.

La pendiente se estima en 0,007% y un coeficiente de rugosidad K estimado de 40 $m^{1/3}/s$ por tratarse de una estructura de hormigón encachada.

La capacidad de desagüe estimada para este puente es de 22,34 $m^3/s$.

Se considera necesario el mantenimiento de las diferentes obras de fábrica en un correcto estado, limpias de tierra y vegetación briofita que se acumula de forma natural obstaculizando y reduciendo la capacidad de desagüe de las mismas.

# 5. ESTUDIO DE AVENIDAS

En el presente estudio se trabajará con los datos aportados por la aplicación Caumax versión 2.0 del CEDEX, tras una revisión de los valores que la aplicación da de manera automática.

## 5.1. CAUDAL DE AVENIDA

### 5.1.1. METODOLOGÍA UTILIZADA

La cuenca del río Gromejón tiene una superficie de 21,0 kilómetros cuadrados y un tiempo de concentración de 5,08 horas, por lo que se encuentra al límite de ser considerada cuenca pequeña pero alargada.

Por consiguiente, en el presente trabajo optaremos por realizar los cálculos bajo el método hidrometeorológico más adecuados, el Método Racional.

El Método Racional es el más adecuado para cuencas pequeñas y se basa en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, a través de una estimación de la escorrentía, con lo que se admite que la única componente de dicha precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que escurre superficialmente.

El caudal se calcula mediante la fórmula de la Instrucción 5.2-IC relativa a drenaje superficial del MOPU (1990):

$$Q=\frac{C\cdot I\cdot A}{3}$$

Donde:

$Q$ ($m^3/s$): Caudal punta para un período de retorno determinado

$I_t$ (mm/h): Intensidad media durante un intervalo igual al tiempo de concentración $T_c$

$A$ ($Km^2$): Superficie de la cuenca

$C$: Coeficiente medio de escorrentía

**Intensidad media precipitación**

La intensidad media de precipitación I (mm/h) se obtiene de la relación $I/I_d$ expresada en un gráfico $I/I_d$-$I_1/I_d$ versus $t$

Donde:

$I_d$ (mm/h): Intensidad media diaria de cada periodo de retorno considerado, igual a $P_d/24$

$P_d$ (mm): Precipitación total diaria correspondiente a cada periodo de retorno

$I_1$ / $I_d$ (mm/h): Relación establecida en gráfico y que para esta zona tiene un valor de 10

*t* (h): Duración del aguacero que se tomará igual al tiempo de concentración $T_c$

**Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración se calcula mediante la expresión:

$$T_c = 0{,}3\left(\frac{L}{J^{1/4}}\right)^{0{,}76}$$

Donde:

*L*: Longitud del cauce principal (Km)

*J*: Pendiente media (m/m)

**Escorrentía**

El coeficiente de escorrentía C se calcula mediante la expresión:

$$C = \frac{(P_d - P_0)(P_d + 2 \cdot P_0)}{(P_d + 1 \cdot P_0)^2}$$

En las cuencas heterogéneas habría que realizar una subdivisión en áreas cuyos coeficientes de escorrentía de calcularán por separado, siendo ponderados por la extensión de cada área homogénea y multiplicados por un factor de corrección geográfico.

### 5.1.2. DATOS DE PARTIDA

Se extraen los datos obtenidos aplicando el Método Racional en la aplicación Caumax, una vez revisados los datos de entrada. En el Anejo 2 se incorporan las fichas exportadas desde la aplicación con los datos de cálculo de caudales.

| Usos del suelo | METODO RACIONAL |
|---|---|
| | Río Gormejón |
| **Superficie (A) Km²** | 21.0 |
| **Tiempo de Concentración (Tc)** | |
| Cota max (Cmax) | 1030.0 |
| Cota mínima (Cmin) | 929.0 |
| Longitud (L) | 12414.0 |
| Pendiente (%)=(C max.-C min.)/L) | 0.008 |
| Tc (horas) | 5.08 |
| | |
| **Coeficiente de Uniformidad (K)** | |
| K= 1+((Tc^1.25)/((Tc^1.25)+14) | 1.35 |
| | |
| **Precipitación (I)** | |
| Pd (mm/día) | 73.0 |
| Coeficiente Reductor por Área (ARF) | 0.91 |
| P (mm/día) corregida | 66.57 |

Tabla 1. Cálculos previos

### 5.1.3. PROCESO DE CÁLCULO

Como indica la Instrucción 5.2-IC relativa a drenaje superficial, se considera conveniente la aplicación del Método Racional. En la aplicación del CEDEX se incluye en el cálculo del coeficiente de uniformidad K propuesto por Ferrer (1993), con el que se corrige el error de que la precipitación no sea uniforme durante el tiempo de concentración de la cuenca, dado que es utilizado por el CEDEX en los cálculos del Método Racional en la aplicación Caumax.

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 1}$$

El valor de K obtenido es de 1,35, como se muestra en la tabla anterior. Por otro lado, incluye un coeficiente reductor de área ARF que corrige el hecho de que la precipitación no sea geográficamente uniforme ni simultanea en toda la cuenca.

$$1 - \frac{\log(A)}{15}$$

Estos coeficientes fueron tenidos en cuenta en los cálculos que a continuación se describen. El valor de ARF obtenido es de 0,91.

Para determinar el umbral de escorrentía P0 se efectuaron recorridos de campo y un reconocimiento fotogeológico de la cuenca a fin de determinar los usos del suelo, tipos de suelo, tipos de terrenos y las características hidrológicas. A partir del resultado de este análisis se efectuó una subdivisión de la cuenca a fin de determinar la superficie de las áreas a delimitar y la ponderación correspondiente de los umbrales de escorrentía. Los datos del umbral de escorrentía P0 son calculados para unas condiciones medias de humedad (AMC II), este valor se calibra a través de un coeficiente auxiliar β, cuyo valor oscila entre 1,15 y 1,85, en este caso utilizaremos el valor propuesto por el Mapa de caudales máximos del CEDEX que es de 1,5 para la región 22.

El coeficiente de escorrentía para la cuenca (C) es de 0,32.

## 5.2. CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDA

A partir de estos datos, se procedió a calcular los caudales máximos de avenida correspondientes a los periodos de retorno considerados. En la Tabla 2 se expresan los resultados obtenidos a partir de la valoración efectuada.

| Periodo de retorno (años) | Caudales de avenida ($m^3/s$) Método Racional |
|---|---|
| **10** | 8 |
| **50** | 16 |
| **100** | 21 |
| **500** | 34 |

Tabla 2. Caudales de avenidas estimados para diferentes periodos de retorno

En el periodo de retorno de 500 años los caudales estimados son superiores a la capacidad de desagüe de todas las obras de fábrica.

# 6. PELIGRO DE INUNDACIÓN

## 6.1. METODOLOGÍA UTILIZADA

En cuencas aluviales las crecidas de los cursos asociados son las responsables del peligro de inundación de las márgenes, es decir la posibilidad de anegamiento de los márgenes aluviales. Se habla de riesgos cuando tienen lugar daños o pérdidas económicas principalmente a consecuencia de los procesos de erosión y del poder de arrastre de las aguas de inundación. Los efectos más importantes tienen lugar sobre todo en las riberas de los cauces principales, y su extensión dependerá del caudal de avenida del río, geometría del cauce, presencia de vegetación, etc.

En general, para un determinado tramo del río en el que no se produzcan variaciones geométricas del cauce (ausencia significativa de erosión y sedimentación), la altura que alcanza la lámina de agua dependerá fundamentalmente del caudal de avenida, siendo tanto mayor cuanto más elevado sea éste.

Las actividades antrópicas que se desarrollan en las llanuras de inundación pueden ser gravemente afectadas cuando se desborda un río. Además de los efectos primarios que se producen por los procesos de erosión/arrastre y de sedimentación/colmatación, habría que añadir otros efectos secundarios como los de deslizamientos de laderas, asentamientos, colapsos del terreno, etc.

Para determinar y delimitar las superficies de inundación existen diversos procedimientos centrados fundamentalmente en dos métodos: los métodos hidrológicos que se basan en aspectos hidrológicos (caudales máximos, períodos de retorno, etc.) y los métodos geológicos que consideran otros factores como las características de la sedimentación fluvial, geomorfología, estratigrafía, etc.

La metodología utilizada en este trabajo intenta conjugar tanto los aspectos hidrológicos como los factores geológicos relacionados con las inundaciones. De esta manera se contrastan los datos obtenidos mediante métodos hidrometeorológicos y modelos hidráulicos con los rasgos y formas geomorfológicas que producen las avenidas en la dinámica aluvial y evolución del río.

Dentro del ámbito de estudio, el Suelo Urbano del núcleo de Caleruega se ve atravesado por río Gromejón, y el Sector de Suelo Urbanizable “La Nevera” se encuentra la margen izquierda del rio. En el resto de la ribera, los terrenos están clasificados como Suelo Rustico Común y con Protección. Como se ha indicado, la valoración del riesgo de inundación en el Sector de Suelo Urbanizable “El Prado” se remite a su estudio hidrológico-hidráulico específico informado con fecha 17 de febrero de 2014 por la Confederación Hidrográfica del Duero.

## 6.2. CONDICIONES DE CONTORNO Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Para la delimitación de las zonas inundables que se exponen en el Mapa de peligro de inundación recogido en el Anejo 1, se ha elaborado un modelo hidráulico

unidimensional partiendo de la base topográfica de detalle del término municipal de Caleruega asociada al río Gromejón.

Las condiciones de contorno específicas aplicadas al modelo han sido las siguientes:

**Geometría del cauce**. El rio Gormejón se ha considerado a efectos de la modelización, como un único tramo. Sobre este tramo se han extraído del Modelo Digital del Terreno los datos de elevaciones correspondientes a 25 perfiles a lo largo del tramo de estudio del río.

- **Obras de fábrica**. Se han modelizado todas las obras de fábrica, cuya morfología se describe en el apartado 4.5 Obras de drenaje.
- **Régimen de flujo**. Se ha considerado un régimen permanente, unidimensional y mixto entre supercrítico y subcrítico. Esto supone una simplificación de la realidad, ya que no en todo el curso se cumplen estas condiciones. No obstante y dado que no se está elaborando un estudio de peligrosidad de inundación, sino de delimitación de zonas inundables, esta simplificación puede considerarse válida a efectos del trabajo.
- **Caudales de cálculo**. Obtenidos en el estudio hidrológico para los diferentes períodos de retorno de 10 (máxima crecida ordinaria, MCO), 50, 100 y 500 años.
- **Rugosidad**. Estimada a partir de los valores del número de Manning que se extraen de las tablas al uso, y que valoran “n” en función de las características morfológicas y de uso del suelo y del tipo de fondo en las obras de drenaje. Los valores empleados han sido:

| Tipo de uso | Número de Manning (n) |
|---|---|
| **Bosque** | 0,065 |
| **Otro arbolado** | 0,070 |
| **Cultivo herbáceo de secano** | 0,020 |
| **Pastizal** | 0,035 |
| **Estructura urbana** | 0,025 |
| **OD (hormigón)** | 0,015 |
| **OD (hormigón revestido de acero corrugado)** | 0,025 |

Tabla 3. Números de Manning aplicados en la simulación

## 6.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el Mapa de peligro de inundación recogido como Anejo 1 y los esquemas de calados del Anejo 3 son coherentes con la interpretación geomorfológica; así el río Gromejón a su paso por Caleruega, incluso para la máxima crecida ordinaria, tiende ocupar las áreas de terreno con cotas bajas. Esta coherencia de resultados valida el modelo de cálculo empleado y se traduce en pocas variaciones entre las líneas correspondientes a los diferentes periodos.

La clasificación urbanística propuesta por la Revisión de las Normas Urbanísticas Municipales de Caleruega asume el Sector de Suelo Urbanizable industrial “El Prado” que, según el presente estudio, se vería afectado por las líneas de avenidas de los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

No obstante, como se ha comentado durante la tramitación de la modificación nº 6 de las NUM, que delimitó y estableció la ordenación detallada de dicho Sector, se realizó un estudio hidrológico-hidráulico específico que con fecha 17 de febrero de 2014 fue informado favorablemente por la Confederación Hidrográfica del Duero, previamente a su aprobación definitiva, por lo que el presente Estudio se remite al informe citado del Organismo de cuenca, que “recomienda elevar algo la cota del terreno y respetar una banda al lado del cauce de al menos 20 metros”.

En todo caso, el presente Estudio considera necesario una mejora del drenaje de la zona, según se ha señalado.

# 7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo ha sido la realización de un estudio de avenidas y la evaluación del peligro de inundación en el entorno del núcleo urbano de Caleruega (Burgos), mostrando especial atención a los Sectores Urbanizables “El Prado” y “La Nevera” ya aprobados y asumidos por la Revisión de las Normas Urbanísticas Municipales.

Se ha estudiado el comportamiento hidrológico del río Gromejón a su paso por los sectores citados en el término municipal de Caleruega, prestando especial atención a los tramos donde el río colinda con los mismos.

A lo largo de su recorrido por la zona de estudio el río Gromejón discurre por un único tramo.

La cuenca del río Gromejón tiene una superficie de 21 kilómetros cuadrados y un tiempo de concentración de 5,8 horas. Por consiguiente, en el presente trabajo se ha optado por realizar los cálculos bajo el método hidrometeorológico más adecuado, el Método Racional.

Tras el estudio y análisis del método y apoyándose en la aplicación informática Caumax del CEDEX, a partir de la aplicación de cálculos hidrometeorológicos se deducen los siguientes caudales de avenida para periodos de retorno de retorno de 10, 50, 100 y 500 años:

| Periodo de retorno (años) | Caudales de avenida ($m^3/s$) Método Racional |
|---|---|
| **10** | 8 |
| **50** | 16 |
| **100** | 21 |
| **500** | 34 |

Tabla 4. Caudales de avenidas estimados para diferentes periodos de retorno

En el periodo de máxima crecida ordinaria, todos los caudales estimados son superiores a la capacidad de desagüe de las seis obras de fábrica estudiadas, considerando todas las obras de fábrica libres de vegetación y otros materiales que obstruyan el flujo.

OD-1 es el puente con menor capacidad de desagüe del tramo estudiado 13,88 $m^3/s$, siendo inferior al caudal de avenida para un periodo de retorno de 50 años, lo que provoca en ambos márgenes zonas de inundación sobre el Suelo Urbano del núcleo de Caleruega. Contigua a esta Obra, se encuentra OD-2 con una capacidad de desagüe del doble (27,21 $m^3/s$), aunque inferior al caudal de avenida de 500 años.

OD-3, también tiene una capacidad de desagüe reducida (17,94 $m^3/s$), muy similar, aunque algo superior al caudal para un periodo de retorno de 50 años.

La OD-4 también podría tener problemas de evacuación de caudal si no se mantiene libre de vegetación y otros materiales que pudieran obstruir la circulación del agua, debido a la malla que se encuentra aguas abajo.

OD-5 posee la de mayor capacidad de desagüe con 33,25 $m^3/s$, muy próximo a los 34 $m^3/s$ del caudal para el periodo de retorno de 500 años. La capacidad de

desagüe de OD-6, tampoco supera el caudal de avenida de 500 años con sus 22,34 $m^3/s$, por encima de los 21 $m^3/s$, que marca el periodo de retorno de 100 años.

En relación a todas las obras de fábrica se aconseja el mantenimiento periódico de las mismas evitando su deterioro, aterramiento u obstrucción, para que no disminuya su capacidad de evacuación de agua y por consiguiente evitar la acumulación de agua incluso posibles inundaciones aguas arriba de las obras de fábrica.

Para la delimitación de las zonas inundables asociadas a los posibles desbordamientos que pudieran desencadenarse en los diferentes sectores, y a partir de los caudales estimados para periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años, y sobre las secciones de cálculo se ha generado un modelo hidráulico unidimensional. De esta manera se delimitaron las líneas de inundación esperadas.

En vistas a las líneas de inundación resultantes y como consecuencia de la tendencia del agua a ocupar zonas de cota inferior, el Sector de Suelo Urbanizable industrial “El Prado” se podría ver afectado por las inundaciones de los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años. No así el Sector Urbanizable “La Nevera”.

El Suelo Urbano del núcleo de Caleruega se ve afectado por las avenidas estudiadas, especialmente en la margen derecha del río Gromejón, donde se ubican las piscinas municipales y algunas instalaciones auxiliares y deportivas del Hotel “El Prado de las Merinas”. En la margen opuesta, la línea de 500 años afecta únicamente a una vivienda unifamiliar, exterior a la línea de 100 años.

En consecuencia, la Revisión de las Normas Urbanísticas Municipales debe tener en cuenta la posible inundabilidad del Sector de Suelo Urbanizable industrial “El Prado”, en los términos del informe de 17 de febrero de 2014 de la Confederación Hidrográfica del Duero, que “recomienda elevar algo la cota del terreno y respetar una banda al lado del cauce de al menos 20 metros”.

En Valladolid, a 2 de diciembre de 2024

Fdo.: Verónica García García
Ingeniera de Montes
Colegiado 5.305

## ANEJO 1. MAPA DE PELIGRO DE INUNDACIÓN

# NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES CALERUEGA (BURGOS)

Ayuntamiento de Caleruega

## APROBACIÓN DEFINITIVA

**GAMA Grupo de Alternativas Medioambientales y Territoriales, S.L.**

Diciembre 2024

## ANEJO 2. CÁLCULO DE CAUDALES

# NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES CALERUEGA (BURGOS)

Ayuntamiento de Caleruega

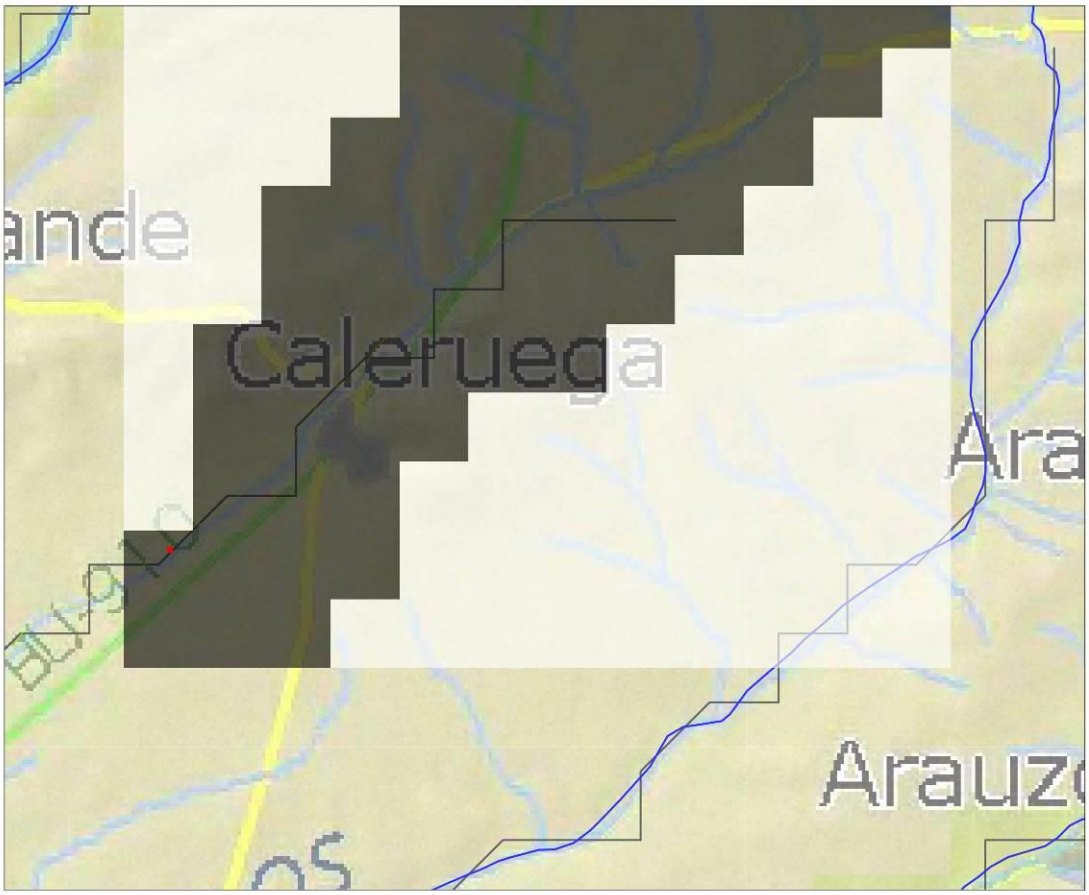
## APROBACIÓN DEFINITIVA

**GAMA Grupo de Alternativas Medioambientales y Territoriales, S.L.**

Diciembre 2024

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO · MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE · CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS · SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE · DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

## Demarcación hidrográfica del Duero




**INFORME CÁLCULO CON MÉTODO RACIONAL**

### PARÁMETROS GENERALES

X utm : 458386.2 Y utm : 4629904.3
Área (km2) : 21.0
Distancia al punto mas alejado (m) : 12414.0
Cota del punto mas alejado (msnm) : 1030.0
Cota del punto de cálculo (msnm) : 929.0
Tiempo de concentración (h) : 5.08
Precipitación (mm) : 49.0
Factor corrector del área : 0.91
Precipitación corregida (mm) : 44.68

Factor de torrencialidad (I1/Id) : 10.0
Intensidad (I) (mm/h) : 6.66
P0 (mm) : 14.87
Coeficiente corrector del P0 : 1.5
Corrección P0 en funcion del periodo de retorno : 1.0
P0 corregido (mm) : 22.31
Coeficiente de escorrentía (C): 0.15
Coeficiente de uniformidad (K) : 1.35

LEYENDA
punto
cuenca
Demarcación
Ríos
Red 10 km
Caudales 2 años
cartografia.ecw

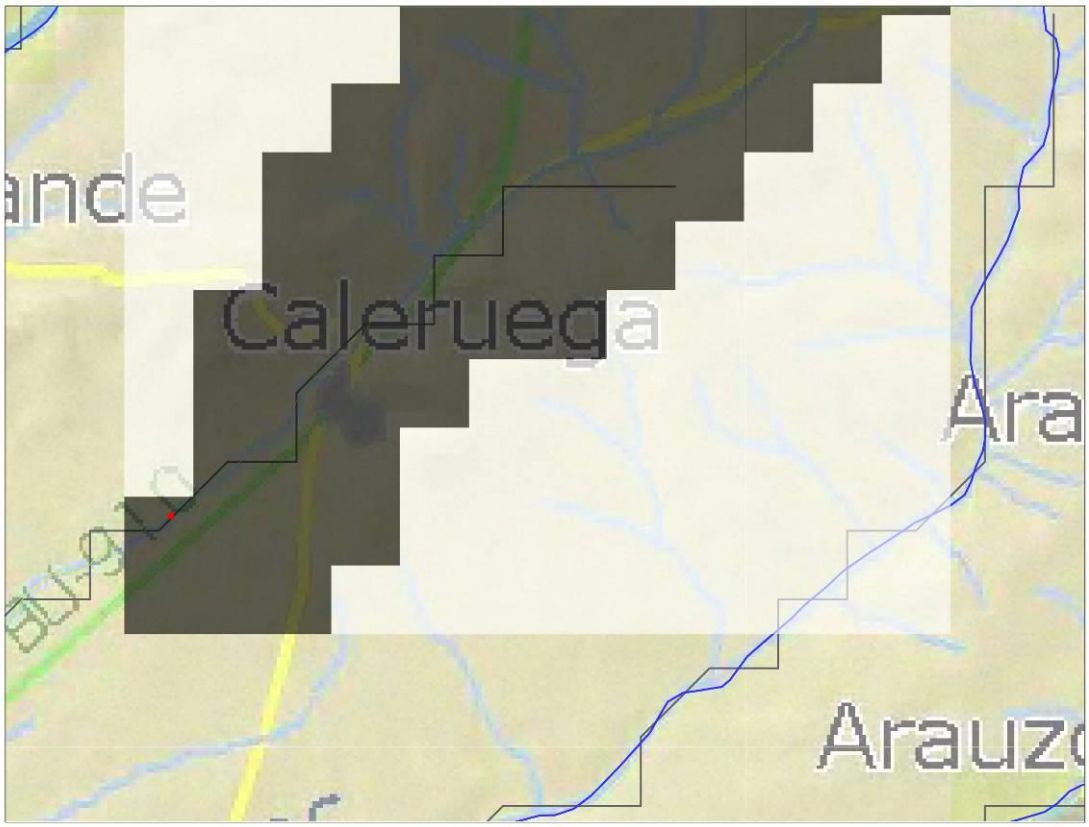
RESULTADO
Periodo de retorno (años): 10
Caudal (m3/s) : 8

1 0 1 1 2
Kilómetros

Fecha : 20.03.2019

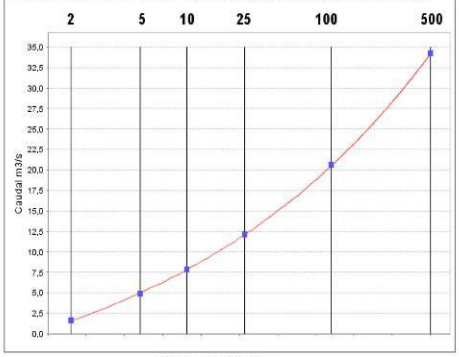
GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO | MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE | CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS | SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE | DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

Demarcación hidrográfica del Duero




**INFORME CÁLCULO MÉTODO RACIONAL E INTERPOLACIÓN DE CUANTILES**

GRÁFICO LEY DE FRECUENCIA DE CAUDALES




RESULTADO

Periodo de retorno (años): 50
Caudal (m3/s) : 16

NOTAS :

PARÁMETROS GENERALES

X utm : 458386.2 Y utm : 4629904.3
Área (km2) : 21.0
Distancia al punto mas alejado (m) : 12414.0
Cota del punto mas alejado (msnm) : 1030.0
Cota del punto de cálculo (msnm) : 929.0
Tiempo de concentración (h) : 5.08
Factor de torrencialidad (I1/Id) : 10.0
Coeficiente de uniformidad (K) : 1.35
P0 (mm) : 14.87
Coeficiente corrector del P0 : 1.5
P0 corregido (mm) : 22.31

PARÁMETROS LEY DE FRECUENCIA

Función de valores extremos generalizada
Procedimiento de ajuste: mínimos cuadrados

Parámetro u : 0.64
Parámetro k : -0.23
Parámetro alpha : 2.431

$$F(q) = \exp\left\{-\left[1 - k\left(\frac{q-u}{\alpha}\right)\right]^{1/k}\right\}$$

LEYENDA

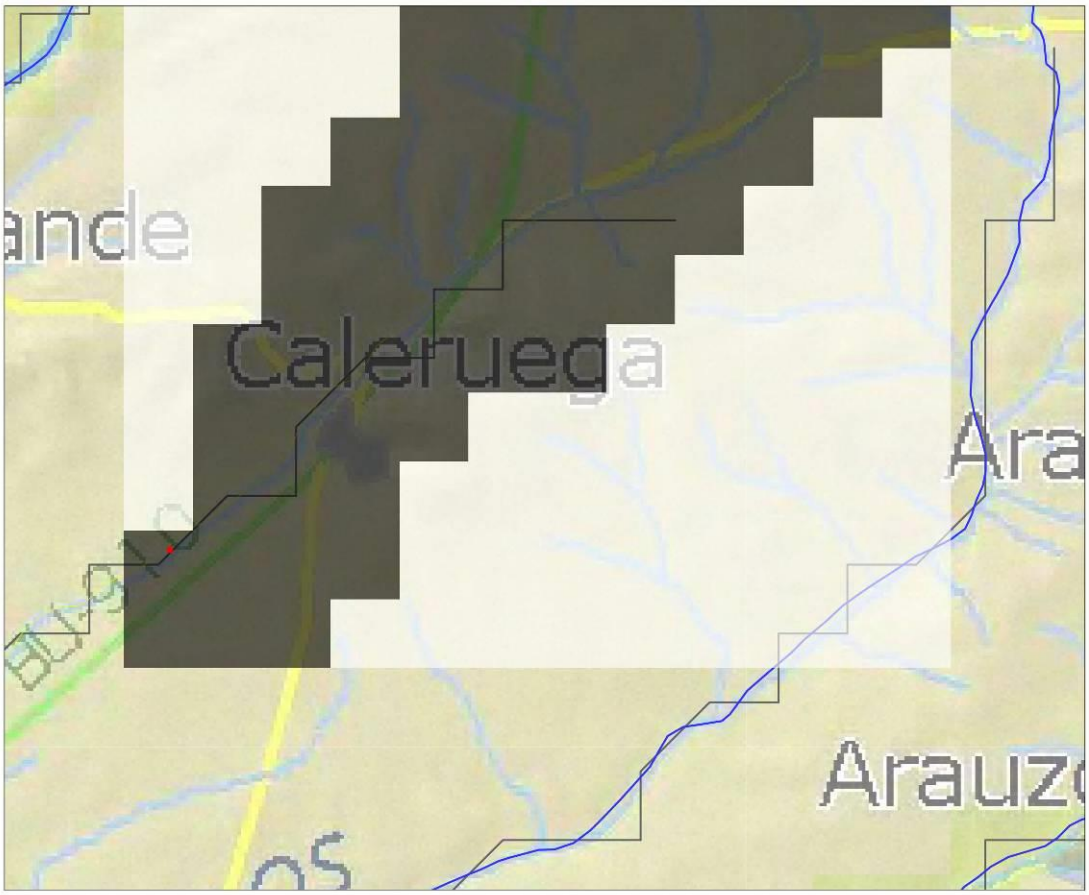
- punto
- cuenca
- Demarcación
- Ríos
- Red 10 km
- Caudales 2 años
- cartografia.ecw

Kilómetros

Fecha : 20.03.2019

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO | MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE | CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS | SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE | DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

Demarcación hidrográfica del Duero




**INFORME CÁLCULO CON MÉTODO RACIONAL**

PARÁMETROS GENERALES

X utm : 458386.2 Y utm : 4629904.3
Área (km2) : 21.0
Distancia al punto mas alejado (m) : 12414.0
Cota del punto mas alejado (msnm) : 1030.0
Cota del punto de cálculo (msnm) : 929.0
Tiempo de concentración (h) : 5.08
Precipitación (mm) : 73.0
Factor corrector del área : 0.91
Precipitación corregida (mm) : 66.57

Factor de torrencialidad (I1/Id) : 10.0
Intensidad (I) (mm/h) : 9.93
P0 (mm) : 14.87
Coeficiente corrector del P0 : 1.5
Corrección P0 en funcion del periodo de retorno : 1.0
P0 corregido (mm) : 22.31
Coeficiente de escorrentía (C): 0.26
Coeficiente de uniformidad (K) : 1.35

LEYENDA
punto
cuenca
Demarcación
Ríos
Red 10 km
Caudales 2 años
cartografia.ecw

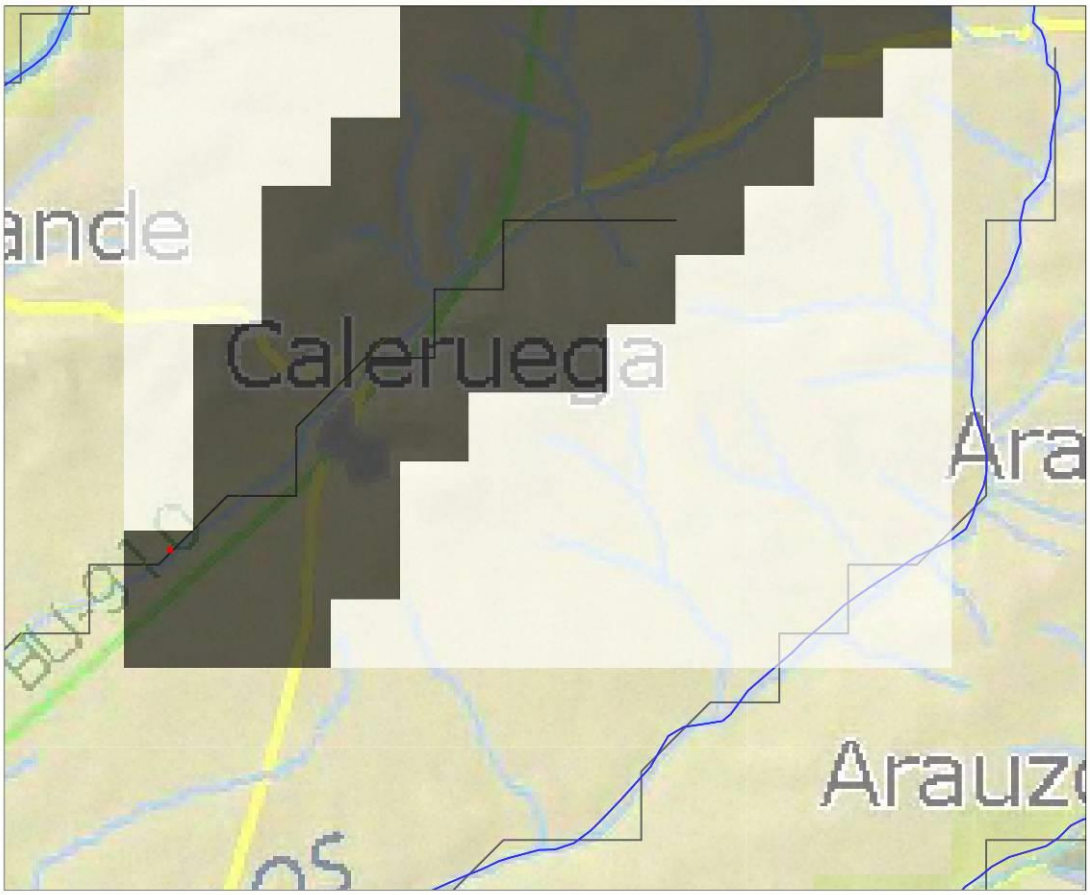
RESULTADO
Periodo de retorno (años): 100
Caudal (m3/s) : 21

1 0 1 1 2
Kilómetros

Fecha : 20.03.2019

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO | MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE | CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS | SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE | DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

## Demarcación hidrográfica del Duero




**INFORME CÁLCULO CON MÉTODO RACIONAL**

PARÁMETROS GENERALES

| | |
|---|---|
| X utm : 458386.2 Y utm : 4629904.3 | Factor de torrencialidad (I1/Id) : 10.0 |
| Área (km2) : 21.0 | Intensidad (I) (mm/h) : 12.64 |
| Distancia al punto mas alejado (m) : 12414.0 | P0 (mm) : 14.87 |
| Cota del punto mas alejado (msnm) : 1030.0 | Coeficiente corrector del P0 : 1.5 |
| Cota del punto de cálculo (msnm) : 929.0 | Corrección P0 en funcion del periodo de retorno : 1.0 |
| Tiempo de concentración (h) : 5.08 | P0 corregido (mm) : 22.31 |
| Precipitación (mm) : 93.0 | Coeficiente de escorrentía (C): 0.34 |
| Factor corrector del área : 0.91 | Coeficiente de uniformidad (K) : 1.35 |
| Precipitación corregida (mm) : 84.8 | |

LEYENDA
- punto
- cuenca
- Demarcación
- Ríos
- Red 10 km
- Caudales 2 años
- cartografia.ecw

RESULTADO
Periodo de retorno (años): 500
Caudal (m3/s) : 34

1 0 1 1 2
Kilómetros

Fecha : 20.03.2019

## ANEJO 3. ESQUEMAS DE CALADOS

# NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES CALERUEGA (BURGOS)

Ayuntamiento de Caleruega

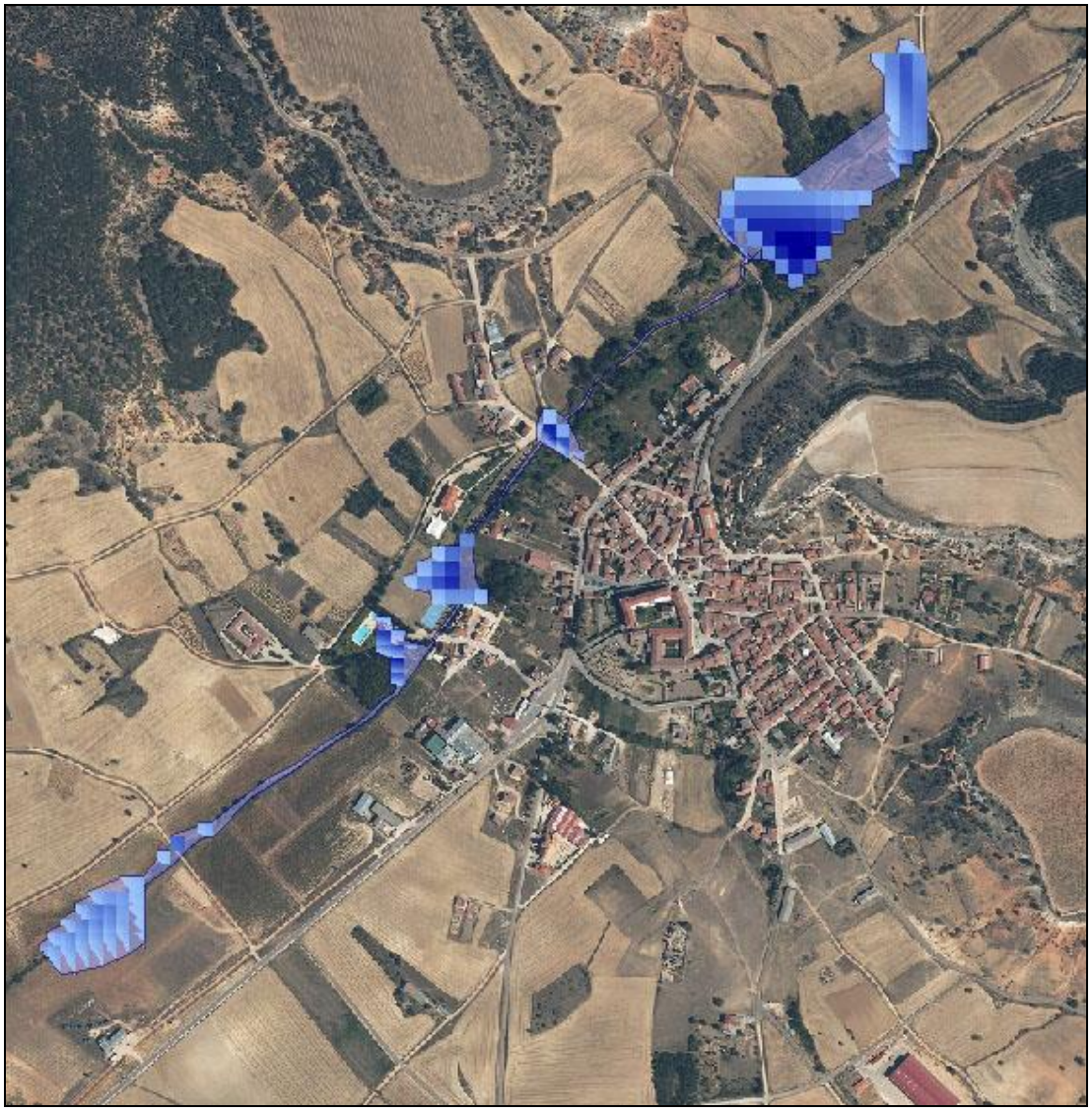
## APROBACIÓN DEFINITIVA

gama alternativas medioambientales

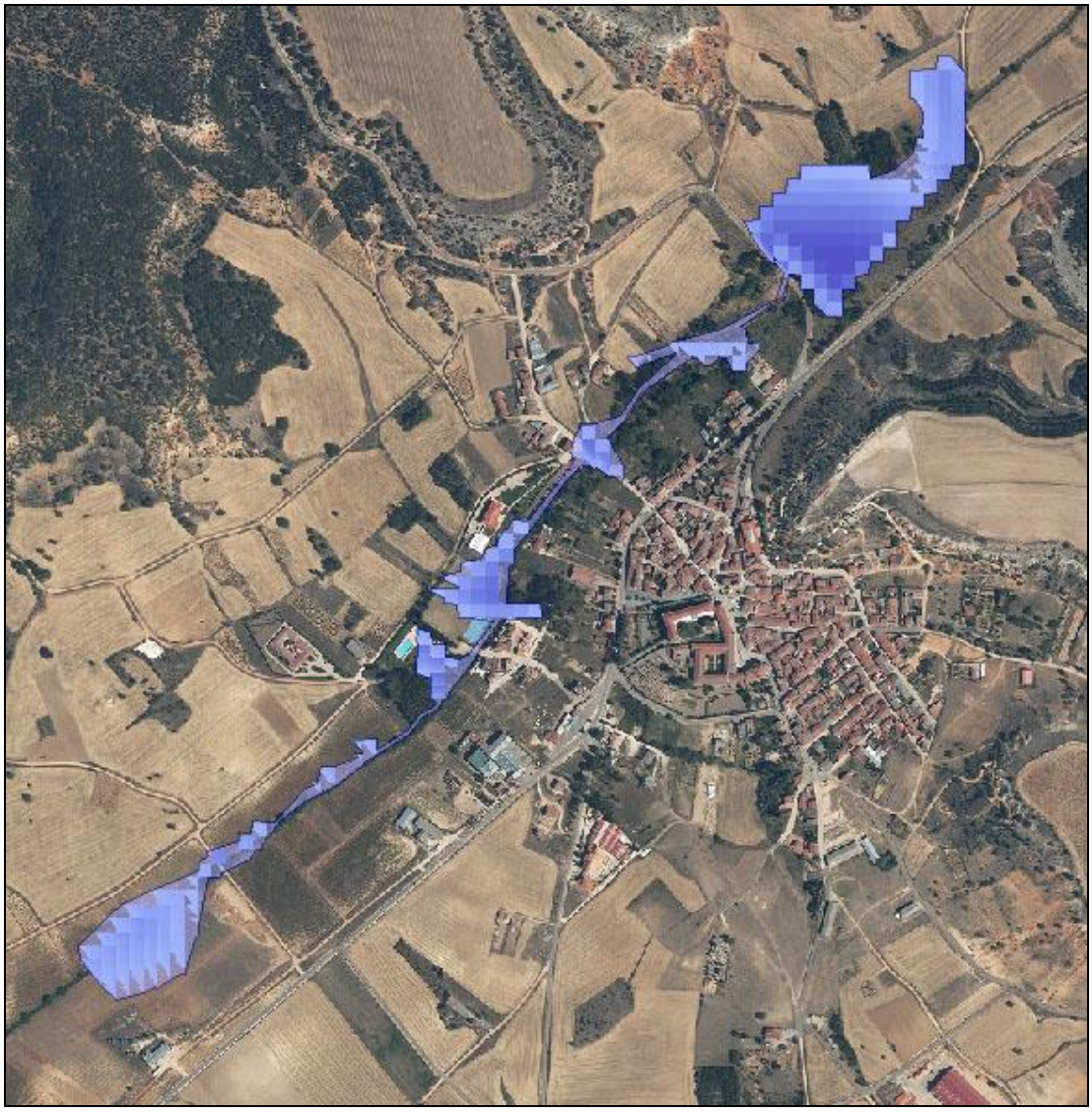
**GAMA Grupo de Alternativas Medioambientales y Territoriales, S.L.**

Diciembre 2024

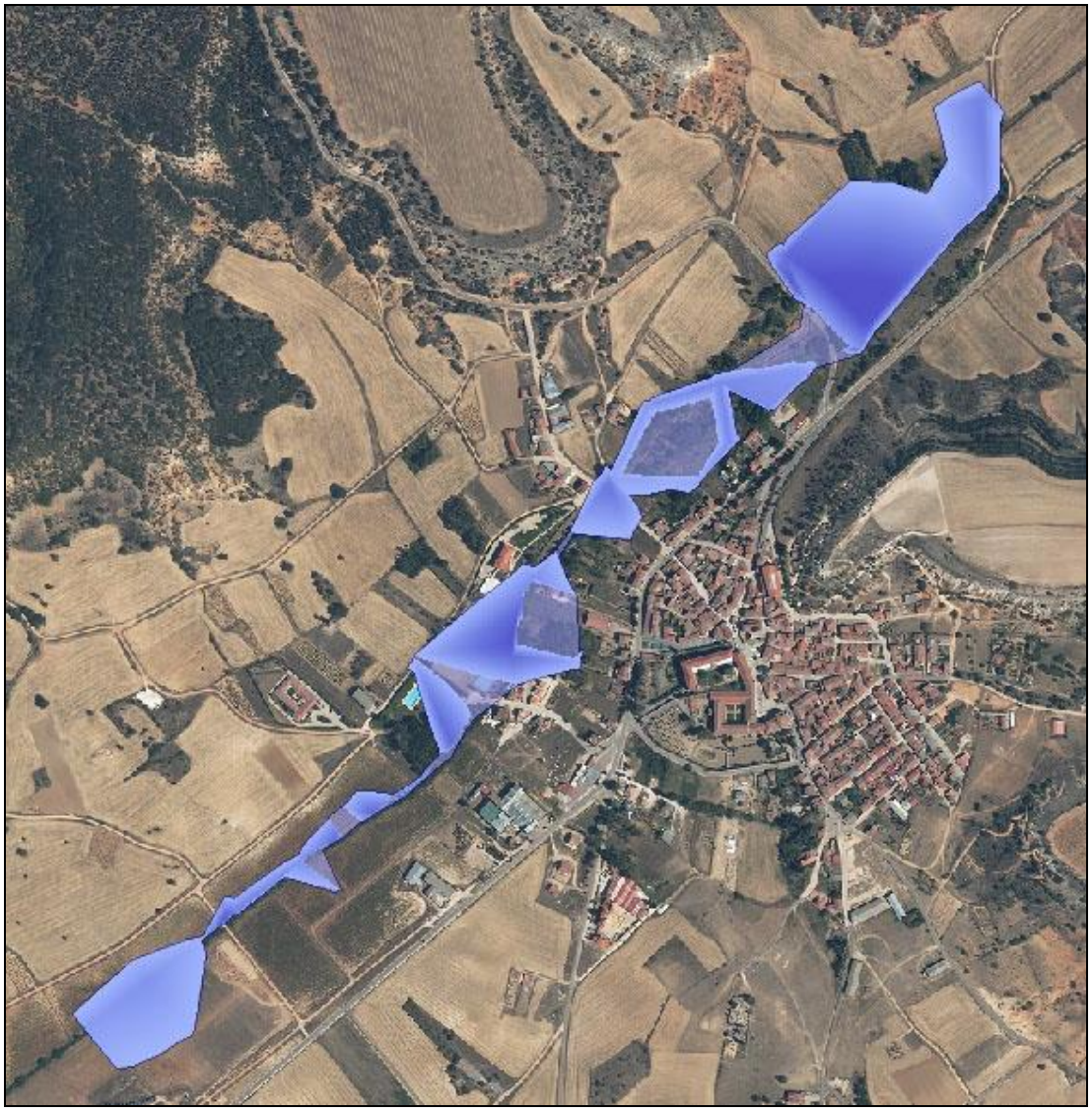
Esquema de calados para MCO



Esquema de calados para el periodo de retorno 50 años



Esquema de calados para periodo de retorno de 100 años



Esquemas de calados para periodo de retorno de 500 años

## ANEJO 4. PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO GROMEJÓN

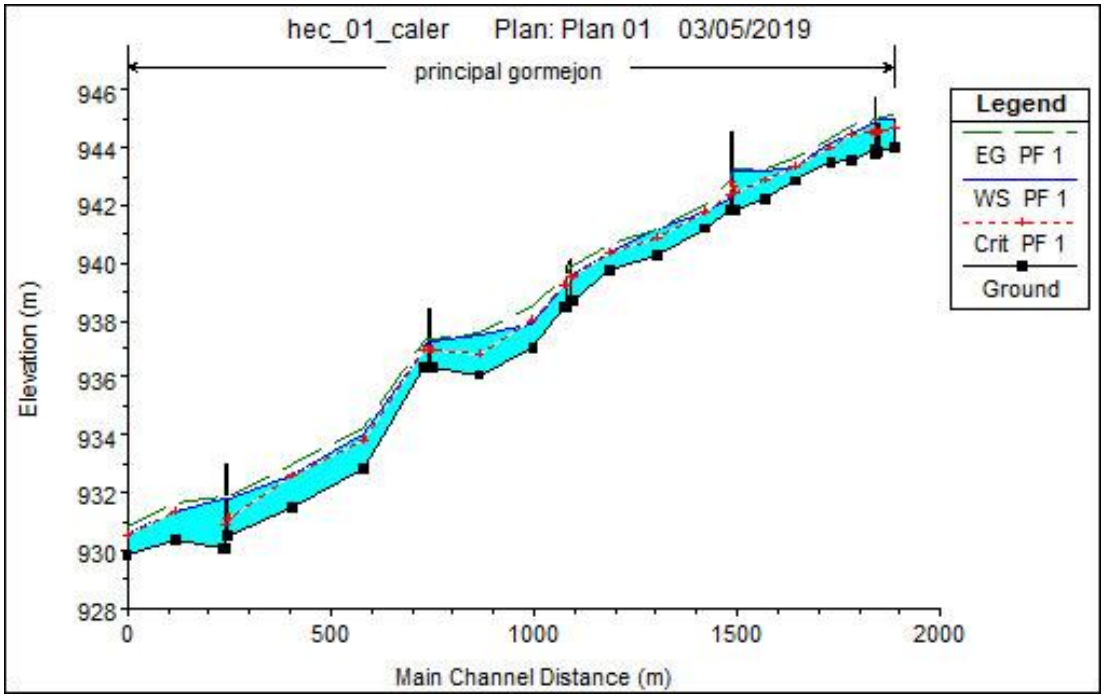
# NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES CALERUEGA (BURGOS)

Ayuntamiento de Caleruega

## APROBACIÓN DEFINITIVA

**GAMA Grupo de Alternativas Medioambientales y Territoriales, S.L.**

Diciembre 2024


hec_01_caler Plan: Plan 01 03/05/2019
principal gormejon
Legend
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
Elevation (m)
946
944
942
940
938
936
934
932
930
928
0
500
1000
1500
2000
Main Channel Distance (m)

## ANEJO 5. PERFILES TRANVERSALES

# NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES CALERUEGA (BURGOS)

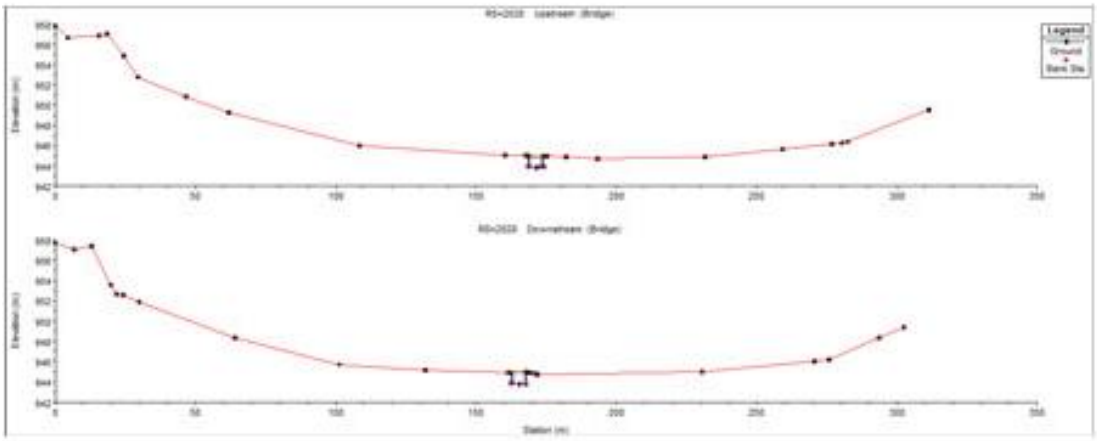
Ayuntamiento de Caleruega

## APROBACIÓN DEFINITIVA

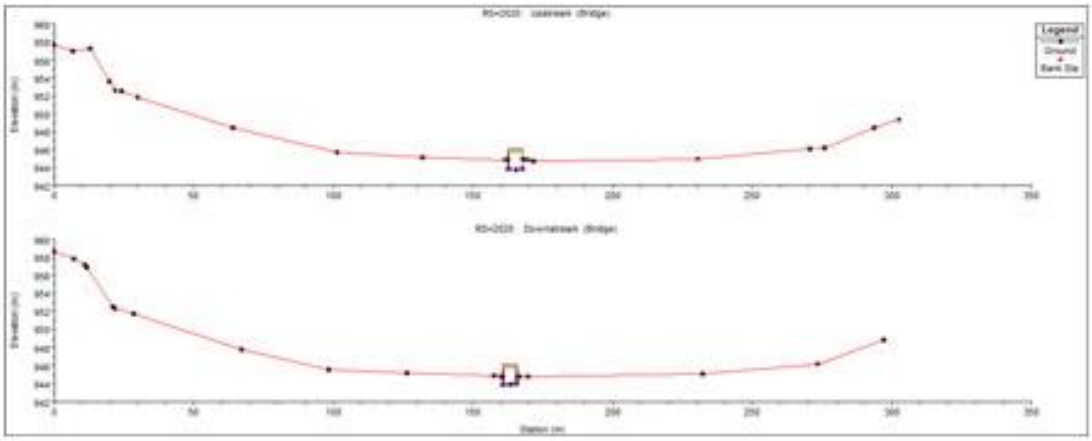
gama alternativas medioambientales

**GAMA Grupo de Alternativas Medioambientales y Territoriales, S.L.**

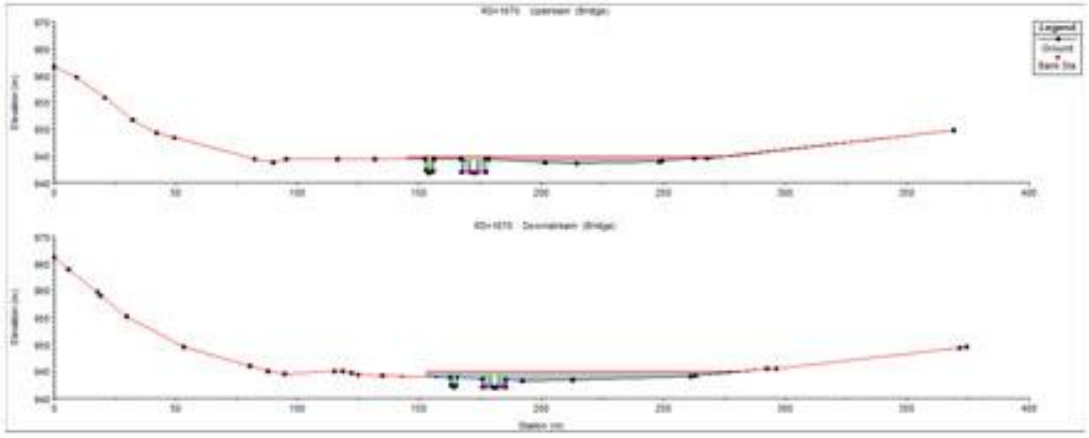
Diciembre 2024



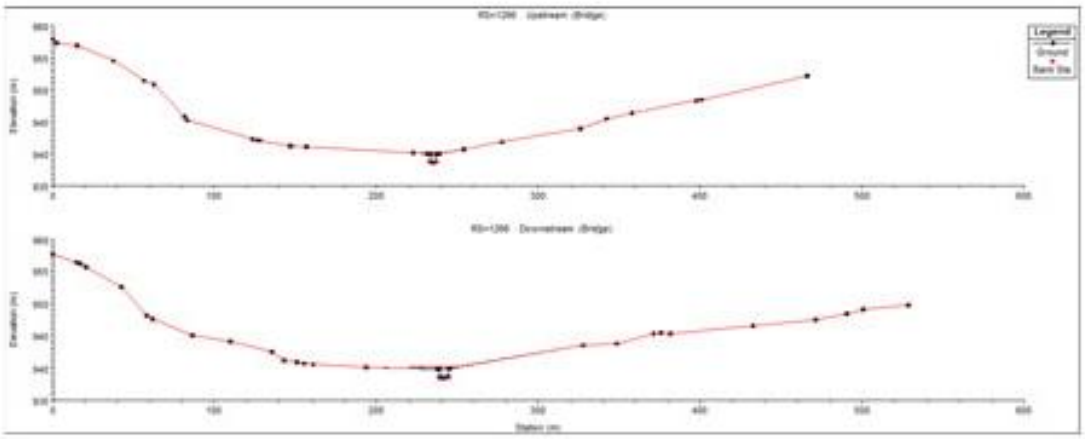
Perfil transversal OD-1



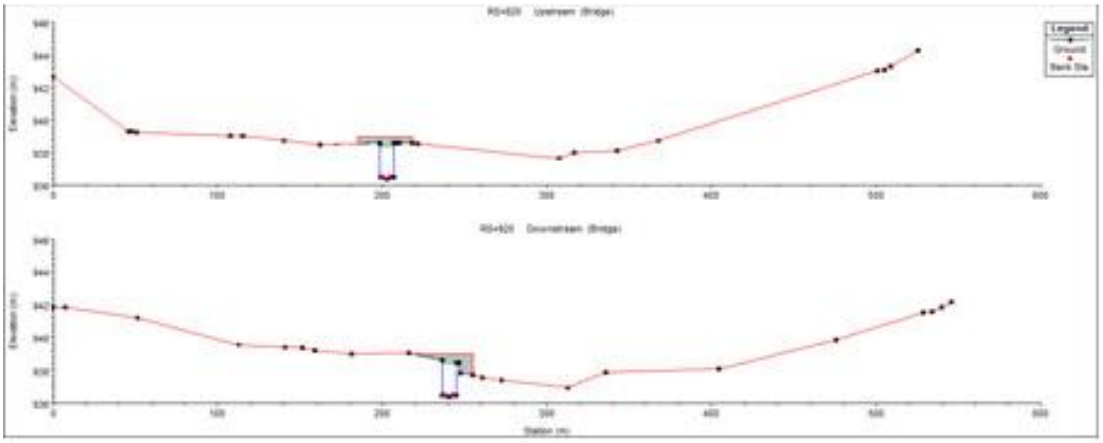
Perfil transversal OD-2



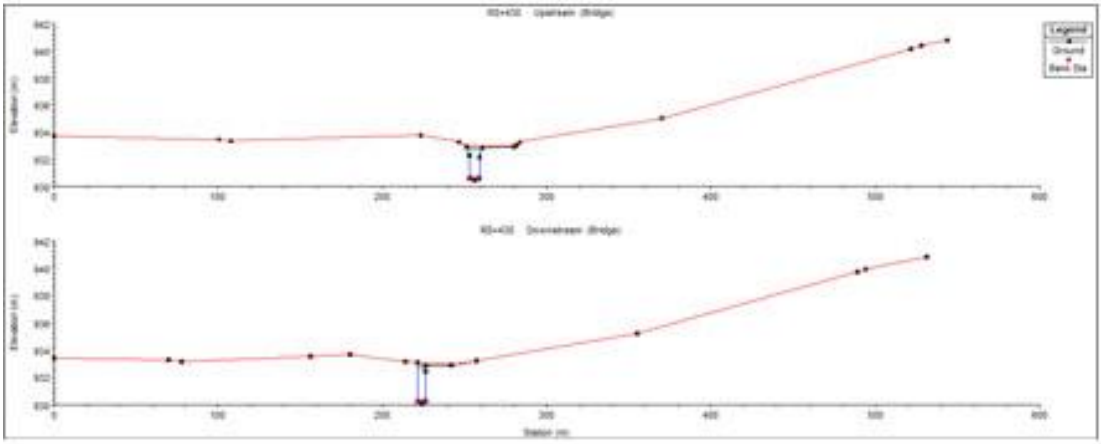
Perfil transversal OD-3



Perfil transversal OD-4



Perfil transversal OD-5



Perfil transversal OD-6

## ANEJO 6. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

# NORMAS URBANÍSTICAS MUNICIPALES CALERUEGA (BURGOS)

Ayuntamiento de Caleruega

## APROBACIÓN DEFINITIVA

**GAMA Grupo de Alternativas Medioambientales y Territoriales, S.L.**

Diciembre 2024

**FOTOGRAFÍA 1**. Obras de fábrica OD-1 y OD-2. Aguas arriba

**FOTOGRAFÍA 2**. Obras de fábrica OD-1 y OD-2. Aguas abajo

**FOTOGRAFÍA 3**. Obra de fábrica OD-3. Aguas arriba

**FOTOGRAFÍA 4**. Obra de fábrica OD-3. Aguas abajo

**FOTOGRAFÍA 5**. Obra de fábrica OD-4. Aguas arriba

**FOTOGRAFÍA 6**. Obra de fábrica OD-4. Aguas abajo

**FOTOGRAFÍA 7**. Obra de fábrica OD-5. Aguas arriba

**FOTOGRAFÍA 8**. Obra de fábrica OD-5. Aguas abajo

**FOTOGRAFÍA 9**. Obra de fábrica OD-6. Aguas arriba

**FOTOGRAFÍA 10**. Obra de fábrica OD-6. Aguas abajo