



ANEXO 3. ESTUDIO HIDRÁULICO DE LOS CAUCES NATURALES



Índice

Índice de figuras y tablas	3
Índice de tablas	4
Introducción.....	5
1. Modelo construido.....	6
Software utilizado.....	6
Flujo no permanente	7
Hidrogramas de entrada en el modelo	7
Condiciones de contorno	7
Especificaciones de control	8
Modelo hidráulico actual	8
2. Actuaciones propuestas.....	13
3. Resultados de la simulación hidráulica de las actuaciones propuestas.....	17
Hidrograma en la cabecera del Arroyo 1	19
3.2 Hidrograma en la cabecera del Arroyo 2.....	20
4. Diseño de las Represas	21
Represa 1	21
4.2 Represa 3	23
4.3 Represa 4	25
4.4 Gráficos de Superficie inundada vs Tiempo.....	26
4.5 Mancha de inundación.....	28
4.6 Mapa de profundidades	29
5. Obras de Captación.....	29
5.1 Cálculo.....	29
5.2 Secciones tipo	32
6. Resultados de los cálculos hidráulicos en secciones	34
6.1 Cálculos hidráulicos en Arroyo 1	34
6.2 Cálculos hidráulicos en Arroyo 2	37
6.3 Cálculos hidráulicos en Arroyo 3	40



Índice de figuras

Figura 1: Perspectiva de MDE con alturas x3	6
Figura 2: Cuenca vertiente objeto de estudio	8
Figura 3: Esquema de la geometría de la simulación del modelo hidráulico actual	9
Figura 4: Vista 3d del modelo hidráulico de la situación actual (HEC-RAS).....	9
Figura 5: Simulación del represamiento en la carretera CM-3.109 (HEC-RAS).....	10
Figura 6: : Perfil longitudinal en obra de drenaje existente (HEC-RAS).....	10
Figura 7: Hidrograma en la obra de drenaje existente en ctra. CM-3.109 (HEC-RAS).....	11
Figura 8: Hidrograma total obtenido con la simulación hidráulica (HEC-RAS).....	11
Figura 9: Hidrograma total obtenido con la simulación hidrológica (HEC-HMS)	12
Figura 10: Situación de los posibles represamientos	15
Figura 11: Siuación de los represamientos en relación a la nueva trama urbana.....	16
Figura 12: Geometría de la simulación hidráulica con actuaciones propuestas (HEC-RAS)	17
Figura 13: Situación de las obras de captación	18
Figura 14: Estructura en linea en la cabecera del Arroyo 1 (HEC-RAS)	19
Figura 15: Hidrograma y nivel en la estructura en linea en la cabecera del Arroyo 1 (HEC-RAS).....	19
Figura 16: Hidrograma y nivel de la lámina en la estructura en linea en la cabecera del Arroyo 2.....	20
Figura 17: Perfiles longitudinales de los arroyos 1 y 2 con las actuaciones propuestas (HEC-RAS).....	21
Figura 18: Sección transversal tipo en Represa 1	22
Figura 19: Perfil longitudinal de la Represa 1	22
Figura 20: Hidrograma y nivel de la obra de drenaje existente en Represa 1 (HEC- RAS).....	23
Figura 21: Perfil longitudinal en Represa 3 (Ctra. CR-P 6.441)	23
Figura 22: Sección transversal tipo en Represa 3.....	24
Figura 23: Hidrograma en la obra de drenaje a construir en Represa 3.....	24
Figura 24: Perfil longitudinal en Represa 4 (Ctra. CM-3.109).....	25
Figura 25: Sección transversal tipo en Represa 4.....	25
Figura 26: Gráfico de Superficie inundada-Tiempo en Represa 1	26
Figura 27: Gráfico de Superficie inundada-Tiempo en Represa 3.....	27
Figura 28: Gráfico de Superficie inundada-Tiempo en Represa 4.....	27
Figura 29: Mancha de inundación de los represamientos proyectados (HEC-GeoRAS).....	28
Figura 30: Mapa de profundidades de los represamientos proyectados (HEC-GeoRAS)	29
Figura 31: Sección transversal en la obra de captación en cabecera de arroyo 1	32
Figura 32: Sección transversal en la obra de captación en cabecera de arroyo 1	33



Índice de tablas

<i>Tabla 1: Resultados de los cálculos hidráulicos en Arroyo 1 (HEC-RAS).....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 2: Resultados de los cálculos hidráulicos en Arroyo 2 (HEC-RAS).....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3: Resultados de los cálculos hidráulicos en Arroyo 2 (HEC-RAS).....</i>	<i>40</i>



Introducción

El objeto del modelo es simular hidráulicamente el comportamiento de los cauces de los arroyos que forman parte del sistema de la cuenca receptora. De esta forma el modelo hidráulico se convierte en una poderosa herramienta de diseño y de toma de decisiones a la luz de los resultados obtenidos en los distintos escenarios a los que somete el sistema.

En una primera fase se simula el sistema en su estado actual, comprobando que los hidrogramas resultantes son coherentes con los obtenidos en el modelo hidrológico. En la segunda fase se procede a simular el sistema con las actuaciones encaminadas en las direcciones apuntadas en el apartado 10 del Anexo II, con el objetivo final de reducir los caudales punta de los hidrogramas. Pero el modelo hidráulico aporta un conocimiento más exhaustivo del sistema pues además de los hidrogramas resultantes se obtiene información sobre calados y velocidades de la lámina de agua para cualquier instante de la simulación de la avenida. Con esta información se puede obtener relaciones entre el calado, la superficie inundada y el tiempo, que dadas las características agrícolas de la zona de estudio debe tenerse en cuenta a la hora de decidir las obras necesarias para laminar la avenida.

La simulación hidráulica se ha realizado con el software HEC-RAS 4 de la US Army Corps of Engineers, cuyas características básicas y limitaciones se señalan a continuación:

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS:

- Permite el cálculo del perfil de la lámina de agua en canales artificiales y cauces naturales
- Permite el estudio de los efectos de ciertas “obstrucciones” tales como:
 - Pilas de puente
 - Estrechamientos
 - Pilas de puente
 - Obras de drenaje transversal de carreteras “culvers”
- Da la solución unidimensional de la Ecuación de conservación de la energía
 - Resuelve el Flujo rápidamente variado (Resaltos, confluencias de ríos....) mediante la ecuación de conservación de la energía.

LIMITACIONES

- El flujo debe ser en general gradualmente variado con las excepciones de estructuras, resaltos, pilas de puente, vertederos, en las que el flujo rápidamente variable, se

Anexo 3

resuelve con la ecuación conservación de la cantidad movimiento y ecuaciones empíricas.

- Flujo debe ser unidimensional
- Las pendientes deben ser pequeñas (menores 1:10)

1. Modelo construido

Software utilizado

Para confeccionar el modelo hidráulico se ha utilizado la extensión HEC-GeoRAS desarrollada conjuntamente por el *Hidrologic Engineering Center* (HEC) del *United States Army Corps of Engineers* y el *Environmental System Research Institute* (ESRI). Básicamente es un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades especialmente diseñadas para procesar datos georreferenciados que permiten bajo entornos de Sistemas de Información Geográfica (SIG), facilitar y complementar el trabajo con el programa HEC-RAS.

HEC-GeoRAS crea un archivo para importar a HEC-RAS datos de geometría del terreno incluyendo el cauce del río, secciones transversales, etc. Posteriormente los resultados obtenidos con HEC-RAS pueden ser posprocesados con HEC-GeoRAS para obtener mapas de mancha de inundación, calados y velocidades.

La base del modelo hidráulico es un modelo digital de elevaciones (MDE) a cuya obtención y validación se ha dedicado un especial esfuerzo (ver Anexo V) del que se muestra una vista 3D en la siguiente figura:

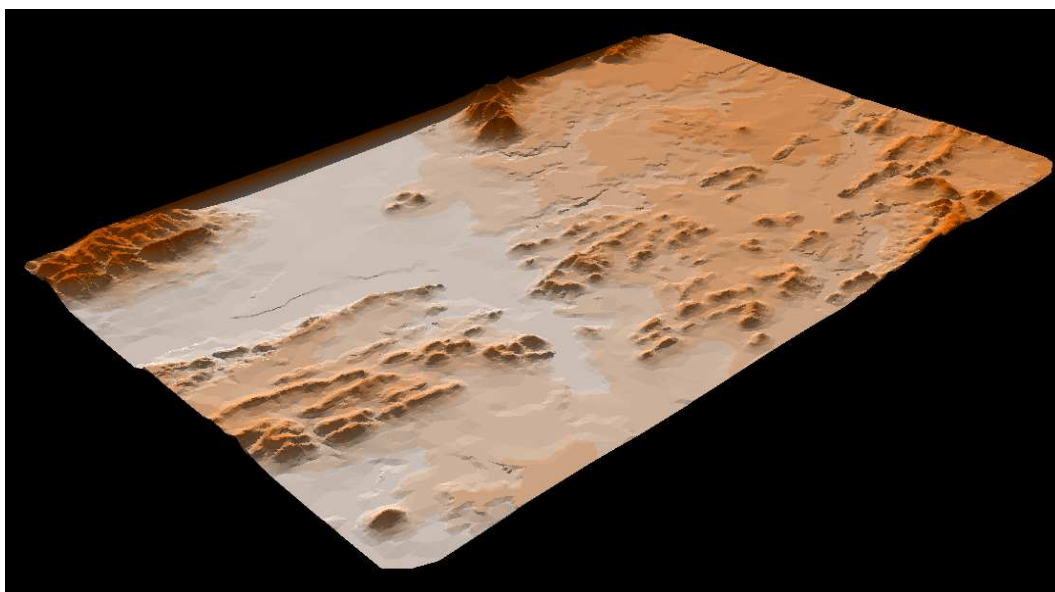


Figura 1: Perspectiva de MDE con alturas x3

Anexo 3



Flujo no permanente

Dado que se pretende la simulación hidráulica de la avenida de diseño el tipo de flujo a considerar en el modelo debe ser variado. Para ello programa HEC-RAS utiliza un modelo numérico llamado cuasi-bidimensional que resuelve las ecuaciones de Saint Venant en una dimensión y usan técnicas simplificadas para tener en cuenta la inundación de las llanuras adyacentes al cauce.

Con software HEC-RAS es también posible simular obras de drenaje transversal a carreteras “culverts” y embalsamientos con desbordamientos a modo de vertedero de pared gruesa “weir”. Dichos elementos hidráulicos son fundamentales en el modelo hidráulico que se pretende simular.

Hidrogramas de entrada en el modelo

Los hidrogramas necesarios para simular el flujo no permanente han sido obtenidos a partir de los resultados obtenidos en el modelo hidrológico (Anexo II) es decir con los hidrogramas que resultan al introducir en el modelo el hietograma de diseño T10+T500 (hietograma 24h para un periodo de retorno de 10 años mas hietograma 24h para un periodo de retotno de 500 años) . Para una correcta simulación hidráulica, en el modelo de cuenca HEC-HMS se han obtenido los hidrogramas de cada subcuenca sin considerar el tránsito del hidrograma por el cauce. Para realizar esto una vez desconectados hidráulicamente las subcuencas se ha vuelto a procesar la simulación. Los hidrogramas obtenidos en las subcuencas intermedias se han introducido en el modelo hidráulico repartiéndolos uniformemente en los tramos de cauce correspondientes (*Uniform Lateral Inflow*).

Condiciones de contorno

Dado que el modelo trabaja en régimen mixto (crítico y subcrítico) para las condiciones de contorno aguas arriba se ha introducido el hidrograma correspondiente mientras que para las condición de contorno aguas abajo se ha considerado profundidad normal. La suposición de flujo uniforme (profundidad normal) aguas abajo es compatible con el modelo introducido habida cuenta que se ha dado continuidad al modelo hidráulico de la cuenca rural mediante un colector que recoge la escorrentía y la conduce a través del núcleo urbano hasta el punto de drenaje natural. Dicho colector tiene una longitud de más de 5 Km, por lo es asumible que al final del mismo se produce flujo uniforme.

Especificaciones de control

Las especificaciones de control establecen la duración de la simulación y el intervalo de tiempo de cálculo. En la simulación efectuada se ha establecido las siguientes especificaciones de control:

- Fecha de comienzo: 01 jan 2000
- Hora de comienzo : 16:00
- Fecha de finalización: 03 jan 2000
- Hora de finalización: 00:00
- Intervalo de tiempo de cálculo: 5 segundos

Aunque el hietograma de diseño comienza a las 00:00, la hora de comienzo de la simulación hidráulica ha sido preciso establecerla a las 16:00 para evitar la inestabilidad del modelo ante caudales cercanos al cero. A dicha hora los hidrogramas se encuentran en la rama inicial ascendente evitándose la inestabilidad que origina que el programa no sea capaz de dar una solución numérica al modelo.

Modelo hidráulico actual

La primera fase de la simulación hidráulica ha consistido en modelar la situación actual y comparar los resultados de los hidrogramas de la simulación hidráulica con los hidrogramas obtenidos en la simulación hidrológica. En las siguientes imágenes se observa la cuenca vertiente objeto de estudio y la geometría de la simulación hidráulica:



Figura 2: Cuenca vertiente objeto de estudio

Anexo 3

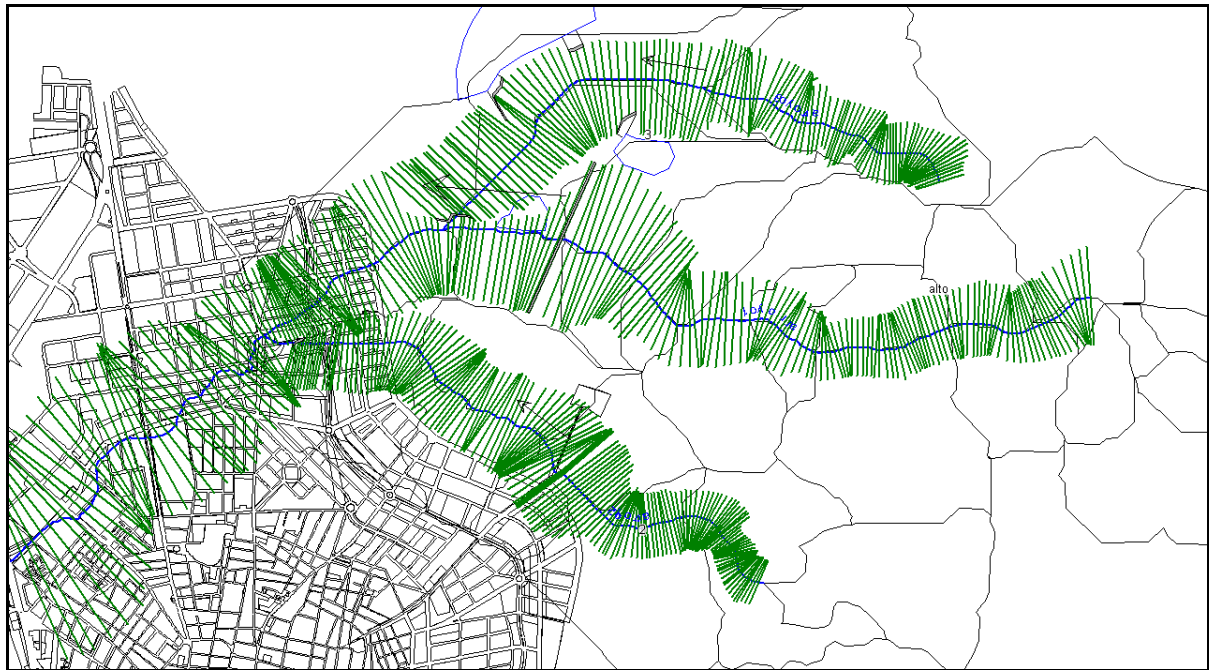


Figura 3: Esquema de la geometría de la simulación del modelo hidráulico actual

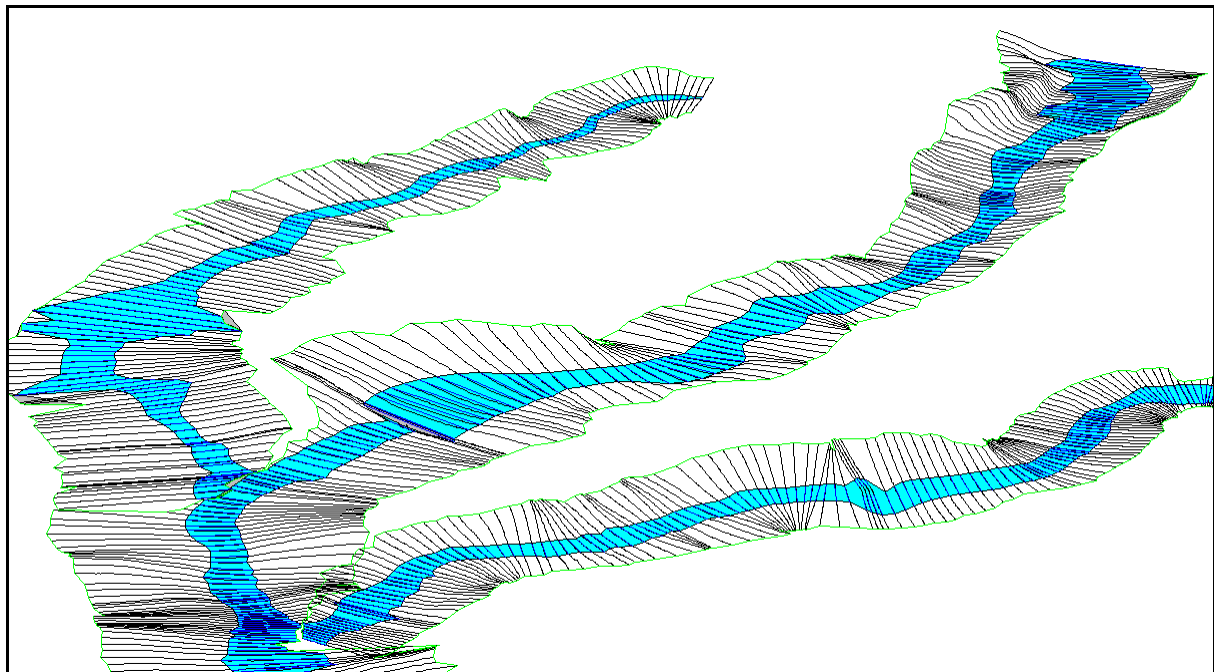


Figura 4: Vista 3d del modelo hidráulico de la situación actual (HEC-RAS)

Se han introducido las características de la obra de drenaje transversal existente en la carretera CM-3.109 ya que tiene una importancia capital en los resultados de la modelación hidráulica. En la figura siguiente se muestra una vista 3D de la misma:

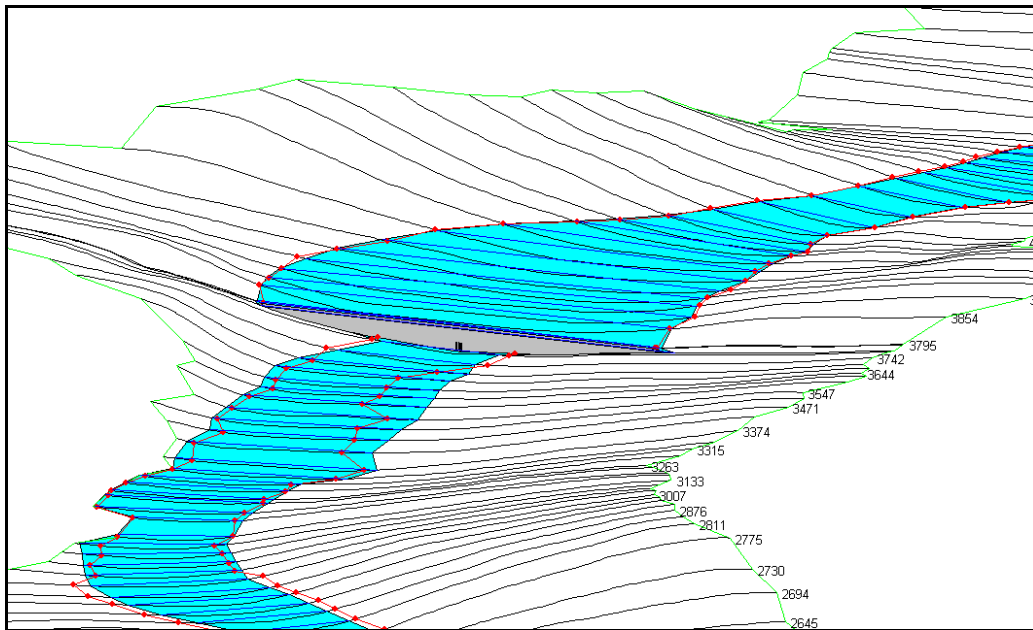


Figura 5: Simulación del represamiento en la carretera CM-3.109 (HEC-RAS)

En la siguiente figura se muestra como resultado de la simulación hidráulica de la situación actual, el perfil longitudinal con el nivel máximo de la lámina de agua en las proximidades de la obra de drenaje transversal. Puede apreciarse que la obra de drenaje actúa como una represa y al desbordar pasa a actuar como vertedero de pared gruesa:

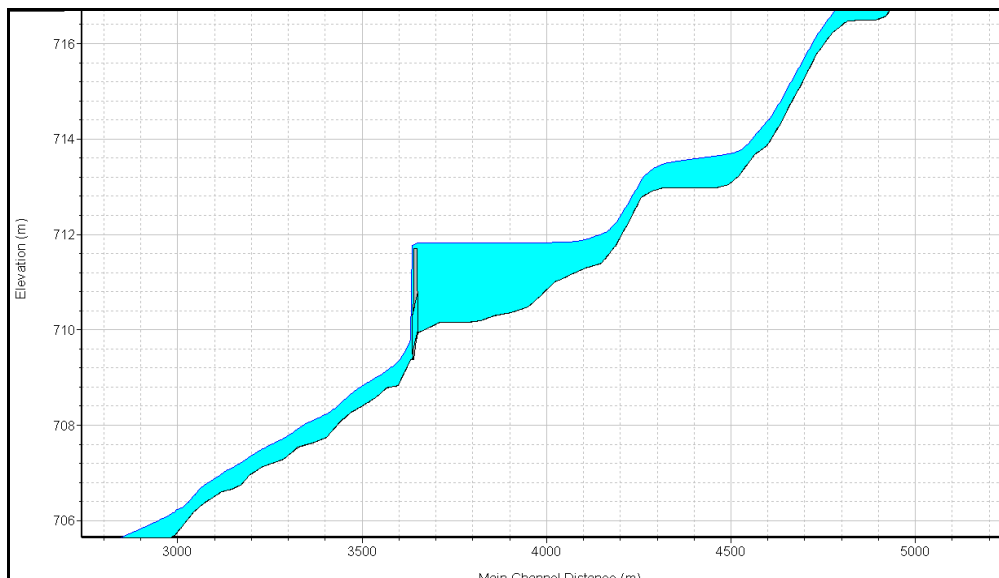


Figura 6: Perfil longitudinal en obra de drenaje existente (HEC-RAS)

En la siguiente figura se puede ver el hidrograma de este represamiento (Represa 1):

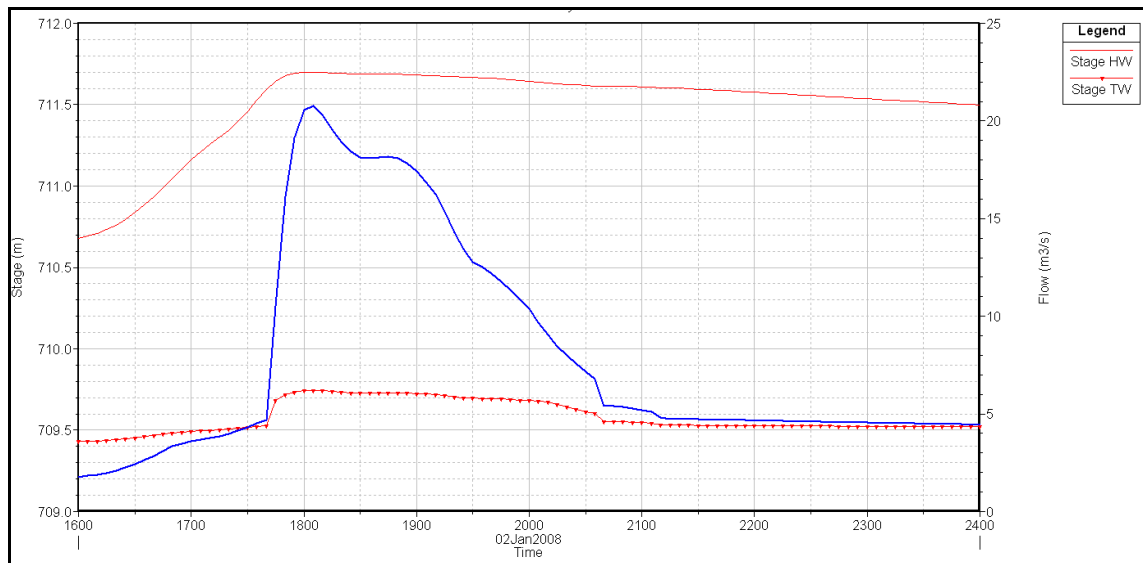


Figura 7: Hidrograma en la obra de drenaje existente en ctra. CM-3.109 (HEC-RAS)

De acuerdo con el hidrograma de la anterior figura el desbordamiento se produce sobre las 17:40 y el pico del caudal es de $20,77 \text{ m}^3/\text{s}$ produciéndose a las 18:05.

A continuación se muestra hidrograma total de la simulación del modelo hidráulico actual resultante aguas debajo de la confluencia del Arroyo 1 y del Arroyo 2, es decir en el punto J1 (ver Figura 2):

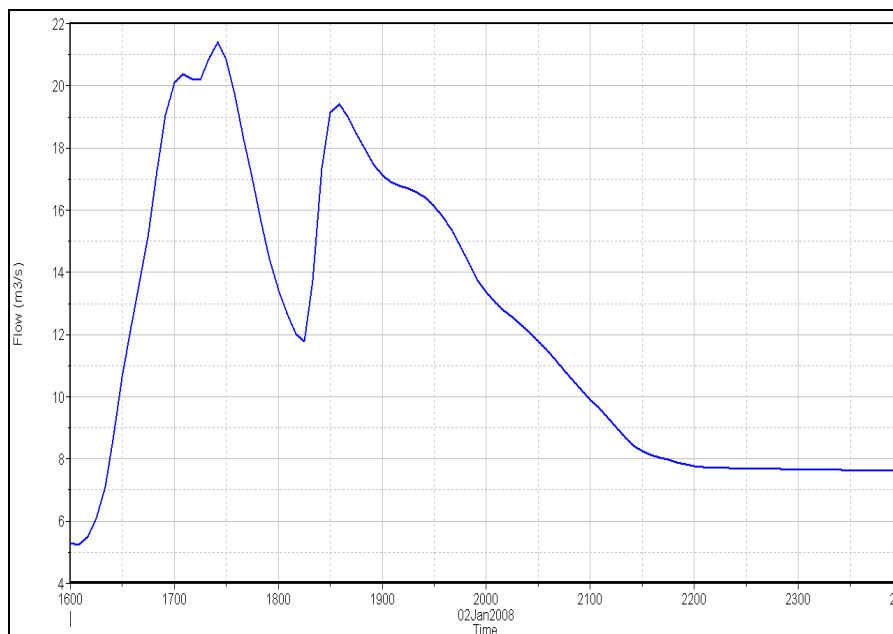


Figura 8: Hidrograma total obtenido con la simulación hidráulica (HEC-RAS)

En este último hidrograma el primer pico de $21,39 \text{ m}^3/\text{s}$ se presenta a las 17:25 (aunque hay un pico anterior algo inferior sobre las 17:00) mientras que el segundo pico es de $19,4 \text{ m}^3/\text{s}$ a

las 18:35. Si lo comparamos con el hidrograma resultante del modelo hidrológico (ver Figura 9) en el cual el primer pico de $21,6 \text{ m}^3/\text{s}$, se produce a las 17:00 y el segundo pico de $15,8 \text{ m}^3/\text{s}$ se produce a las 19:45 (dos horas y media después) observamos que ambos arrojan valores máximos de caudal prácticamente iguales para el primer pico y similares para el segundo pico. Sin embargo se aprecia una diferencia significativa en cuanto a la separación en el tiempo de los picos siendo aproximadamente de una hora y media en el modelo hidráulico y de dos horas y media en el modelo hidrológico.

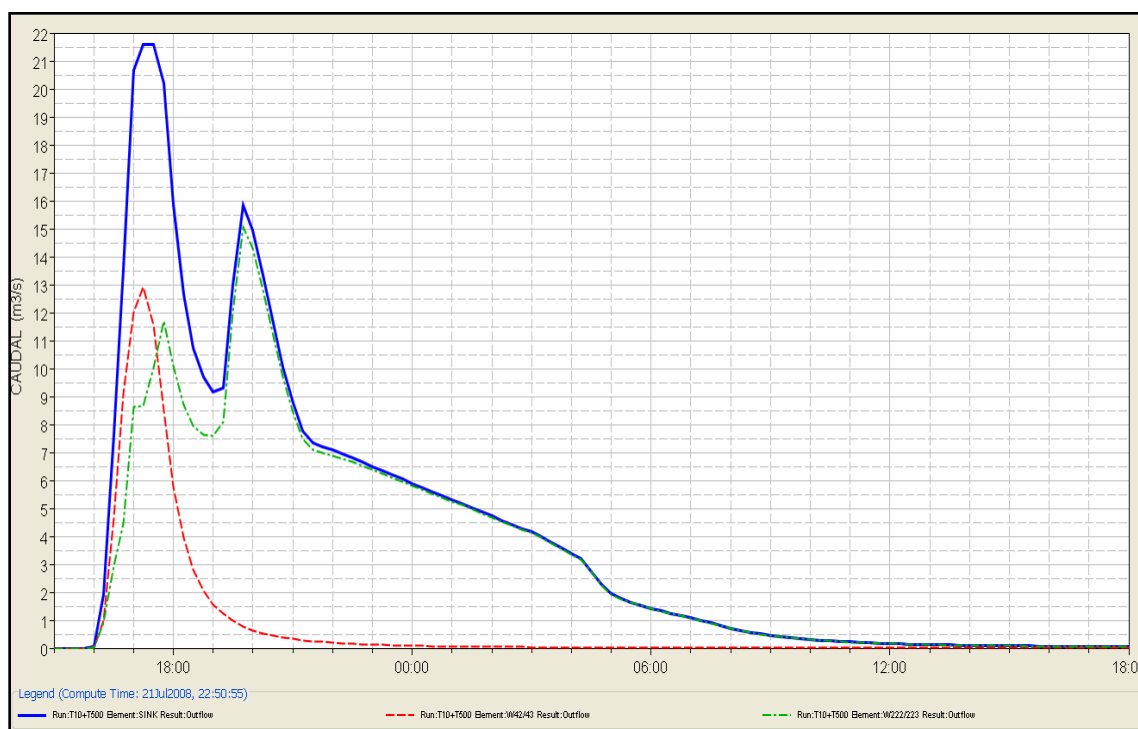


Figura 9: Hidrograma total obtenido con la simulación hidrológica (HEC-HMS)



2. Actuaciones propuestas

De acuerdo con los hidrogramas obtenidos en la simulación hidrológica (ver Anexo II) y teniendo en cuenta que el desagüe natural de la cuenca atraviesa el núcleo urbano, siendo imposible su restitución a su estado natural, las medidas a adoptar para reducir el riesgo de que una avenida extraordinaria como la analizada en este proyecto llegue hasta el núcleo de la población de Valdepeñas deben encaminarse a reducir el caudal punta del hidrograma hasta un valor admisible para que pueda ser evacuado por un canal o conducción sin perjudicar en exceso el tejido urbano de la ciudad ni condicionar el futuro desarrollo urbanístico de la ciudad. Para conseguir este objetivo, a la vista de los hidrogramas resultantes se pueden adoptar las siguientes medidas:

1ª) Adoptar medidas para que no se produzca el desbordamiento del represamiento que se produce por la rasante de la carretera CM-3.109 y su obra de drenaje al interceptar el cauce principal.

Evitar el desbordamiento de la represa es, en principio, fácil de conseguir si se eleva la rasante de la carretera o se dispone una imposta que eleve suficientemente el nivel de la lámina de agua y siempre que tal elevación esté dentro de unos límites razonables para no ocasionar mayores perjuicios que los que se quieren evitar.

2ª) Aprovechar el trazado de las carreteras o caminos existentes para elevar su rasante en las zonas donde interceptan a los cauces de los arroyos produciendo un **represamiento controlado** con el objetivo de laminar los hidrogramas.

Al igual que en el caso anterior es una opción posible pero ello conlleva el aumento de la superficie inundada, por lo que será preciso conocer las repercusiones que tendrá esta acción, tanto para las personas como para los cultivos.

3ª) Retrasar el hidrograma de Arroyo 2 el tiempo suficiente para que su caudal punta de unos $11,6 \text{ m}^3/\text{s}$ coincida con el valle del hidrograma del cauce principal (Arroyo 1).

Para retrasar el hidrograma del Arroyo 2, se pueden adoptar medidas estructurales “blandas” como disponer resaltos realizados a base de troncos de madera anclados al terreno que intercepten el cauce cada cierta distancia o también se pueden adoptar medidas no estructurales aprovechando los como cambiar la dirección de surcos de labranza de madera que sean perpendiculares a la dirección del flujo. Ambas medidas persiguen aumentar el coeficiente de rugosidad del terreno para disminuir la velocidad del flujo y retrasar por tanto



el hidrograma. Sin embargo, además de los problemas derivados de su implantación, estas dos opciones tienen una eficacia limitada en caso de avenida extraordinaria ya que el arrastre de sedimentos produce el soterramiento de los surcos de labranza y de los resaltos de madera perdiendo su eficacia. También hay que tener en cuenta que estas medidas producirían fundamentalmente un retraso en el tiempo del hidrograma por lo que el caudal punta del “Arroyo 2” seguiría siendo de unos $11,6 \text{ m}^3/\text{s}$ que unido al caudal en el “valle” del cauce principal ($7,5 \text{ m}^3/\text{s}$) daría como resultado un caudal de $19,1 \text{ m}^3/\text{s}$, es decir sólo se conseguiría reducir el caudal punta en $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Por todos estos motivos la tercera opción hay que descartarla en el caso de avenidas extraordinarias como el que nos ocupa.

Se concluye que las alternativas a estudiar deben dirigirse en la dirección de las opciones 1ª) y 2ª) descritas anteriormente. Para ello, es preciso localizar intercepciones de los cauces por las carreteras y caminos públicos pues de esta manera, el coste de expropiación de terrenos por la elevación de la rasante para construir la represa es mínimo.

De entre todas las intercepciones posibles se han elegido cuatro atendiendo a los siguientes criterios:

- 1º.) Deben estar localizadas en zonas donde la topografía aguas arriba sea favorable para ocasionar el embalsamiento del agua.
- 2º.) En las cercanías de la represa a construir no deben existir edificaciones aguas arriba.
- 3º.) Deben localizarse en la parte baja de la cuenca pues es donde los represamientos son efectivos para laminar los hidrogramas.
- 4º.) Es fundamental laminar el hidrograma del “Arroyo 2” pues aporta del orden de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ al cauce principal justo al final de la cuenca.

En base a estos criterios, con la información cartográfica disponible y de las visitas de campo realizadas, se han seleccionado cuatro ubicaciones posibles de las represas que se muestran en la siguiente fotografía aérea denominadas como “Represa 1”, “Represa 2”, “Represa 3” y “Represa 4”.

La “Represa 1” está localizada en el Km 52,5 de la carretera CM-3.109. De ella se ha comentado anteriormente que es la responsable del segundo pico del hidrograma al desbordarse. Actualmente la rasante está a 1,60 m del terreno y la obra de drenaje consiste en tres tuberías de sección casi rectangular de $80 \times 80 \text{ cms}$. Aguas arriba, el terreno se dedica al cultivo de la vid.

La “Represa 2” está en el camino denominado “Carril del Yeso” de unos 3m de anchura. Actualmente la rasante coincide con el terreno y no existe ninguna obra de drenaje. Aguas arriba , el terreno se dedica fundamentalmente al cultivo de la vid.

La “Represa 3” se sitúa sobre el Km. 1,3 de la CR-P-6.441 justo a la entrada del camino del cementerio. Existe una obra de drenaje parcialmente soterrada. Actualmente la rasante de encuentra elevada de 20 a 30 cm. sobre el terreno.

Por último la “Represa 4” se encuentra también en la carretera CM- 3.109, en el Km 53,4.

En la siguiente figura se puede observar la situación de dichas represas:

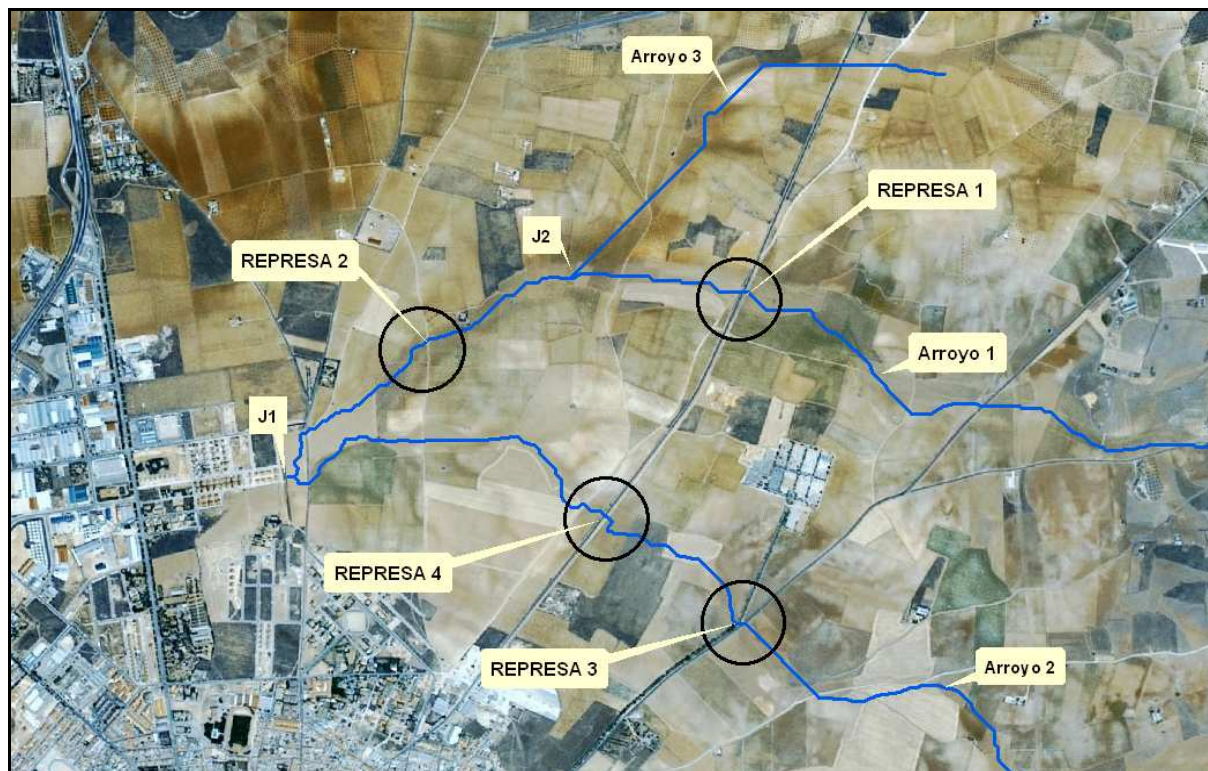


Figura 10: Situación de los posibles represamientos

Sin embargo, cuando se superpone el a la figura anterior el Plan de Ordenación Municipal de Valdepeñas se comprueba que la Represa 2 invade la trama urbana, (ver Figura 11) por lo que dicho represamiento debe descartarse.

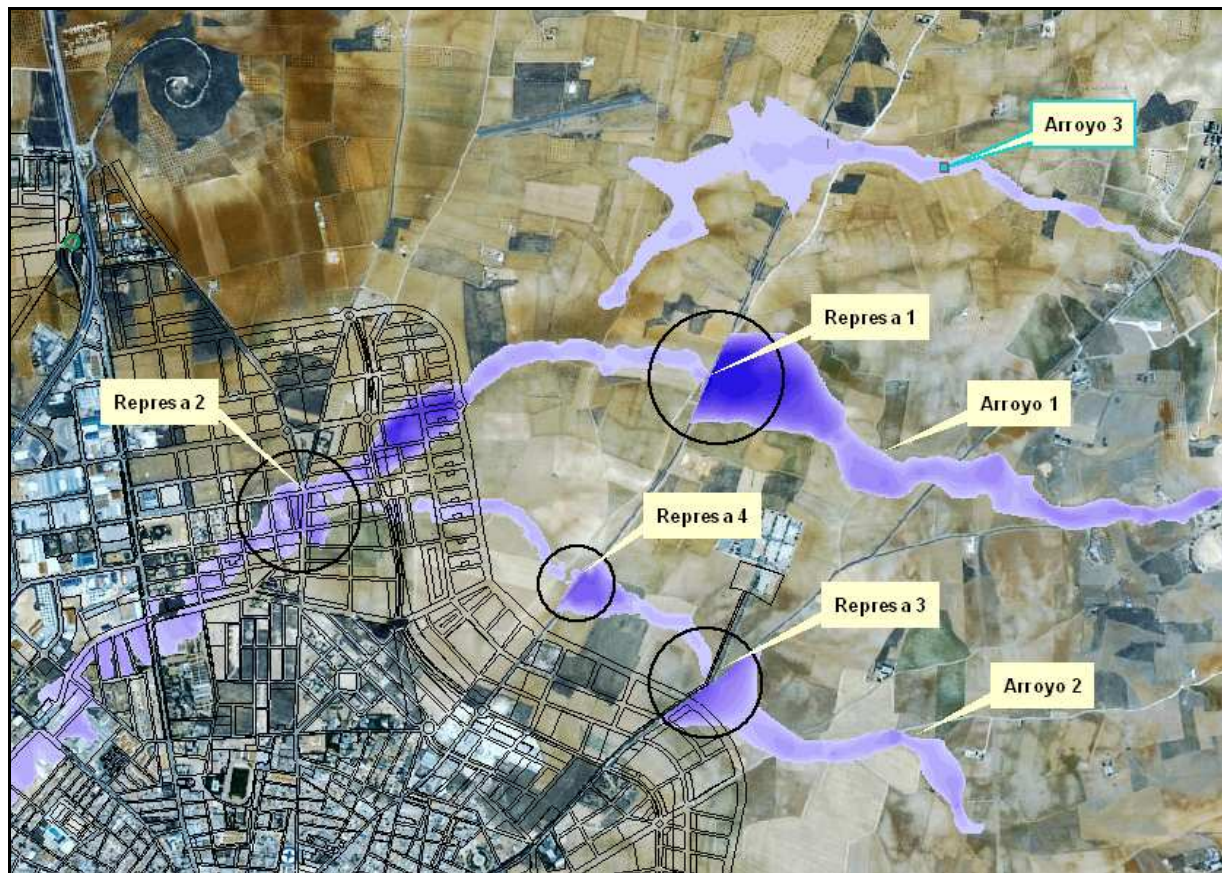


Figura 11: Situación de los represamientos en relación a la nueva trama urbana

En la figura anterior también puede observarse que debido a la trama de suelo urbanizable los cauce del Arroyo 1 y del Arroyo 2 no pueden confluir por lo que será necesario diseñar una obra de captación que recoja la escorrentía de los dos arroyos y las dirija hacia un colector de drenaje. El diseño de dicho colector de drenaje es objeto del Anexo IV.

En base a todo lo anterior y con el objetivo de reducir el caudal de escorrentía hasta un valor que permita su drenaje a través de un colector que atraviese la trama urbana se van a considerar para su simulación hidrológica las siguientes actuaciones:

- *Disponer una imposta de hormigón armado (muro de hormigón armado) en la intercepción del cauce principal o Arroyo 1 por la carretera CM-3.109 con la altura suficiente para que no se produzca su desbordamiento. A esta actuación la denominaremos Represa 1. No se modifica la capacidad de l obra de drenaje que existe actualmente.*

- *Elevar las rasantes de las carreteras localizados en la Figura 11 como “Represa 3” y “Represa 4”, disponiendo en cada represa la obra de drenaje necesaria para optimizar la laminación por estos represamientos.*
- *Dimensionar las obras de captación de la escorrentía resultante tras las actuaciones anteriores en los límites de la trama urbana para canalizarlas a un colector que las conduzca atravesando el núcleo urbano hasta el punto de desagüe elegido aguas debajo de la población.*

Mediante un proceso iterativo de optimización de la simulación hidrológica se obtiene el hidrograma resultante, las alturas necesarias de las represas para que no se produzca su desbordamiento, la altura máxima de la lámina de agua, el número y el diámetro óptimo de los caños de la obra de drenaje y la relación entre la superficie inundada y el tiempo.

3. Resultados de la simulación hidráulica de las actuaciones propuestas

En la figura siguiente se muestra una captura del módulo geométrico del pregrama HEC-RAS. En ella se puede observar los elementos básicos de la simulación hidráulica:

- El trazado del cauce, en color azul. (Arroyo 1 y Arroyo 3 al Norte y Arroyo 2 al Sur de los anteriores)
- Las secciones transversales, en color verde
- Los represamientos en color negro

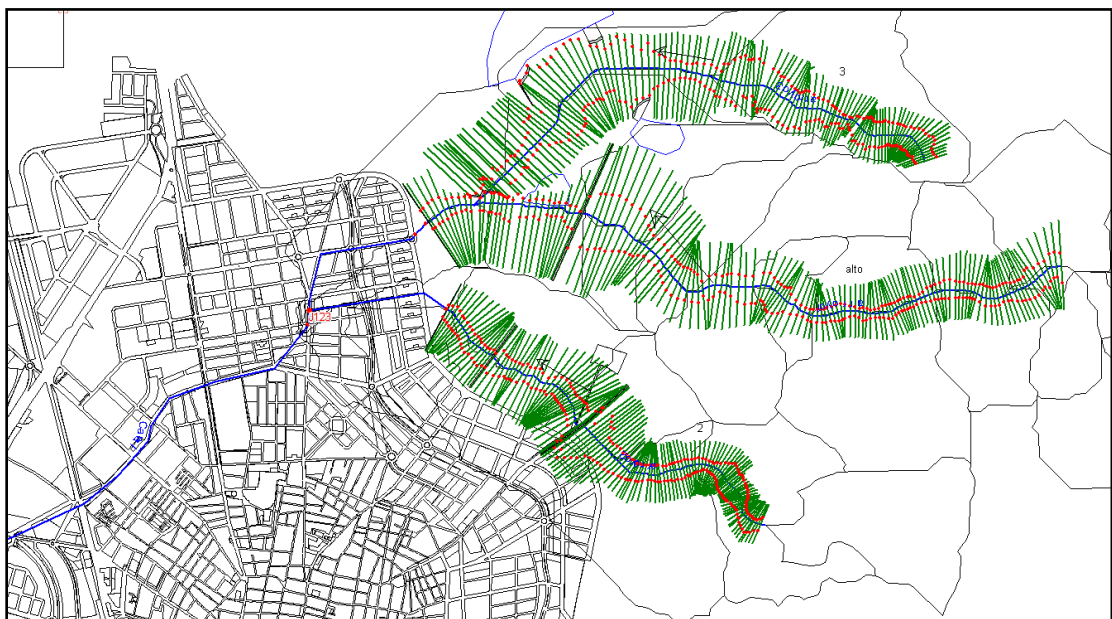


Figura 12: Geometría de la simulación hidráulica con actuaciones propuestas (HEC-RAS)

Se puede observar que la simulación hidráulica de los cauces no abarca el trazado total sino sólo el cauce medio y bajo pues son los que tienen interés a la hora de simular el comportamiento hidráulico en las cercanías del núcleo urbano y además se ahorra bastante tiempo de computación.

También se puede observar que dentro de la trama urbana se incluye un trazado preliminar del colector necesario para el drenaje de los caudales de la avenida resultantes después de la propuesta de actuación en la cuenca rural.

La obra de captación de la escorrentía de la cuenca rural y su conducción al colector que atraviesa el núcleo urbano consistirá en un caz colocado transversalmente al flujo del agua que recogerá y conducirá la escorrentía a través de aberturas a un colector dispuesto paralelamente al caz. En la siguiente figura se muestra la situación de la obra de captación en los arroyos 1 y 2:

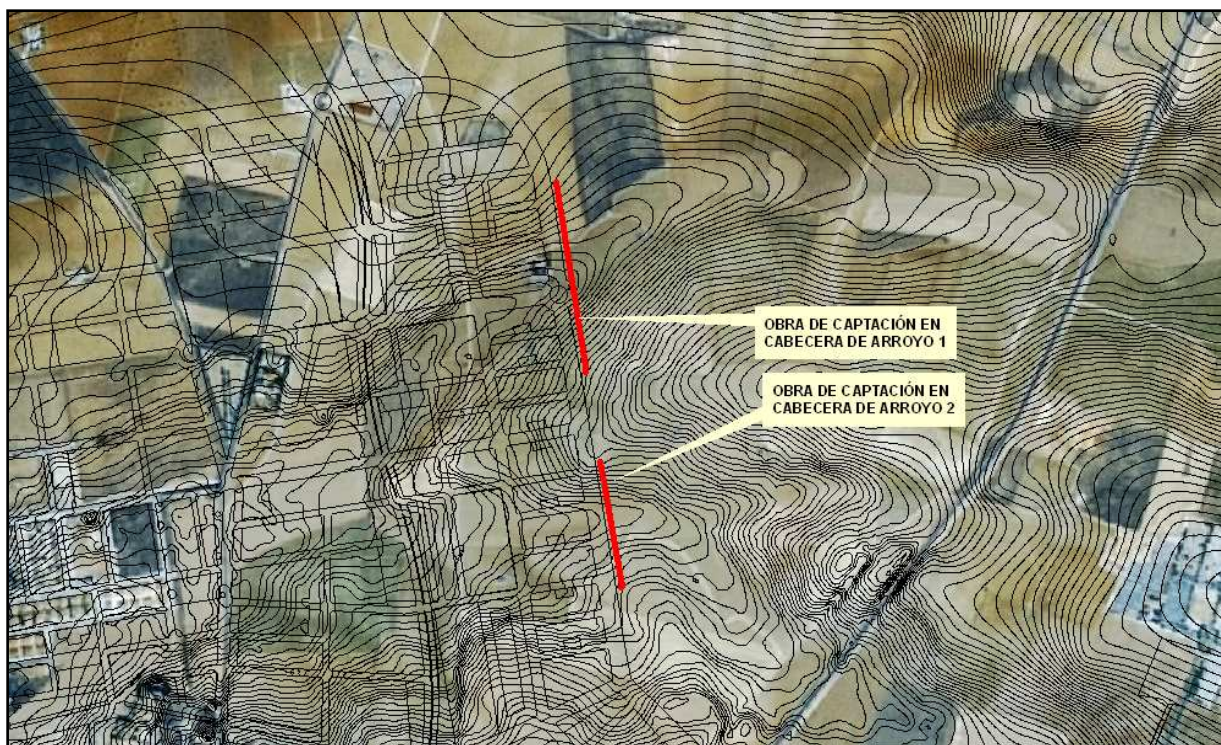


Figura 13: Situación de las obras de captación

Hidrograma en la cabecera del Arroyo 1

En la cabecera del Arroyo 1, donde se situará la obra de captación, se ha colocado una estructura en línea (inline structure) la cual se ha diseñado de forma que la elevación de la lámina de agua no sea superior a 1,50 m. En la siguientes figuras se muestra el perfil longitudinal de esta estructura en línea simulada con HEC-RAS y su hidrograma resultante:

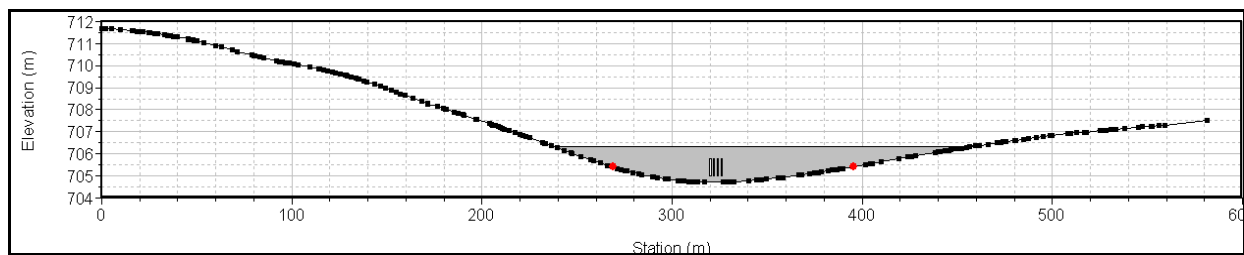


Figura 14: Estructura en línea en la cabecera del Arroyo 1 (HEC-RAS)

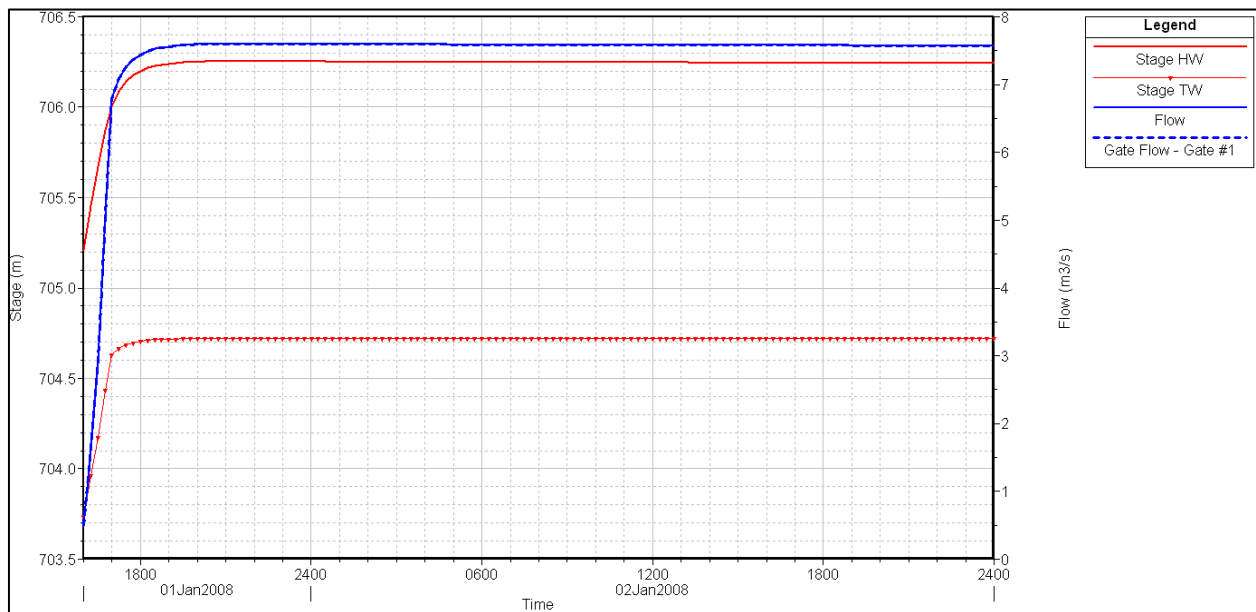


Figura 15: Hidrograma y nivel en la estructura en línea en la cabecera del Arroyo 1 (HEC-RAS)

Como puede verse en la Figura 15 donde se muestra el hidrograma en la cabecera del arroyo 1, el caudal máximo es de 7,60 m³/s y queda laminado debido a la una elevación sobre la rasante de 1,50 m y cuatro aberturas rectangulares de 0,80x0,80 m. Esta elevación puede realizarse elevando la rasante del vial exterior del suelo urbanizable y/o mediante la construcción de un muro de contención que complemente dicha la elevación de la rasante o la sustituya.

3.2 Hidrograma en la cabecera del Arroyo 2

De igual forma se ha actuado en la cabecera del Arroyo 2 obteniéndose el siguiente hidrograma:

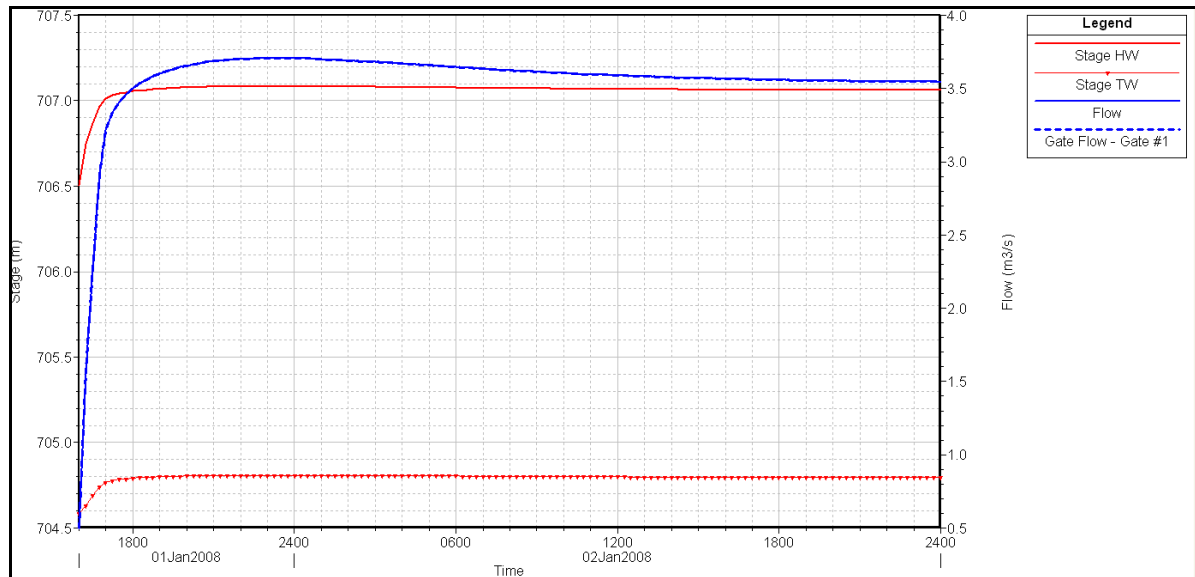


Figura 16: Hidrograma y nivel de la lámina en la estructura en línea en la cabecera del Arroyo 2

El caudal máximo del hidrograma es de $3,71 \text{ m}^3/\text{s}$ y queda laminado debido a la una elevación sobre la rasante de 1 m. y cuatro aberturas rectangulares de $0,80 \times 0,80 \text{ m}^2$. Esta elevación puede realizarse elevando la rasante del vial exterior del suelo urbanizable y/o mediante la construcción de un muro de contención que complemente dicha la elevación de la rasante o la sustituya.

A continuación se muestran los perfiles longitudinales de los arroyos 1 y 2 con el nivel máximo de la lámina de agua arrojados por el programa HEC-RAS con las actuaciones propuestas.

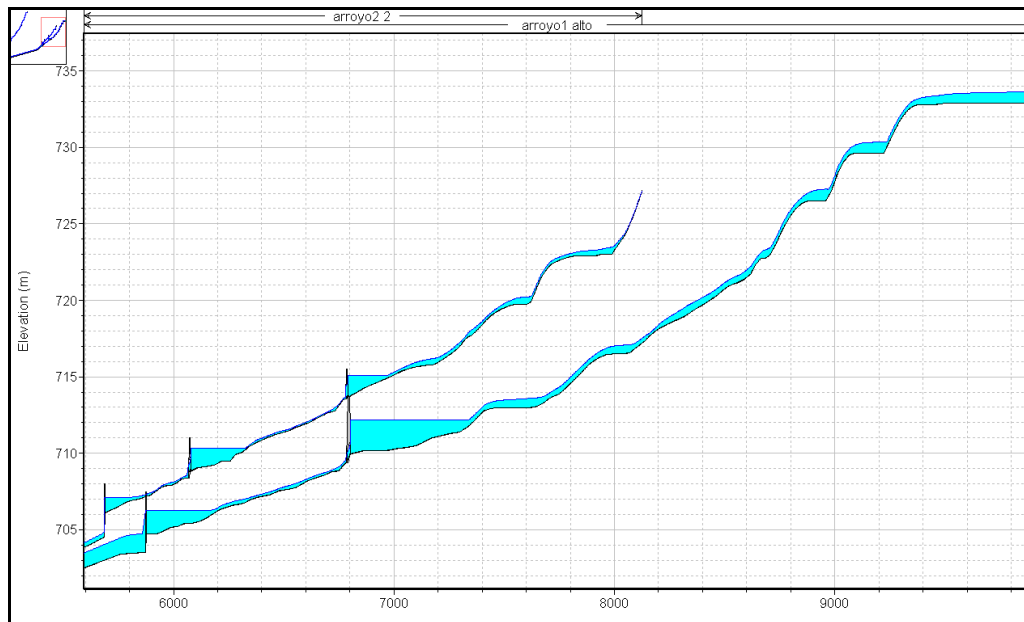


Figura 17: Perfiles longitudinales de los arroyos 1 y 2 con las actuaciones propuestas (HEC-RAS)

Del resultado de los hidrogramas en las cabeceras de los Arroyos 1 y 2 se obtiene que el colector que se diseñe para evacuar la escorrentía resultante de la cuenca rural debe ser capaz de transportar un caudal punta de $7,60 + 3,71 = 11,31 \text{ m}^3/\text{s}$. Se hace notar que en el presente anexo en ningún momento se ha tenido en cuenta la escorrentía generada en la cuenca urbana.

4. *Diseño de las Represas*

Como ya se ha dicho en este anexo, una de las propuestas de actuación consiste en la elevación de la rasante en las carreteras y caminos que corten a los cauces. Mediante el modelo hidráulico podemos conocer la altura de la rasante y la capacidad de desagüe de la obra de drenaje para un caudal punta fijado. Se obtienen los siguientes resultados:

Represa 1

- Nivel máximo de la lámina de agua de 712,20 m.
- Obra de drenaje (sección rectangular) = $3 \times 0,80 \times 0,80 \text{ m}$ (la existente actualmente)
- Caudal punta del hidrograma de la obra de drenaje $6,05 \text{ m}^3/\text{s}$
- Rasante actual = 711.60 m

De acuerdo con lo anterior es preciso una elevación de la rasante de $712,20 - 711,60 = 0,60 \text{ m}$. Dado que se trata del represamiento principal se le dará un resguardo de 40 cm. por lo que

la sobre-elevación de la Represa 1 será de 1m. Por otra parte, ya se ha comentado que la elevación de la lámina de agua en la Represa 1 se va a conseguir mediante la construcción de una imposta o muro de hormigón armado. En la siguiente figura se muestra la sección por la obra de drenaje existente incluida dicha imposta:

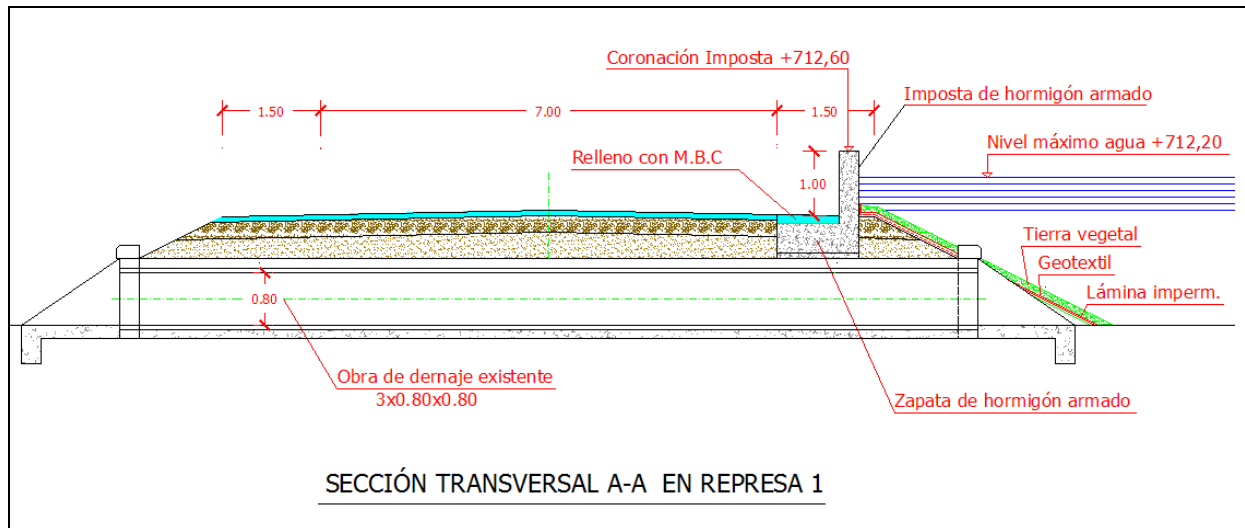


Figura 18: Sección transversal tipo en Represa 1

A continuación se muestran la sección longitudinal de la Represa 1 con una imposta de 1m de altura sobre la rasante actual (711,60 m).

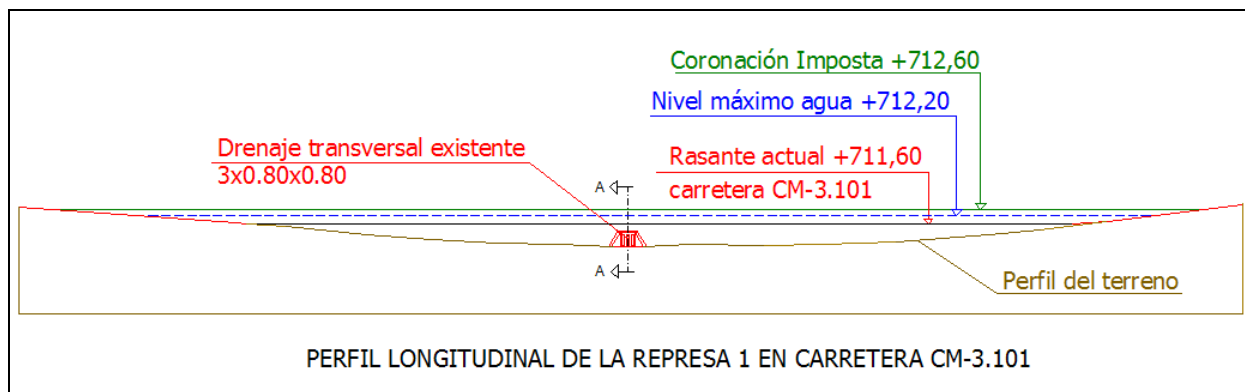


Figura 19: Perfil longitudinal de la Represa 1

El hidrograma de la obra de drenaje existente que resulta de la simulación se muestra en la la figura siguiente:

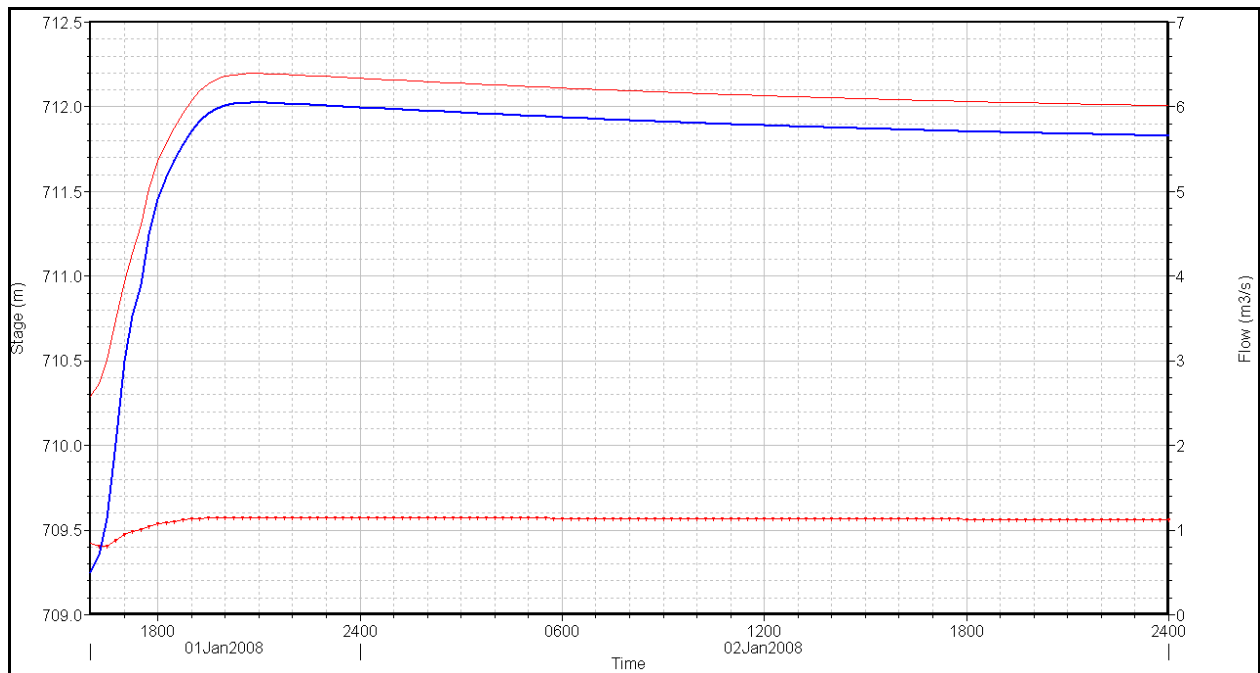


Figura 20: Hidrograma y nivel de la obra de drenaje existente en Represa 1 (HEC- RAS)

En donde la línea azul representa el hidrograma y el nivel de la lámina de agua de la sección de aguas arriba y aguas abajo es representado por la línea roja continua y roja punteada respectivamente.

4.2 Represa 3

- Nivel máximo de la lámina de agua de 715,08 m.
- Obra de drenaje = 3 caños de 80 cm de diámetro.
- Caudal punta del hidrograma de la obra de drenaje 3,73 m³/s

A continuación se muestra la sección longitudinal de la “Represa 3” con la rasante situada a 715,50 m, es decir dejando un resguardo de 42 cm sobre el nivel máximo de la lámina de agua.

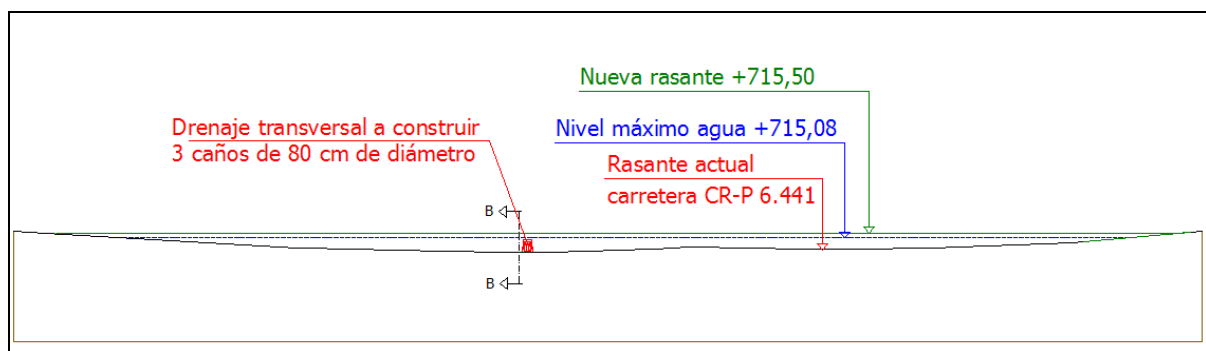


Figura 21: Perfil longitudinal en Represa 3 (Ctra. CR-P 6.441)

La elevación máxima de la rasante es de 1,83 m lo cual no supone una barrera visual importante para el paisaje mientras que longitud de la rasante a elevar es 550 m aproximadamente. Dado que la Represa 3 se sitúa sobre la carretera CR-P-6.441 la elevación de la rasante debe construirse de manera que soporte la carga de tráfico existente. En la siguiente figura se muestra una sección transversal tipo en el punto donde la elevación de la rasante en dicha represa es máxima:

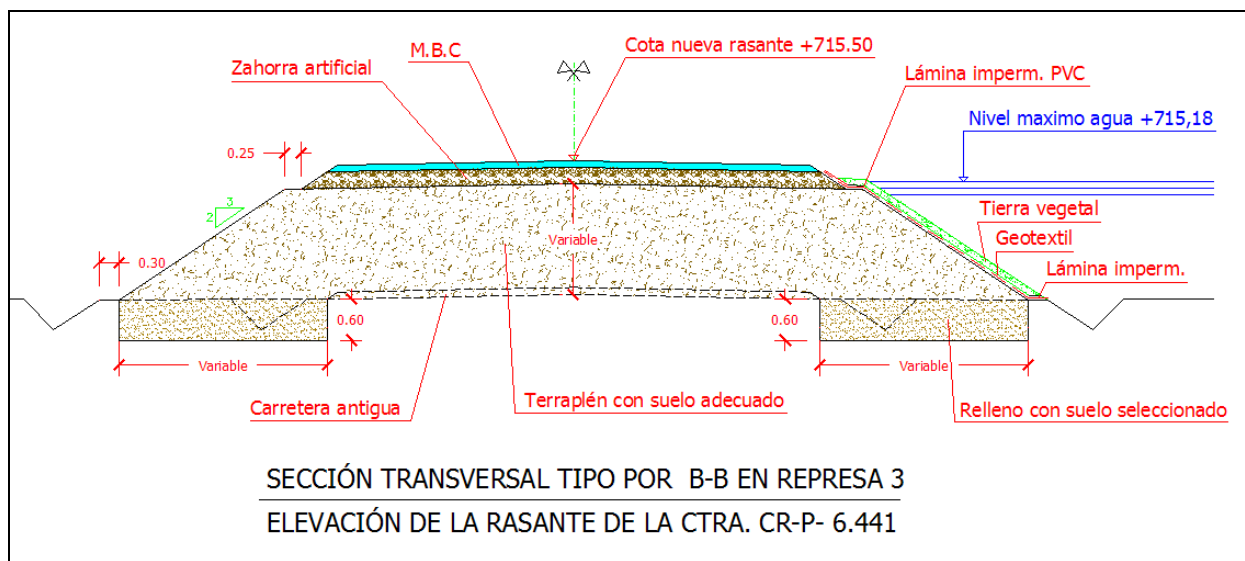


Figura 22: Sección transversal tipo en Represa 3

El hidrograma de la obra de drenaje proyectada se muestra en la la figura siguiente:

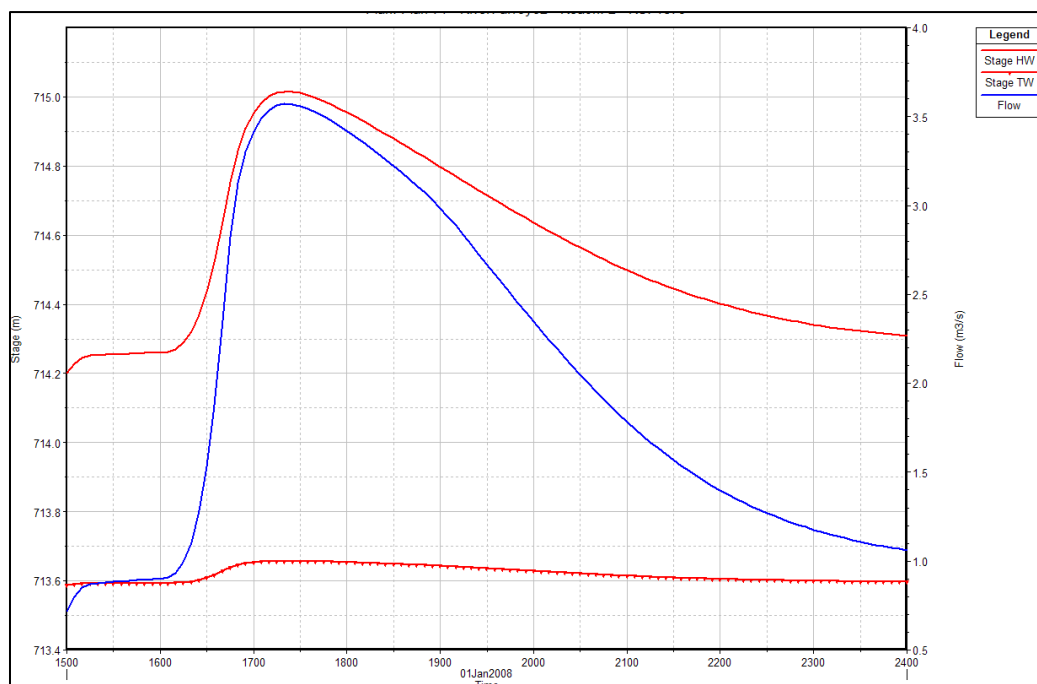


Figura 23: Hidrograma en la obra de drenaje a construir en Represa 3

Anexo 3

4.3 Represa 4

- Nivel máximo de la lámina de agua de 710,31 m.
- Obra de drenaje = 3 caños de 80 cm de diámetro.
- Caudal punta del hidrograma de la obra de drenaje 3,52 m³/s

A continuación se muestra la sección aguas arriba de la “Represa 4” con la rasante situada a 710,75 m, es decir dejando un resguardo de 44 cm sobre el nivel máximo de la lámina de agua.

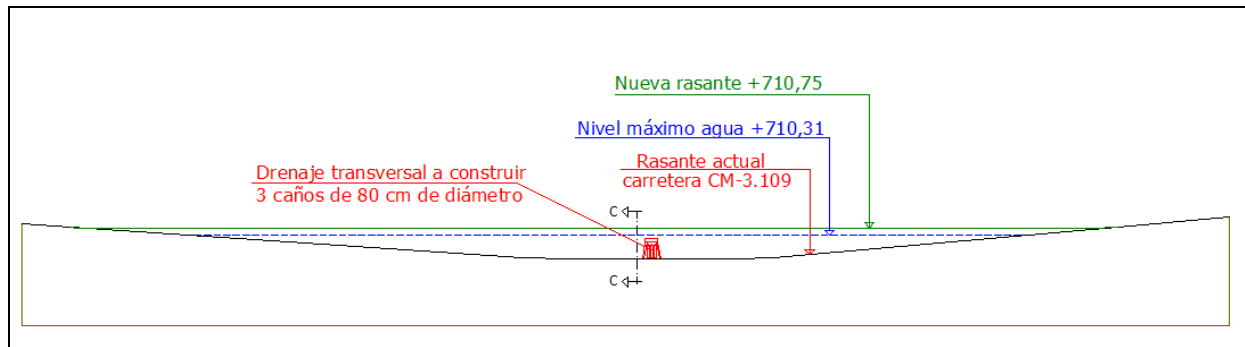


Figura 24: Perfil longitudinal en Represa 4 (Ctra. CM-3.109)

La elevación máxima de la rasante es de 1,79 m mientras lo cual no supone una berrera visual importante para el paisaje mientras que longitud de la rasante a elevar es 306 m aproximadamente. Dado que la Represa 3 se sitúa sobre en la carretera CM- 3.109 la elevación de la rasante debe construirse de manera que soporte la carga de tráfico existente. En la siguiente figura se muestra una sección transversal tipo en el punto donde la elevación de la rasante en dicha represa es máxima:

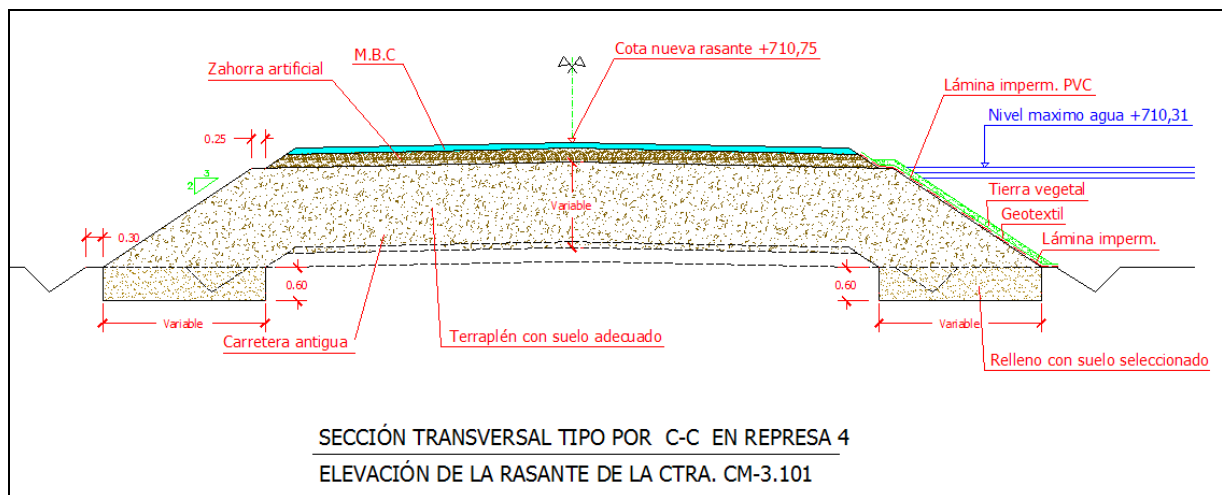
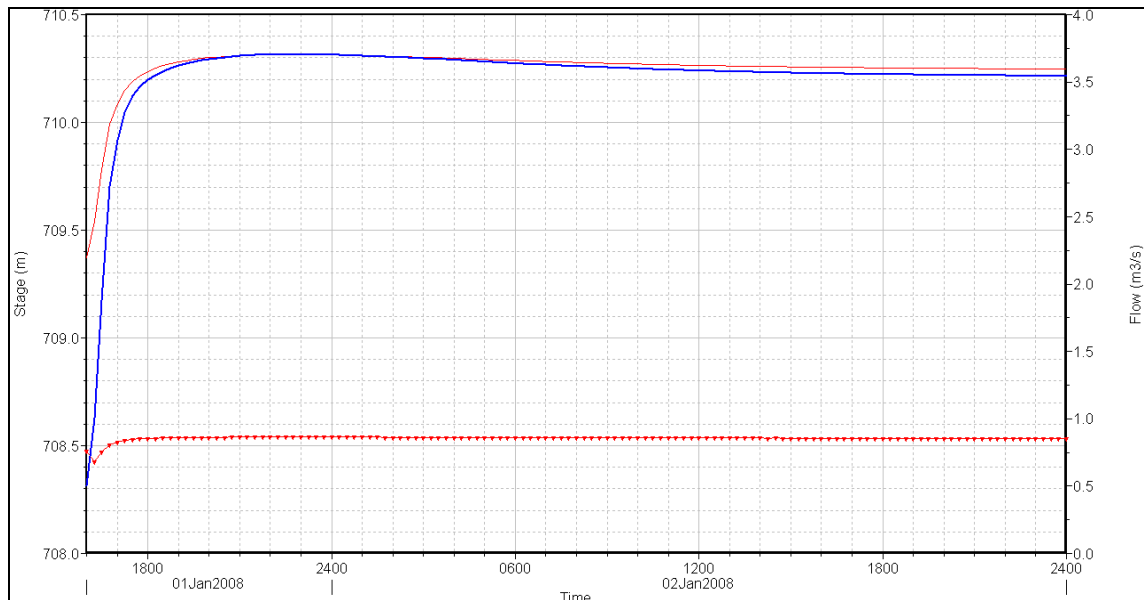


Figura 25: Sección transversal tipo en Represa 4



El hidrograma de la obra de drenaje que resulta de la simulación se muestra en la la figura siguiente:



4.4 Gráficos de Superficie inundada vs Tiempo

Con el fin de conocer las repercusiones que suponen los represamientos en los terrenos situados aguas arriba de los mismos se muestran a continuación los gráficos que relacionan la superficie inundada y el tiempo que permanece inundada:

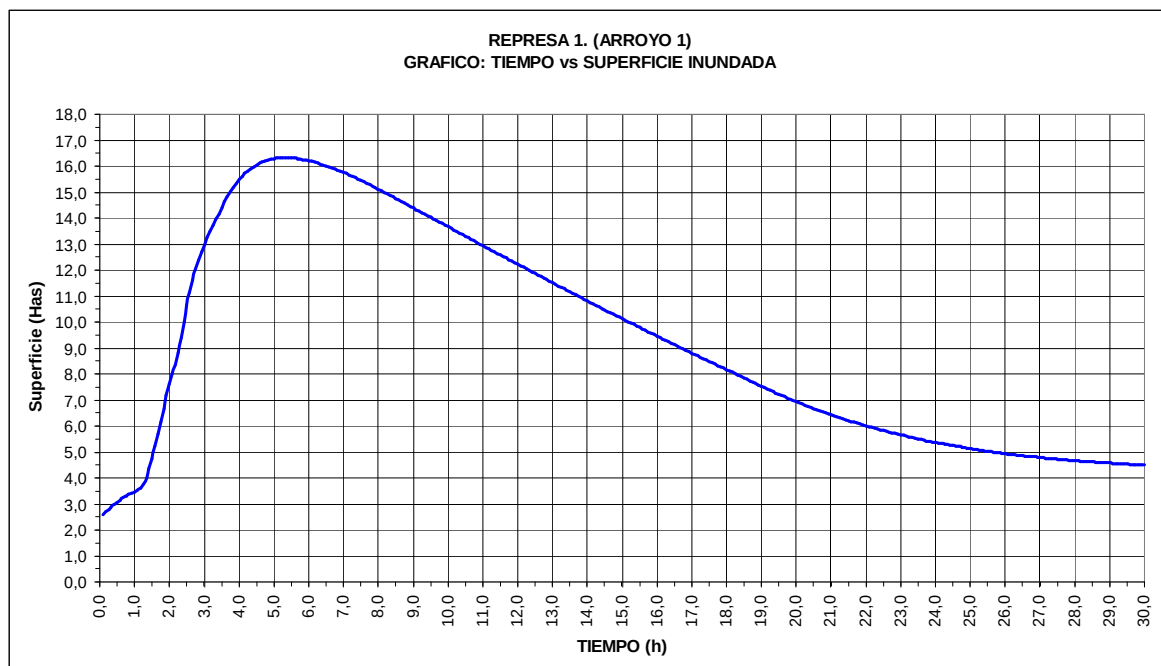


Figura 26: Gráfico de Superficie inundada-Tiempo en Represa 1

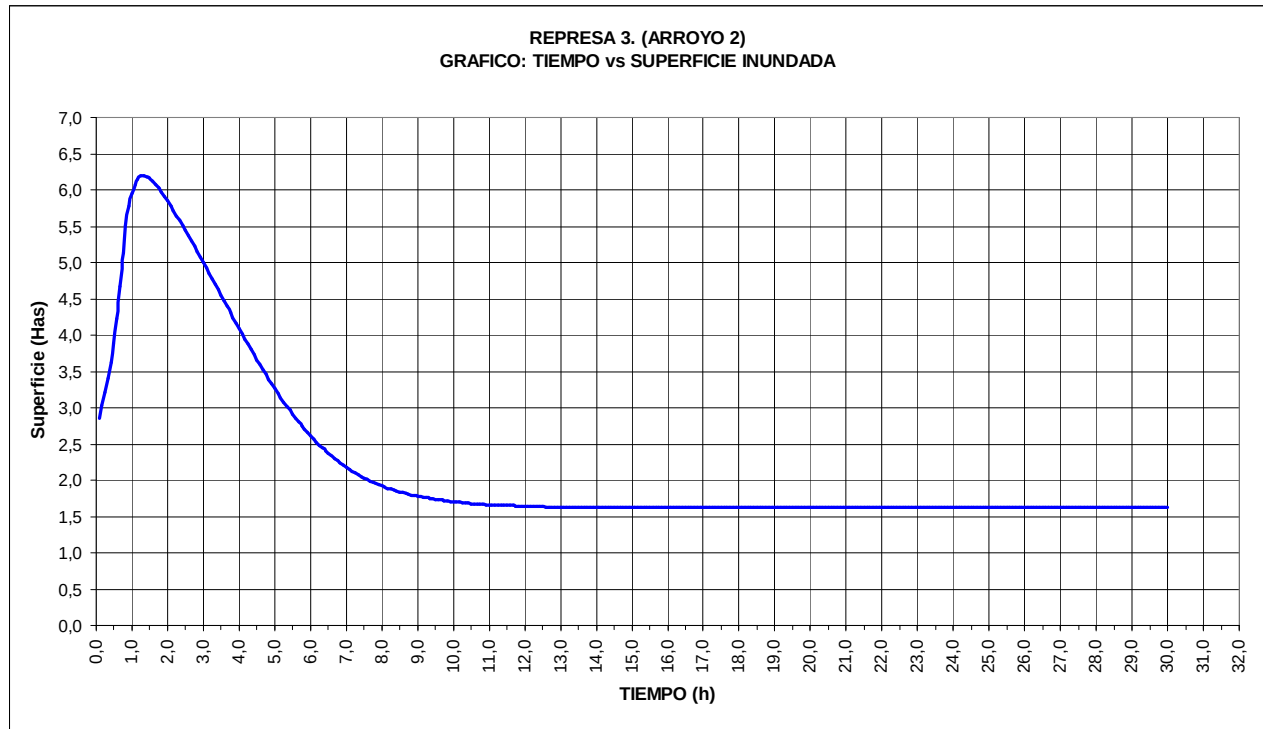


Figura 27: Gráfico de Superficie inundada-Tiempo en Represa 3

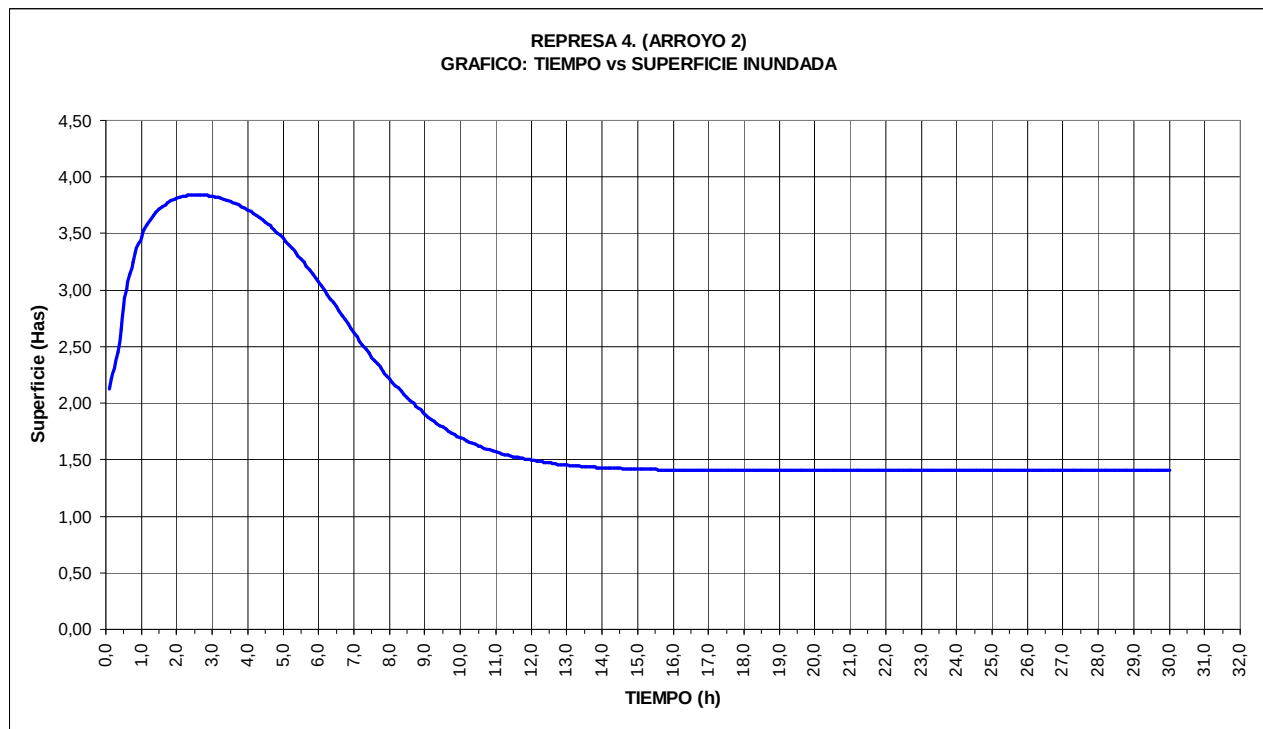


Figura 28: Gráfico de Superficie inundada-Tiempo en Represa 4

4.5 Mancha de inundación

En la siguiente composición se muestra la mancha de inundación en los represamientos proyectados correspondiente al nivel máximo de la lámina de agua.

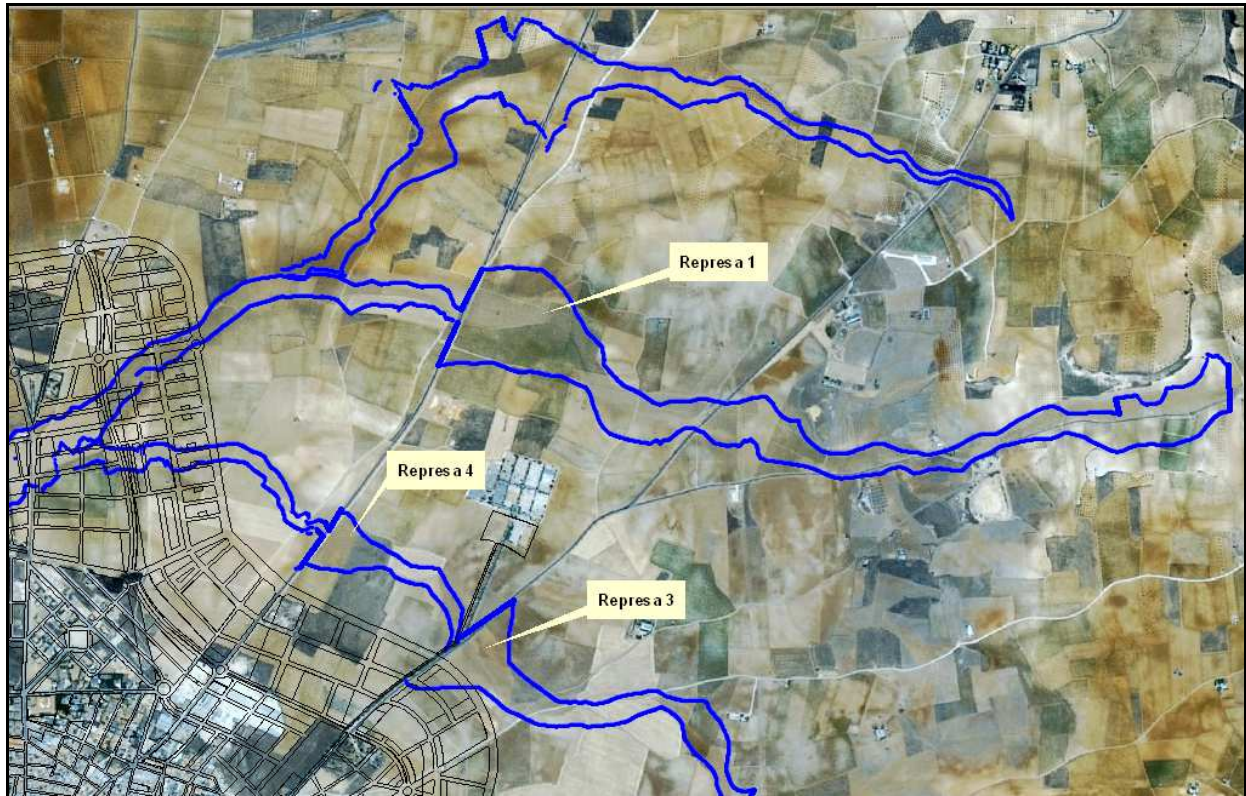


Figura 29: Mancha de inundación de los represamientos proyectados (HEC-GeoRAS)

Se puede comprobar que los represamientos proyectados no anegan viviendas, servicios urbanos ni infraestructuras importantes. También se aprecia que la mancha de inundación de la Represa 3 invade la nueva trama urbana propuesta por el vigente Plan de Ordenación Municipal de Valdepeñas, sin embargo dado que la profundidad en esta zona se sitúa entre 0,75 m y 1 m (ver Figura 30) la propia elevación de la rasante necesaria para construir los viales evitaría su anegado.

La carretera CM- 3.109 es la principal vía de comunicación en esta zona quedando libre su trazado en todo momento ya que las represas 1 y 4 se han proyectado con un resguardo de 40 y 44 cm. respectivamente.

En cuanto a los daños ocasionados a los cultivos por los represamientos proyectados deben ser objeto de valoración teniendo en cuenta el tipo de cultivo, la profundidad de la lámina de agua y el tiempo de permanencia de la superficie inundada.

4.6 Mapa de profundidades

A continuación se muestra el mapa de profundidades con el nivel máximo de la lámina de agua y la leyenda correspondiente en metros:

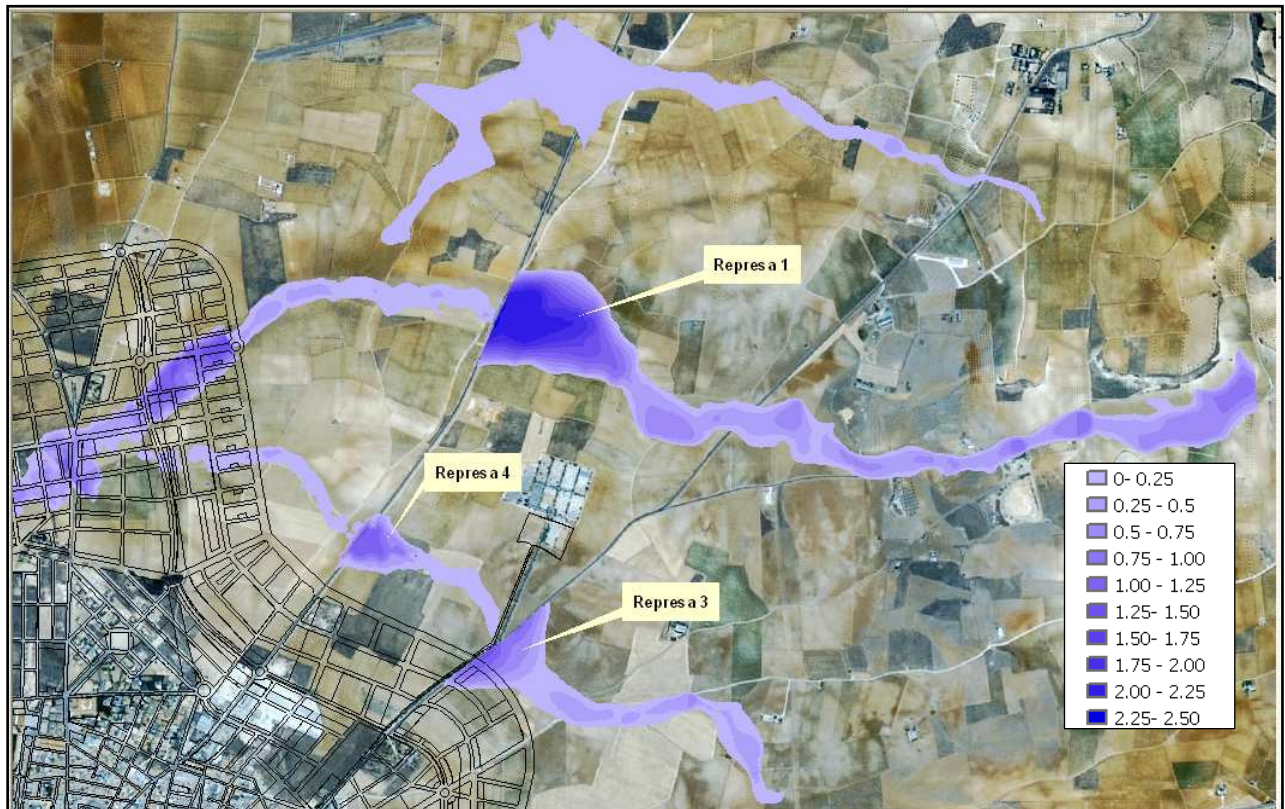


Figura 30: Mapa de profundidades de los represamientos proyectados (HEC-GeoRAS)

Se puede observar que sólo se alcanzan profundidades superiores a 50 cm en los represamientos dándose la máxima profundidad (2,39 m) en el pie de la Represa 1.

5. Obras de Captación

5.1 Cálculo

Para recoger y canalizar la escorrentía resultante de los represamientos dispuestos en los arroyos 1 y 2 es preciso disponer en la cabecera de dichos arroyos un elemento transversal al cauce capaz de evacuar el caudal máximo resultante. En los apartados 3.1 y 3.2 de este anexo se dan los valores de caudal máximo y altura del nivel máximo de agua en las cabeceras de los arroyos 1 y 2. De acuerdo con estos valores se diseñará para cada arroyo una obra de captación consistente en una cuneta con orificios laterales para evacuar el agua que entre en la misma por la pared de aguas abajo. La solera de dichos orificios laterales a

Anexo 3



la cuneta debe quedar rebajada sobre el nivel del perfil de terreno a una profundidad igual al calado producido en la cabecera del arroyo mas el radio del orificio. De esta forma se asegura que el caudal máximo es evacuado mediante el flujo en orificio.

Dado que la carga hidráulica es conocida queda por determinar el nº de orificios a disponer a lo largo de la cuneta. Partiendo de la fórmula del caudal en un orificio:

$$Q = C_d A \sqrt{2gh}$$

Donde :

Q : caudal en m^3/s

C_d : coeficiente de descarga del orificio

A : área del orificio

h : carga hidráulica en el centro del orificio

Considerando $C_d = 0.8$ y el diámetro de los orificios de 30 cm se obtienen los siguientes resultados en las cabeceras de los arroyos 1 y 2:

Cabecera de Arroyo 1

$$Q_{max} = 7.6 m^3/s$$

$$h = 1.50 + 0.30/2 = 1.65 m$$

$$A = 1.67 m^2$$

$$n^{\circ} \text{ orificios} = 24$$

Cabecera de Arroyo 2

$$Q_{max} = 3.71 m^3/s$$

$$h = 1.00 + 0.30/2 = 1.15 m$$

$$A = 0.98 m^2$$

$$n^{\circ} \text{ orificios} = 14$$

Como medida de seguridad en previsión de la obstrucción de los orificios se ha dispuesto en la parte superior de cada obra de captación un aliviadero que permita evacuar el caudal máximo.

Para dimensionar la longitud efectiva del aliviadero se ha utilizado la fórmula:

$$Q = C_w L H^{3/2}$$

Donde

Q_x , es el caudal a evacuar en la obra de captación

C_w , es el coeficiente de descarga que se ha tomado igual a 1,6



L , es la longitud de vertido

H , es la altura de agua por encima del borde del vertedero

Considerando orificios de aliviadero con dimensiones de 100 cm de longitud y 40 cm de altura y dejando un resguardo del 50% de la altura del orificio, la longitud teórica de vertido resulta:

$$L = \frac{Q}{1.6(0.20)^{1.5}} \quad \text{dando los siguientes resultados:}$$

$$\text{Obra de captación en cabecera de arroyo 1 : } L_1 = \frac{7.6}{1.6(0.20)^{1.5}} = 53,1m$$

$$\text{Obra de captación en cabecera de arroyo 1 : } L_2 = \frac{3.71}{1.6(0.20)^{1.5}} = 25,9m$$

Además hay que tener en cuenta que los pilares entre los orificios de los aliviaderos perturban el flujo en una cantidad igual a $0.1H$ (pilares con esquinas redondeadas) a cada lado del pilar.

Teniendo en cuenta este efecto, el nº de orificios de aliviadero a disponer en cada obra de captación son:

- Obra de captación en cabecera de arroyo 1 : 56 orificios de 100 cm de longitud y 40 cm de altura
- Obra de captación en cabecera de arroyo 1 : 28 orificios de 100 cm de longitud y 40 cm de altura

De acuerdo con los cálculos realizados anteriormente las dimensiones resultantes de las obras de captación se recogen en los planos de proyecto correspondientes. Como complemento a la obra de captación en cada arroyo se dispondrá a cada lado de la misma un muro de hormigón armado hasta la cota de coronación de la obra de captación reflejado igualmente en los planos de proyecto.

La unión entre la obra de captación en la cabecera del arroyo 2 y el marco secundario 2 se realiza mediante un marco de dimensiones 2x2 m con una pendiente del 0.45% de 87.83 m de longitud.

5.2 Secciones tipo

A continuación se muestran las secciones transversales tipo de las obras de captación proyectadas. Las secciones longitudinales se recogen en los planos de proyecto.

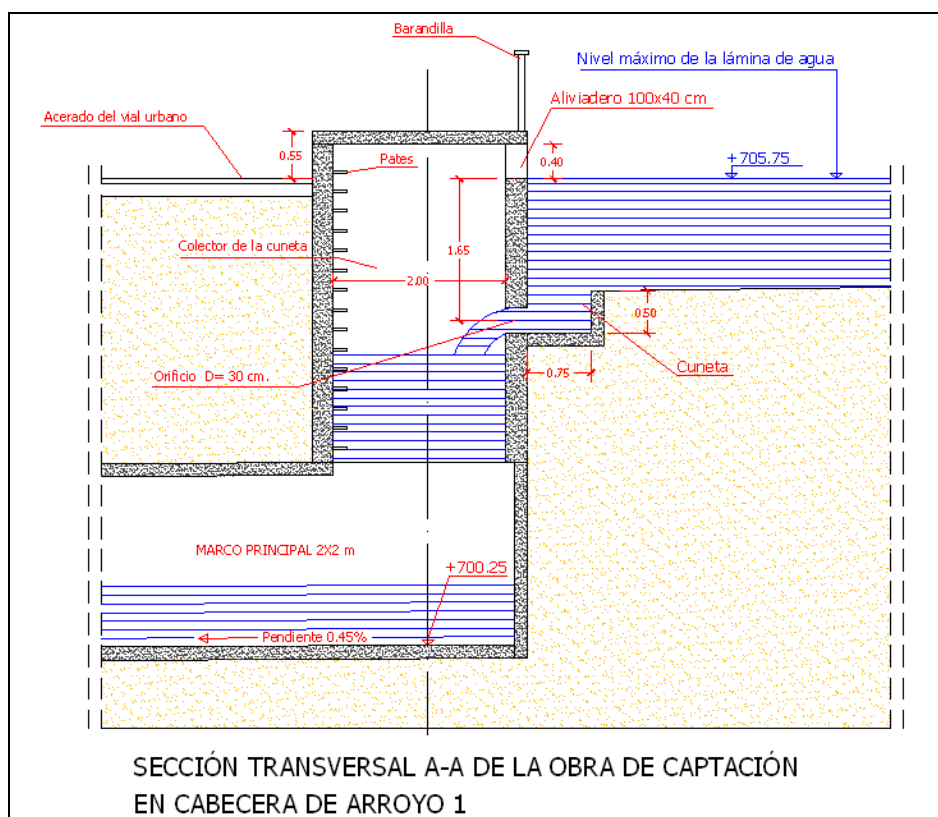


Figura 31: Sección transversal en la obra de captación en cabecera de arroyo 1

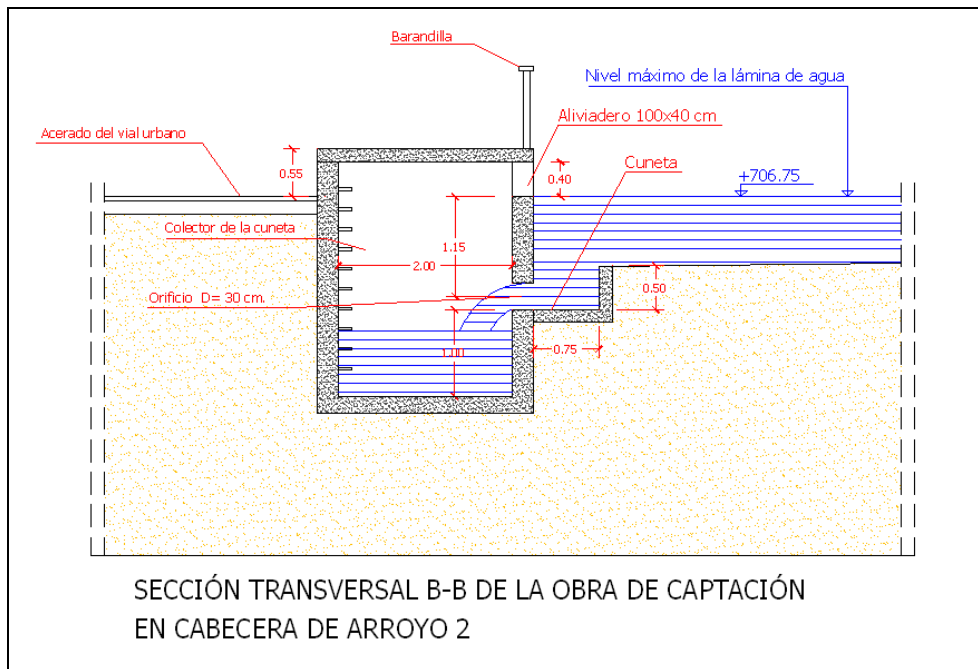


Figura 32: Sección transversal en la obra de captación en cabecera de arroyo 1



6. Resultados de los cálculos hidráulicos en secciones

A continuación se incluyen los resultados arrojados por el programa HEC-RAS de la simulación hidráulica en los arroyos 1 y 2 con las actuaciones propuestas:

6.1 Cálculos hidráulicos en Arroyo 1

Tabla 1: Resultados de los cálculos hidráulicos en Arroyo 1 (HEC-RAS)

Arroyo	Sección	Perfil	Q Total (m3/s)	Min.Ch. El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude Chanel
arroyo1	6887		24.04	732.98	733.65		733.65	0.000846	0.37	65.57	153.47	0.18
arroyo1	6860	Max WS		732.91	733.64		733.64	0.000257	0.26	96.96	195.07	0.1
arroyo1	6832	Max WS	23.72	732.91	733.63		733.63	0.000248	0.26	98.64	208.52	0.1
arroyo1	6803	Max WS	23.63	732.91	733.62		733.63	0.000379	0.31	78.59	153.02	0.13
arroyo1	6771	Max WS	23.59	732.91	733.61		733.61	0.00053	0.32	72.77	144.22	0.15
arroyo1	6737	Max WS	23.46	732.91	733.6		733.6	0.000337	0.29	82.93	159.22	0.12
arroyo1	6713	Max WS	23.53	732.91	733.59		733.59	0.000231	0.24	99.95	185.36	0.1
arroyo1	6686	Max WS	23.64	732.91	733.59		733.59	0.000249	0.24	101.56	203.65	0.1
arroyo1	6659	Max WS	23.78	732.91	733.58		733.58	0.000349	0.29	85.06	178.72	0.12
arroyo1	6635	Max WS	23.93	732.91	733.57		733.57	0.000381	0.31	80.12	155.74	0.13
arroyo1	6614	Max WS	23.95	732.91	733.56		733.57	0.0004	0.31	78.97	155.5	0.13
arroyo1	6594	Max WS	24.05	732.91	733.55		733.56	0.000456	0.33	75.49	153.6	0.14
arroyo1	6571	Max WS	24.19	732.91	733.54		733.55	0.000558	0.36	69.75	147.06	0.15
arroyo1	6544	Max WS	24.33	732.91	733.52		733.53	0.000753	0.41	62.42	159.06	0.18
arroyo1	6524	Max WS	24.35	732.91	733.5		733.51	0.001121	0.46	54.58	158.07	0.21
arroyo1	6500	Max WS	24.36	732.91	733.46		733.48	0.001824	0.55	46.36	146.19	0.26
arroyo1	6472	Max WS	24.38	732.85	733.41		733.43	0.002381	0.59	42.99	122.89	0.3
arroyo1	6451	Max WS	24.42	732.81	733.37		733.39	0.001846	0.54	47.03	129	0.26
arroyo1	6429	Max WS	24.45	732.81	733.34		733.35	0.001645	0.51	49.66	135.4	0.25
arroyo1	6403	Max WS	24.48	732.81	733.29		733.31	0.002732	0.59	42.68	130.32	0.31
arroyo1	6372	Max WS	24.53	732.81	733.18		733.21	0.006535	0.8	31.24	116.33	0.47
arroyo1	6343	Max WS	24.58	732.65	732.98		733.04	0.013106	1.04	24.09	103.28	0.65
arroyo1	6325	Max WS	24.6	732.43	732.75		732.82	0.018659	1.18	21.02	93.79	0.77
arroyo1	6306	Max WS	24.63	732.09	732.42		732.51	0.026053	1.34	18.46	83.96	0.89
arroyo1	6285	Max WS	24.67	731.62	731.95	731.94	732.05	0.030733	1.43	17.22	77.23	0.97
arroyo1	6264	Max WS	24.7	731.06	731.39	731.4	731.51	0.035621	1.54	16.07	72.44	1.04
arroyo1	6241	Max WS	24.74	730.35	730.69	730.7	730.82	0.037896	1.61	15.38	67.78	1.08
arroyo1	6218	Max WS	24.7	729.64	730.36		730.38	0.001792	0.58	42.76	89.26	0.27
arroyo1	6184	Max WS	24.72	729.64	730.34		730.35	0.000518	0.37	67.91	115.85	0.15
arroyo1	6154	Max WS	24.75	729.64	730.33		730.33	0.000691	0.41	61.16	109.09	0.17
arroyo1	6133	Max WS	24.78	729.64	730.3		730.32	0.00111	0.49	50.73	97.76	0.21
arroyo1	6108	Max WS	24.81	729.64	730.26		730.28	0.002562	0.66	37.85	85.6	0.31
arroyo1	6086	Max WS	24.84	729.64	730.14		730.19	0.00835	0.98	25.42	76.18	0.54
arroyo1	6060	Max WS	24.87	729.49	729.89		729.99	0.0223	1.37	18.17	68.56	0.85
arroyo1	6032	Max WS	24.93	729.03	729.39	729.41	729.54	0.038423	1.72	14.53	60.25	1.1
arroyo1	6007	Max WS	24.98	728.32	728.68	728.73	728.89	0.052865	2.03	12.36	51.47	1.29
arroyo1	5978	Max WS	25.04	727.15	727.58	727.61	727.78	0.040035	1.97	12.77	45.54	1.16
arroyo1	5954	Max WS	25.08	726.52	727.27		727.3	0.001888	0.69	36.43	62.82	0.28
arroyo1	5938	Max WS	25.11	726.52	727.26		727.27	0.001371	0.6	42.1	71.83	0.24
arroyo1	5918	Max WS	25.15	726.52	727.22		727.25	0.00178	0.65	39.05	73.26	0.27
arroyo1	5900	Max WS	25.18	726.52	727.18		727.21	0.00315	0.76	33.03	72.15	0.35
arroyo1	5880	Max WS	25.22	726.52	727.07		727.12	0.006841	1.02	25.28	69.49	0.51

Anexo 3



Diagnóstico, Análisis de Alternativas y Definición de Medidas de Actuación para Reducir el Riesgo de Inundación en el Municipio de Valdepeñas (Ciudad Real)

Arroyo	Sección	Perfil	Q Total (m3/s)	Min.Ch. El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude Chanel
arroyo1	5861	Max WS	25.25	726.46	726.91		726.99	0.013943	1.24	20.59	68.75	0.69
arroyo1	5841	Max WS	25.29	726.3	726.69		726.77	0.02005	1.31	19.37	75.04	0.81
arroyo1	5820	Max WS	25.33	726.04	726.4		726.48	0.021186	1.27	19.97	84.14	0.82
arroyo1	5800	Max WS	25.36	725.68	726.04	726.03	726.15	0.029137	1.45	17.51	74.66	0.95
arroyo1	5776	Max WS	25.41	725.15	725.52	725.53	725.66	0.035552	1.67	15.24	62.37	1.06
arroyo1	5753	Max WS	25.45	724.52	724.89	724.92	725.07	0.043071	1.87	13.65	55.26	1.17
arroyo1	5727	Max WS	25.5	723.7	724.1	724.13	724.29	0.039876	1.91	13.42	50.17	1.15
arroyo1	5701	Max WS	25.55	722.98	723.46		723.56	0.01444	1.37	18.85	56.08	0.72
arroyo1	5680	Max WS	25.58	722.77	723.31		723.36	0.006449	0.95	26.87	70.46	0.49
arroyo1	5659	Max WS	25.62	722.74	723.12		723.21	0.020365	1.31	19.62	75.14	0.81
arroyo1	5637	Max WS	25.66	722.37	722.75	722.75	722.89	0.03025	1.66	15.65	61.76	1
arroyo1	5611	Max WS	25.71	721.71	722.21		722.32	0.017411	1.45	17.97	56.67	0.78
arroyo1	5583	Max WS	25.77	721.35	721.86		721.93	0.010805	1.15	22.6	70.2	0.62
arroyo1	5553	Max WS	25.82	721.14	721.62		721.66	0.006122	0.87	30.13	95.49	0.47
arroyo1	5534	Max WS	25.86	721.07	721.5		721.54	0.007037	0.87	30.11	104.54	0.49
arroyo1	5510	Max WS	25.9	720.91	721.31		721.36	0.00996	0.96	27.15	102.89	0.57
arroyo1	5484	Max WS	25.95	720.63	721.04		721.1	0.011649	1.07	24.73	93.47	0.63
arroyo1	5461	Max WS	25.99	720.34	720.78		720.83	0.010258	1.04	25.27	89.36	0.59
arroyo1	5436	Max WS	26.03	720.08	720.54		720.59	0.009311	1.01	25.96	86.22	0.57
arroyo1	5416	Max WS	26.06	719.9	720.37		720.42	0.008457	1.01	26.26	85.44	0.55
arroyo1	5392	Max WS	26.1	719.67	720.17		720.22	0.007944	0.99	26.75	83.85	0.53
arroyo1	5363	Max WS	26.14	719.44	719.95		720	0.008199	1.03	25.76	78.27	0.54
arroyo1	5340	Max WS	26.18	719.23	719.77		719.83	0.007997	1.04	25.42	72.2	0.54
arroyo1	5311	Max WS	26.22	718.93	719.53		719.6	0.010518	1.21	22.07	65.37	0.62
arroyo1	5278	Max WS	26.22	718.72	719.22		719.29	0.010021	1.13	23.56	72.57	0.6
arroyo1	5239	Max WS	26.23	718.46	718.87		718.93	0.013005	1.08	24.49	92.8	0.65
arroyo1	5197	Max WS	26.24	718.15	718.45		718.5	0.018054	1.08	24.93	131.02	0.74
arroyo1	5175	Max WS	26.24	717.93	718.14		718.2	0.030308	1.09	24.09	161.24	0.9
arroyo1	5155	Max WS	26.24	717.69	717.88		717.94	0.030047	1.08	24.23	162.46	0.9
arroyo1	5133	Max WS	26.24	717.34	717.65		717.68	0.010706	0.79	33.41	167.34	0.56
arroyo1	5110	Max WS	26.24	717.12	717.42		717.46	0.010161	0.8	32.81	153.75	0.55
arroyo1	5089	Max WS	26.24	716.88	717.21		717.25	0.01011	0.83	31.62	139.67	0.56
arroyo1	5065	Max WS	26.17	716.57	717.1		717.11	0.002185	0.51	50.87	145.93	0.28
arroyo1	5036	Max WS	26.15	716.49	717.07		717.08	0.000723	0.36	73.15	158.03	0.17
arroyo1	5005	Max WS	26.13	716.49	717.03		717.04	0.001499	0.45	57.66	150.83	0.23
arroyo1	4960	Max WS	26.13	716.48	716.88		716.91	0.00677	0.73	35.88	142.7	0.46
arroyo1	4917	Max WS	26.13	716.22	716.57		716.6	0.010911	0.85	30.87	140.16	0.58
arroyo1	4877	Max WS	26.24	715.78	716.12		716.16	0.01412	0.92	28.42	137.44	0.65
arroyo1	4836	Max WS	26.37	715.16	715.56		715.61	0.013827	1	26.37	111.4	0.66
arroyo1	4806	Max WS	26.45	714.74	715.15		715.21	0.014479	1.06	25.01	100.52	0.68
arroyo1	4778	Max WS	26.53	714.32	714.74		714.8	0.013443	1.07	24.71	92.24	0.66
arroyo1	4742	Max WS	26.64	713.86	714.32		714.36	0.008604	0.87	30.76	112.93	0.53
arroyo1	4709	Max WS	26.74	713.68	714.03		714.07	0.011085	0.88	30.41	132.05	0.58
arroyo1	4666	Max WS	26.72	713.23	713.7		713.72	0.003423	0.65	42.6	136.79	0.35
arroyo1	4636	Max WS	26.62	713.04	713.62		713.63	0.001536	0.46	57.58	148.83	0.24
arroyo1	4605	Max WS	26.61	712.98	713.58		713.59	0.001082	0.41	65.6	158.66	0.2
arroyo1	4569	Max WS	26.62	712.98	713.55		713.56	0.00105	0.4	67.27	165.18	0.2
arroyo1	4528	Max WS	26.6	712.98	713.51		713.52	0.001019	0.39	69.07	172.72	0.19
arroyo1	4494	Max WS	26.6	712.98	713.48		713.49	0.001128	0.4	67.09	173.24	0.2
arroyo1	4461	Max WS	26.62	712.98	713.43		713.44	0.002516	0.53	50.67	156.58	0.29
arroyo1	4430	Max WS	26.64	712.91	713.32		713.34	0.005946	0.73	36.44	130.71	0.44
arroyo1	4400	Max WS	26.67	712.78	713.1		713.15	0.015469	1.03	25.94	114.35	0.69
arroyo1	4372	Max WS	26.7	712.33	712.7		712.77	0.018604	1.14	23.45	101.89	0.76

Anexo 3



Diagnóstico, Análisis de Alternativas y Definición de Medidas de Actuación para Reducir el Riesgo de Inundación en el Municipio de Valdepeñas (Ciudad Real)

Arroyo	Sección	Perfil	Q Total (m3/s)	Min.Ch. El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude Chanel
arroyo1	4331	Max WS	6.18	711.76	712.2		712.2	0.000611	0.23	27.21	102.32	0.14
arroyo1	4293	Max WS	6.11	711.39	712.2		712.2	0.000027	0.08	77.37	147.78	0.03
arroyo1	4251	Max WS	6.09	711.3	712.2		712.2	0.000015	0.07	93.96	162.77	0.03
arroyo1	4219	Max WS	6.1	711.19	712.2		712.2	0.000007	0.05	124.02	187.94	0.02
arroyo1	4190	Max WS	6.08	711.08	712.2		712.2	0.000003	0.04	164.95	217.97	0.01
arroyo1	4167	Max WS	6.06	711.01	712.2		712.2	0.000002	0.03	196.15	233.54	0.01
arroyo1	4133	Max WS	6.04	710.76	712.2		712.2	0.000001	0.02	269.81	274.78	0.01
arroyo1	4094	Max WS	6.02	710.48	712.2		712.2	0	0.02	342.87	318.11	0.01
arroyo1	4047	Max WS	6.07	710.36	712.2		712.2	0	0.02	390.01	345.29	0
arroyo1	4004	Max WS	6.06	710.3	712.2		712.2	0	0.01	427.83	354.01	0
arroyo1	3964	Max WS	6.07	710.19	712.2		712.2	0	0.01	460.43	346.6	0
arroyo1	3930	Max WS	6.05	710.15	712.2		712.2	0	0.01	517.16	348.45	0
arroyo1	3891	Max WS	6.06	710.15	712.2		712.2	0	0.01	560.85	356.01	0
arroyo1	3854	Max WS	6.06	710.15	712.2		712.2	0	0.01	548.81	353.05	0
arroyo1	3795	Max WS	6.05	709.94	712.2		712.2	0	0.01	550.57	365.81	0
arroyo1	3790		Culvert									
arroyo1	3775	Max WS	6.05	709.37	709.58	709.6	709.64	0.049378	1.17	5.19	45.28	1.1
arroyo1	3742	Max WS	6.05	708.83	709.12		709.14	0.008649	0.6	10.1	64.81	0.48
arroyo1	3712	Max WS	6.05	708.79	708.9	708.91	708.95	0.075964	1.04	5.83	83.74	1.25
arroyo1	3681	Max WS	6.05	708.58	708.74		708.77	0.023618	0.76	7.98	76.37	0.75
arroyo1	3644	Max WS	6.05	708.4	708.58		708.61	0.0206	0.75	8.03	69.98	0.71
arroyo1	3615	Max WS	6.05	708.27	708.42	708.41	708.47	0.040802	0.95	6.38	65.61	0.97
arroyo1	3586	Max WS	6.06	708.08	708.24	708.25	708.29	0.042406	0.98	6.2	62.95	0.99
arroyo1	3547	Max WS	6.06	707.74	708.03		708.04	0.00456	0.47	12.85	73.08	0.36
arroyo1	3510	Max WS	6.06	707.63	707.86		707.87	0.008214	0.54	11.26	81.62	0.46
arroyo1	3471	Max WS	6.06	707.55	707.69	707.7	707.74	0.048925	0.97	6.26	71.64	1.05
arroyo1	3430	Max WS	6.06	707.28	707.48		707.5	0.020257	0.68	8.87	88.44	0.69
arroyo1	3374	Max WS	6.06	707.13	707.25	707.25	707.3	0.076105	0.96	6.32	102.11	1.23
arroyo1	3341	Max WS	6.06	706.96	707.11		707.14	0.036388	0.84	7.24	82.44	0.9
arroyo1	3315	Max WS	6.06	706.75	707		707.02	0.006056	0.5	12.24	79.78	0.4
arroyo1	3291	Max WS	6.37	706.66	706.93		706.94	0.003892	0.42	15.1	90.04	0.33
arroyo1	3263	Max WS	8.32	706.6	706.84		706.86	0.008586	0.58	14.22	93.98	0.48
arroyo1	3248	Max WS	8.59	706.53	706.77		706.79	0.008434	0.59	14.61	94.45	0.48
arroyo1	3213	Max WS	10.18	706.36	706.6		706.62	0.012751	0.72	14.11	91.4	0.59
arroyo1	3188	Max WS	8.03	706.18	706.39		706.43	0.017247	0.8	10.03	69.68	0.67
arroyo1	3133	Max WS	7.6	705.71	706.26		706.26	0.000332	0.23	33.7	83.5	0.11
arroyo1	3104	Max WS	7.6	705.54	706.26		706.26	0.000092	0.15	54.26	114.35	0.06
arroyo1	3072	Max WS	7.6	705.43	706.26		706.26	0.000045	0.12	70.47	129.35	0.04
arroyo1	3038	Max WS	7.6	705.39	706.25		706.25	0.000024	0.09	88.63	145.79	0.03
arroyo1	3007	Max WS	7.6	705.22	706.25		706.25	0.000014	0.08	108.37	160.95	0.03
arroyo1	2975	Max WS	7.6	705.16	706.25		706.25	0.000009	0.06	132.32	189.92	0.02
arroyo1	2940	Max WS	7.6	704.91	706.25		706.25	0.000004	0.05	171.1	209.49	0.01
arroyo1	2912	Max WS	7.61	704.73	706.25		706.25	0.000003	0.04	193.81	214.9	0.01
arroyo1	2876	Max WS	7.61	704.73	706.25		706.25	0.000003	0.04	197.3	212.58	0.01
arroyo1	2862.28	Max WS	7.6	704.72	706.25	704.89	706.25	0.000003	0.04	198.95	211.45	0.01
arroyo1	2860		Inl Stru.									
arroyo1	1050	Max WS	7.6	703.5	704.72		704.8	0.000454	1.24	6.11	5	0.36
arroyo1	970	Max WS	7.6	703.4	704.47		704.58	0.005951	1.42	5.37	5	0.44
arroyo1	90.0832	Max WS	7.6	698.51	699.17		699.44	0.002809	2.3	3.31	5	0.9



6.2 Cálculos hidráulicos en Arroyo 2

Tabla 2: Resultados de los cálculos hidráulicos en Arroyo 2 (HEC-RAS)

Arroyo	Sección	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude .Chl
arroyo2	3211	Max WS	6.61	727.11	727.18	727.27	727.78	1.420056	3.44	1.92	41.16	5.07
arroyo2	3195	Max WS	6.59	726.49	726.56	726.65	727.14	1.344632	3.38	1.95	40.92	4.95
arroyo2	3180	Max WS	6.74	725.86	725.93	726.02	726.55	1.51955	3.48	1.94	42.7	5.22
arroyo2	3166	Max WS	6.89	725.33	725.39	725.47	725.96	1.423245	3.33	2.07	46.33	5.04
arroyo2	3156	Max WS	6.99	724.98	725.05	725.14	725.54	1.24206	3.11	2.25	50.43	4.71
arroyo2	3142	Max WS	7.19	724.55	724.65	724.71	724.86	0.328718	2.07	3.48	53.23	2.58
arroyo2	3127	Max WS	7.27	724.17	724.3	724.34	724.44	0.149612	1.68	4.33	50.06	1.82
arroyo2	3111	Max WS	7.42	723.83	724	724.02	724.09	0.069957	1.37	5.41	48.06	1.3
arroyo2	3096	Max WS	7.55	723.51	723.75		723.81	0.027224	1.05	7.2	47.06	0.86
arroyo2	3090	Max WS	7.61	723.38	723.65		723.7	0.019535	0.97	7.84	44.89	0.74
arroyo2	3074	Max WS	7.74	723.03	723.49		723.51	0.004472	0.63	12.2	43.78	0.38
arroyo2	3058	Max WS	7.86	723	723.44		723.45	0.002731	0.53	14.82	47.94	0.3
arroyo2	3047	Max WS	7.95	723	723.41		723.42	0.002936	0.52	15.32	54.13	0.31
arroyo2	3037	Max WS	8.03	723	723.38		723.39	0.00344	0.52	15.51	61.9	0.33
arroyo2	3026	Max WS	8.11	723	723.34		723.36	0.003788	0.51	16.02	71.13	0.34
arroyo2	3014	Max WS	8.12	722.98	723.31		723.32	0.002769	0.43	18.8	83.86	0.29
arroyo2	3002	Max WS	8.2	722.93	723.29		723.3	0.001543	0.34	24.18	99.93	0.22
arroyo2	2994	Max WS	8.21	722.92	723.28		723.29	0.001194	0.3	27	108.44	0.19
arroyo2	2983	Max WS	8.28	722.92	723.27		723.27	0.000983	0.28	29.75	117.89	0.18
arroyo2	2972	Max WS	8.37	722.92	723.26		723.26	0.000998	0.28	30.34	123.09	0.18
arroyo2	2961	Max WS	8.45	722.92	723.25		723.25	0.001093	0.28	30	126.33	0.18
arroyo2	2953	Max WS	8.52	722.92	723.24		723.24	0.001205	0.29	29.42	127.84	0.19
arroyo2	2943	Max WS	8.59	722.92	723.22		723.23	0.001479	0.31	28	130.15	0.21
arroyo2	2930	Max WS	8.69	722.92	723.2		723.21	0.002004	0.33	25.97	133.05	0.24
arroyo2	2916	Max WS	8.79	722.91	723.17		723.17	0.002865	0.37	23.54	133.83	0.28
arroyo2	2904	Max WS	8.85	722.89	723.12		723.13	0.005559	0.46	19.23	131.3	0.38
arroyo2	2888	Max WS	8.96	722.85	723.07		723.08	0.007846	0.52	17.26	127.62	0.45
arroyo2	2874	Max WS	9.07	722.8	723.02		723.03	0.009363	0.57	16.03	118.79	0.49
arroyo2	2863	Max WS	9.14	722.76	722.97		722.99	0.010334	0.59	15.38	113.97	0.52
arroyo2	2851	Max WS	9.22	722.7	722.92		722.94	0.011246	0.62	14.89	110.59	0.54
arroyo2	2839	Max WS	9.31	722.63	722.85		722.87	0.012131	0.64	14.61	110.01	0.56
arroyo2	2829	Max WS	9.38	722.57	722.8		722.82	0.011522	0.64	14.6	104.45	0.55
arroyo2	2818	Max WS	9.47	722.5	722.72		722.75	0.013979	0.73	13.05	89.97	0.61
arroyo2	2803	Max WS	9.58	722.39	722.6		722.64	0.023886	0.92	10.37	74.43	0.79
arroyo2	2786	Max WS	9.7	722.18	722.39	722.39	722.46	0.039705	1.17	8.27	60.57	1.01
arroyo2	2770	Max WS	9.82	721.87	722.08	722.1	722.18	0.054851	1.39	7.08	51.4	1.19
arroyo2	2755	Max WS	9.93	721.52	721.73	721.76	721.85	0.064968	1.52	6.51	46.66	1.3
arroyo2	2743	Max WS	10.02	721.17	721.37	721.42	721.52	0.08238	1.7	5.9	42.87	1.46
arroyo2	2726	Max WS	10.15	720.55	720.79	720.82	720.92	0.058792	1.58	6.44	40.67	1.26
arroyo2	2708	Max WS	10.27	719.91	720.28		720.33	0.013441	0.98	10.43	44.15	0.65
arroyo2	2688	Max WS	10.4	719.75	720.22		720.23	0.00122	0.41	25.32	65.76	0.21
arroyo2	2670	Max WS	10.52	719.75	720.2		720.21	0.001197	0.39	26.67	72.55	0.21
arroyo2	2652	Max WS	10.64	719.75	720.17		720.18	0.002365	0.49	21.78	71.64	0.28
arroyo2	2634	Max WS	10.76	719.74	720.1		720.12	0.005743	0.64	16.73	70.87	0.42
arroyo2	2614	Max WS	10.87	719.66	719.99		720.01	0.006767	0.66	16.43	75.4	0.45
arroyo2	2597	Max WS	10.96	719.57	719.88		719.9	0.007276	0.66	16.6	80.78	0.46
arroyo2	2578	Max WS	11.05	719.45	719.72		719.75	0.011386	0.75	14.74	82.83	0.57

Anexo 3



Diagnóstico, Análisis de Alternativas y Definición de Medidas de Actuación para Reducir el Riesgo de Inundación en el Municipio de Valdepeñas (Ciudad Real)

Arroyo	Sección	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude .Chl
arroyo2	2558	Max WS	11.16	719.3	719.54		719.58	0.016274	0.83	13.38	83.81	0.67
arroyo2	2536	Max WS	11.28	719.09	719.31		719.36	0.025479	0.97	11.63	81.25	0.82
arroyo2	2521	Max WS	11.36	718.92	719.13		719.19	0.031616	1.05	10.8	78.66	0.91
arroyo2	2503	Max WS	11.46	718.68	718.89	718.88	718.95	0.036013	1.12	10.23	74.71	0.97
arroyo2	2483	Max WS	11.57	718.37	718.6		718.65	0.027739	1.05	11.01	72.87	0.86
arroyo2	2463	Max WS	11.67	718.04	718.34		718.37	0.011709	0.8	14.61	76.32	0.58
arroyo2	2436	Max WS	11.81	717.68	718.05		718.08	0.009612	0.72	16.37	85.83	0.53
arroyo2	2425	Max WS	11.87	717.64	717.9		717.96	0.03045	1.02	11.58	85.2	0.89
arroyo2	2408	Max WS	11.95	717.46	717.62	717.64	717.72	0.080203	1.44	8.27	75.17	1.39
arroyo2	2390	Max WS	12.04	717.1	717.33		717.38	0.026687	1.05	11.5	74.25	0.85
arroyo2	2372	Max WS	12.13	716.82	717.1		717.14	0.014783	0.87	14.02	77.33	0.65
arroyo2	2346	Max WS	12.26	716.53	716.8		716.84	0.015297	0.86	14.3	82.01	0.66
arroyo2	2327	Max WS	12.35	716.34	716.6		716.63	0.014403	0.83	14.89	85.8	0.64
arroyo2	2313	Max WS	12.43	716.19	716.47		716.49	0.010429	0.74	16.77	89.91	0.55
arroyo2	2290	Max WS	12.53	715.98	716.29		716.31	0.006701	0.63	19.77	96.06	0.45
arroyo2	2277	Max WS	12.57	715.88	716.23		716.25	0.004193	0.54	23.18	100.13	0.36
arroyo2	2263	Max WS	12.63	715.79	716.19		716.21	0.002633	0.46	27.39	106.57	0.29
arroyo2	2240	Max WS	12.72	715.76	716.14		716.15	0.002869	0.47	27.26	111.12	0.3
arroyo2	2224	Max WS	12.79	715.74	716.09		716.1	0.003347	0.48	26.39	113.96	0.32
arroyo2	2197	Max WS	12.89	715.68	716		716.01	0.004473	0.52	24.81	120.07	0.36
arroyo2	2174	Max WS	12.98	715.61	715.88		715.9	0.007158	0.59	21.86	123.16	0.45
arroyo2	2150	Max WS	13.07	715.51	715.74		715.76	0.011822	0.69	19.05	125.88	0.56
arroyo2	2124	Max WS	13.18	715.38	715.58		715.61	0.018035	0.79	16.72	123.13	0.68
arroyo2	2100	Max WS	13.28	715.22	715.41		715.45	0.023081	0.85	15.58	122.8	0.76
arroyo2	2076	Max WS	13.38	715.05	715.23		715.27	0.025394	0.87	15.33	125.36	0.8
arroyo2	2052	Max WS	3.73	714.89	715.09		715.09	0.001213	0.2	18.42	137.7	0.18
arroyo2	2030	Max WS	3.73	714.75	715.09		715.09	0.000097	0.09	43.37	187.66	0.06
arroyo2	2008	Max WS	3.73	714.62	715.08		715.09	0.000023	0.05	74.53	231.2	0.03
arroyo2	1987	Max WS	3.72	714.5	715.08		715.08	0.000007	0.03	114.76	276.25	0.02
arroyo2	1966	Max WS	3.73	714.37	715.08		715.08	0.000003	0.02	163.66	322.03	0.01
arroyo2	1943	Max WS	3.74	714.2	715.08		715.08	0.000001	0.02	232.48	377.77	0.01
arroyo2	1917	Max WS	3.75	713.98	715.08		715.08	0	0.01	328.22	439.5	0
arroyo2	1889	Max WS	3.74	713.74	715.08		715.08	0	0.01	453.18	492.79	0
arroyo2	1877.33	Max WS	3.73	713.66	715.08		715.08	0	0.01	473.62	491.75	0
arroyo2	1875		Culvert									
arroyo2	1865.66	Max WS	3.73	713.57	713.67	713.67	713.72	0.093392	1.04	3.6	60.46	1.35
arroyo2	1854	Max WS	2.46	713.49	713.54	713.59	713.81	1.111373	2.29	1.07	35.15	4.18
arroyo2	1819	Max WS	3.73	712.78	713		713.03	0.018868	0.8	4.68	35.13	0.7
arroyo2	1790	Max WS	3.73	712.66	712.75	712.78	712.84	0.166764	1.34	2.78	48.98	1.8
arroyo2	1762	Max WS	3.74	712.47	712.54	712.58	712.64	0.240603	1.4	2.67	57.89	2.08
arroyo2	1745	Max WS	3.76	712.35	712.42	712.45	712.52	0.231503	1.41	2.68	56.11	2.06
arroyo2	1731	Max WS	3.77	712.24	712.32	712.35	712.41	0.184865	1.32	2.86	55.93	1.86
arroyo2	1716	Max WS	3.81	712.13	712.22	712.24	712.29	0.13341	1.2	3.17	55.57	1.61
arroyo2	1697	Max WS	3.87	711.99	712.09	712.12	712.15	0.091188	1.07	3.63	57.24	1.35
arroyo2	1677	Max WS	3.96	711.88	711.98	711.99	712.03	0.082557	1.03	3.86	59.88	1.29
arroyo2	1658	Max WS	4.05	711.77	711.87	711.88	711.92	0.0826	1.02	3.96	62.01	1.29
arroyo2	1640	Max WS	4.13	711.68	711.76	711.79	711.84	0.135352	1.19	3.49	63.14	1.61
arroyo2	1622	Max WS	4.22	711.56	711.65	711.67	711.71	0.122579	1.14	3.71	66.36	1.54
arroyo2	1600	Max WS	4.33	711.43	711.54		711.57	0.030326	0.7	6.17	79.88	0.81
arroyo2	1576	Max WS	4.45	711.34	711.46		711.49	0.031379	0.72	6.14	77.94	0.82
arroyo2	1549	Max WS	4.57	711.23	711.34	711.35	711.39	0.053612	0.93	4.94	64.67	1.07
arroyo2	1517	Max WS	4.53	711.05	711.17	711.17	711.22	0.057434	0.97	4.65	59.4	1.11



Diagnóstico, Análisis de Alternativas y Definición de Medidas de Actuación para Reducir el Riesgo de Inundación en el Municipio de Valdepeñas (Ciudad Real)

Arroyo	Sección	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude .Chl
arroyo2	1482	Max WS	4.96	710.83	710.96		711	0.03766	0.85	5.83	66.55	0.92
arroyo2	1455	Max WS	5.26	710.67	710.79	710.81	710.85	0.071297	1.12	4.69	57.06	1.25
arroyo2	1429	Max WS	4.12	710.44	710.54	710.54	710.58	0.057671	0.92	4.46	61.96	1.1
arroyo2	1396	Max WS	3.71	710.05	710.33		710.33	0.001125	0.23	15.78	89.16	0.18
arroyo2	1367	Max WS	3.7	709.91	710.32		710.32	0.000156	0.12	30.51	105.33	0.07
arroyo2	1340	Max WS	3.7	709.46	710.31		710.32	0.000022	0.07	58.5	141.55	0.03
arroyo2	1321	Max WS	3.71	709.46	710.31		710.31	0.000015	0.06	67.94	152.12	0.02
arroyo2	1301	Max WS	3.7	709.46	710.31		710.31	0.000007	0.05	85.98	158.34	0.02
arroyo2	1277	Max WS	3.7	709.26	710.31		710.31	0.000003	0.04	112.23	176.53	0.01
arroyo2	1253	Max WS	3.71	709.18	710.31		710.31	0.000002	0.03	135.93	195.86	0.01
arroyo2	1228	Max WS	3.7	709.12	710.31		710.31	0.000001	0.02	171.47	224.75	0.01
arroyo2	1195	Max WS	3.7	709.04	710.31		710.31	0.000001	0.02	207	237.37	0.01
arroyo2	1166	Max WS	3.7	708.84	710.31		710.31	0.000001	0.02	223.64	272.69	0.01
arroyo2	1160		Culvert									
arroyo2	1145	Max WS	3.7	708.36	708.54	708.52	708.59	0.037376	0.96	3.87	36.91	0.94
arroyo2	1123	Max WS	3.7	708.33	708.4	708.46	708.68	0.811054	2.33	1.59	39.84	3.73
arroyo2	1103	Max WS	3.7	708.09	708.23	708.26	708.31	0.097025	1.28	2.9	36.74	1.45
arroyo2	1082	Max WS	3.7	707.92	708.1		708.12	0.013854	0.56	6.66	67.93	0.57
arroyo2	1057	Max WS	3.71	707.88	708.01	708.02	708.07	0.074238	1.11	3.33	42.13	1.27
arroyo2	1035	Max WS	2.92	707.79	707.87	707.91	707.98	0.273491	1.47	1.99	44.33	2.21
arroyo2	1011	Max WS	3.7	707.52	707.6	707.62	707.68	0.140049	1.27	2.91	48.47	1.66
arroyo2	990	Max WS	3.71	707.28	707.43		707.45	0.021906	0.7	5.28	53.64	0.71
arroyo2	962	Max WS	3.71	707.17	707.31	707.31	707.35	0.039351	0.89	4.17	46.15	0.94
arroyo2	938	Max WS	3.71	707.03	707.2		707.22	0.010692	0.57	6.53	53.25	0.52
arroyo2	914	Max WS	3.71	706.95	707.15		707.16	0.004273	0.4	9.31	64.87	0.34
arroyo2	887	Max WS	3.71	706.89	707.12		707.12	0.002591	0.32	11.75	79.68	0.26
arroyo2	868	Max WS	3.71	706.79	707.09		707.1	0.001436	0.26	14.3	83.69	0.2
arroyo2	843	Max WS	3.71	706.59	707.09		707.09	0.000133	0.11	32.56	116.25	0.07
arroyo2	818	Max WS	3.71	706.4	707.08		707.09	0.000023	0.07	57.09	133.51	0.03
arroyo2	794	Max WS	3.71	706.28	707.08		707.08	0.000013	0.06	64.17	121.12	0.02
arroyo2	772	Max WS	3.71	706.1	707.08	706.25	707.08	0.000009	0.06	69.33	120.97	0.02
arroyo2	770		Inl Struct									
arroyo2	768	Max WS	3.71	704.5	704.81	704.88	705.1	0.007377	2.41	1.54	5	1.39
arroyo2	10	Max WS	3.71	698.51	699.17		699.24	0.000668	1.12	3.31	5	0.44



6.3 Cálculos hidráulicos en Arroyo 3

Tabla 3: Resultados de los cálculos hidráulicos en Arroyo 2 (HEC-RAS)

Arroyo	Sección	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl. (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude Chl
arroyo3	3135	Max WS	0	743.86	743.89		743.89	0	0	0.45	21.67	
arroyo3	3118	Max WS	1.91	743.47	743.56	743.57	743.62	0.102539	1.06	1.8	31.37	1.41
arroyo3	3102	Max WS	2.34	743.31	743.42	743.41	743.45	0.046151	0.82	2.87	40.53	0.98
arroyo3	3086	Max WS	2.29	743.25	743.36		743.39	0.026596	0.64	3.55	47.34	0.75
arroyo3	3072	Max WS	2.23	743.23	743.33		743.35	0.034641	0.68	3.28	49.36	0.84
arroyo3	3056	Max WS	1.01	743.2	743.29		743.3	0.008851	0.32	3.14	52.58	0.42
arroyo3	3044	Max WS	1.04	743.18	743.27		743.27	0.009859	0.33	3.21	56.81	0.44
arroyo3	3031	Max WS	1.13	743.15	743.23		743.24	0.013307	0.36	3.09	57.84	0.5
arroyo3	3014	Max WS	1.28	743.11	743.18		743.2	0.026075	0.46	2.78	60.39	0.69
arroyo3	2996	Max WS	1.46	743.05	743.11	743.1	743.13	0.05965	0.64	2.3	57.26	1.01
arroyo3	2978	Max WS	1.68	742.95	743.01	743.01	743.04	0.098795	0.8	2.09	53.48	1.3
arroyo3	2960	Max WS	2.01	742.8	742.86	742.88	742.92	0.195239	1.08	1.86	50.95	1.81
arroyo3	2939	Max WS	2.17	742.59	742.64	742.66	742.73	0.295987	1.3	1.67	47.1	2.21
arroyo3	2921	Max WS	2.35	742.33	742.38	742.41	742.5	0.423377	1.52	1.54	45.13	2.63
arroyo3	2904	Max WS	2.41	742.04	742.09	742.13	742.25	0.550353	1.74	1.39	40.55	3
arroyo3	2890	Max WS	3.19	741.77	741.83	741.87	741.98	0.387597	1.67	1.91	45.52	2.6
arroyo3	2877	Max WS	3.8	741.48	741.53	741.6	742.14	2.457017	3.46	1.1	35.08	6.24
arroyo3	2858	Max WS	3.41	740.97	741.02	741.07	741.36	1.154411	2.58	1.32	37.22	4.37
arroyo3	2841	Max WS	3.47	740.46	740.52	740.58	740.8	0.812553	2.34	1.48	37.05	3.74
arroyo3	2824	Max WS	3.48	739.95	740.01	740.07	740.28	0.738904	2.3	1.51	36.28	3.59
arroyo3	2807	Max WS	3.44	739.47	739.54	739.59	739.79	0.708647	2.25	1.53	36.81	3.52
arroyo3	2790	Max WS	3.29	739.02	739.08	739.13	739.27	0.516137	1.93	1.71	40.63	3
arroyo3	2769	Max WS	3.81	738.55	738.64	738.66	738.74	0.170568	1.41	2.7	44.83	1.83
arroyo3	2746	Max WS	3.46	738.12	738.21	738.26	738.33	0.198764	1.49	2.31	39.48	1.97
arroyo3	2729	Max WS	3.57	737.85	737.94	737.97	738.04	0.152728	1.38	2.59	41.02	1.75
arroyo3	2713	Max WS	3.66	737.59	737.68	737.71	737.78	0.170492	1.41	2.59	42.85	1.83
arroyo3	2694	Max WS	3.83	737.25	737.33	737.39	737.5	0.304243	1.81	2.11	37.1	2.43
arroyo3	2678	Max WS	4.01	736.9	736.98	737.04	737.24	0.513229	2.24	1.79	33.76	3.11
arroyo3	2666	Max WS	3.72	736.64	736.73	736.78	736.86	0.213573	1.61	2.31	37.19	2.06
arroyo3	2653	Max WS	4.45	736.32	736.41	736.47	736.65	0.409656	2.18	2.04	34.06	2.84
arroyo3	2625	Max WS	4.61	735.62	735.71	735.76	735.88	0.26816	1.8	2.56	41.37	2.31
arroyo3	2611	Max WS	4.69	735.41	735.51	735.54	735.66	0.255504	1.74	2.7	44.26	2.25
arroyo3	2594	Max WS	2.6	735.21	735.26	735.3	735.42	0.550081	1.76	1.48	42.73	3.01
arroyo3	2577	Max WS	3.43	734.94	734.99	735.04	735.3	1.149286	2.48	1.38	41.08	4.32
arroyo3	2555	Max WS	5.24	734.53	734.59	734.67	735.08	1.299063	3.07	1.7	40.28	4.77
arroyo3	2537	Max WS	5.1	734.16	734.25	734.32	734.51	0.444483	2.26	2.26	38	2.95
arroyo3	2516	Max WS	5.22	733.81	733.93	733.97	734.07	0.176642	1.67	3.12	41.33	1.94
arroyo3	2493	Max WS	5.33	733.41	733.76		733.76	0.001804	0.36	14.96	64.61	0.24
arroyo3	2480	Max WS	5.39	733.41	733.74		733.75	0.000872	0.27	20.07	76.8	0.17
arroyo3	2464	Max WS	5.47	733.41	733.73		733.73	0.000801	0.26	21.19	80.72	0.16
arroyo3	2439	Max WS	5.59	733.41	733.7		733.71	0.001447	0.32	17.57	76.17	0.21
arroyo3	2410	Max WS	5.72	733.41	733.62		733.64	0.011055	0.62	9.18	66.64	0.54
arroyo3	2385	Max WS	5.86	733.33	733.45	733.48	733.54	0.102108	1.29	4.53	58.18	1.48
arroyo3	2356	Max WS	5.99	733.04	733.11	733.18	733.44	0.860338	2.56	2.34	53.62	3.9
arroyo3	2330	Max WS	3.23	732.55	732.62	732.64	732.7	0.213771	1.29	2.51	56.41	1.95
arroyo3	2306	Max WS	6.25	732.03	732.11	732.17	732.32	0.436853	2.03	3.07	59.62	2.86
arroyo3	2285	Max WS	6.37	731.52	731.58	731.65	732.04	1.382136	3.01	2.12	54.18	4.86

Anexo 3



Diagnóstico, Análisis de Alternativas y Definición de Medidas de Actuación para Reducir el Riesgo de Inundación en el Municipio de Valdepeñas (Ciudad Real)

Arroyo	Sección	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl. (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude Chl
arroyo3	2259	Max WS	6.49	730.88	730.93	731	731.5	1.914575	3.33	1.95	54.66	5.63
arroyo3	2236	Max WS	6.61	730.3	730.37	730.44	730.67	0.753671	2.42	2.73	61.3	3.67
arroyo3	2209	Max WS	6.74	729.6	729.68	729.74	729.97	0.587044	2.39	2.82	53.52	3.33
arroyo3	2181	Max WS	6.9	728.79	728.92	728.96	729.06	0.154023	1.65	4.17	50.47	1.84
arroyo3	2145	Max WS	7.08	728.09	728.29		728.34	0.033651	1.01	7	56.6	0.92
arroyo3	2119	Max WS	7.21	727.84	728	728	728.06	0.047083	1.09	6.63	61.92	1.06
arroyo3	2097	Max WS	7.31	727.61	727.76	727.77	727.83	0.070637	1.22	6.02	64.41	1.27
arroyo3	2078	Max WS	7.41	727.4	727.53	727.56	727.62	0.102282	1.34	5.52	67.15	1.5
arroyo3	2054	Max WS	7.52	727.13	727.25	727.27	727.33	0.083329	1.21	6.22	76.19	1.35
arroyo3	2011	Max WS	7.8	726.47	726.55	726.6	726.83	0.650607	2.36	3.3	68.85	3.45
arroyo3	1995	Max WS	7.88	726.05	726.17	726.23	726.42	0.398536	2.23	3.53	55.5	2.83
arroyo3	1976	Max WS	7.96	725.63	725.74	725.79	725.91	0.251946	1.83	4.35	65.6	2.27
arroyo3	1948	Max WS	8.07	725.18	725.28	725.33	725.42	0.19438	1.62	4.97	73.75	2
arroyo3	1931	Max WS	8.17	724.88	724.98	725.03	725.12	0.202557	1.6	5.1	79.6	2.02
arroyo3	1902	Max WS	7.78	724.42	724.51	724.54	724.61	0.155629	1.4	5.54	86.34	1.77
arroyo3	1874	Max WS	8.45	723.88	723.99	724.03	724.13	0.176537	1.66	5.1	68.31	1.93
arroyo3	1841	Max WS	8.59	723.34	723.47	723.49	723.55	0.078597	1.24	6.95	78.64	1.33
arroyo3	1808	Max WS	8.75	722.99	723.13		723.17	0.032046	0.87	10.05	98.31	0.87
arroyo3	1785	Max WS	8.84	722.82	723.02		723.03	0.011331	0.59	14.94	119.4	0.53
arroyo3	1775	Max WS	8.87	722.75	722.92		722.96	0.024212	0.8	11.14	100.75	0.76
arroyo3	1743	Max WS	8.93	722.59	722.75		722.79	0.025176	0.8	11.12	102.33	0.78
arroyo3	1713	Max WS	8.97	722.44	722.59		722.63	0.032469	0.86	10.49	106.29	0.87
arroyo3	1674	Max WS	9.04	722.2	722.34	722.35	722.41	0.057303	1.11	8.13	85.06	1.15
arroyo3	1640	Max WS	9.1	721.86	722.02	722.04	722.09	0.052652	1.15	7.92	74.16	1.12
arroyo3	1614	Max WS	9.14	721.57	721.73	721.76	721.81	0.061428	1.24	7.35	68.49	1.21
arroyo3	1580	Max WS	9.2	721.13	721.31	721.32	721.38	0.04308	1.12	8.21	68.63	1.03
arroyo3	1550	Max WS	9.25	720.77	721.01		721.04	0.012033	0.72	12.83	79.71	0.57
arroyo3	1518	Max WS	9.31	720.57	720.81		720.83	0.010277	0.65	14.25	91.37	0.53
arroyo3	1487	Max WS	9.36	720.45	720.61		720.66	0.033995	0.93	10.09	93.65	0.9
arroyo3	1456	Max WS	9.41	720.26	720.41	720.41	720.46	0.041746	0.94	9.99	105.71	0.98
arroyo3	1423	Max WS	9.47	720.03	720.21		720.23	0.008991	0.51	18.5	154.49	0.47
arroyo3	1397	Max WS	9.52	719.8	719.97		719.99	0.009935	0.5	18.96	175.67	0.49
arroyo3	1365	Max WS	9.57	719.52	719.67		719.68	0.010715	0.47	20.3	218.77	0.49
arroyo3	1364.9		Lat. Stru									
arroyo3	1327	Max WS	9.64	719.15	719.27		719.28	0.011424	0.44	22.46	318.64	0.5
arroyo3	1283	Max WS	9.55	718.66	718.76		718.77	0.011549	0.42	23.88	381.06	0.49
arroyo3	1247	Max WS	9.52	718.25	718.35		718.36	0.011429	0.38	25.48	468.62	0.48
arroyo3	1209	Max WS	9.6	717.79	717.9		717.91	0.011771	0.39	24.43	393.48	0.49
arroyo3	1172	Max WS	9.67	717.36	717.48		717.49	0.011064	0.41	23.6	321.36	0.48
arroyo3	1140	Max WS	9.72	717.03	717.14		717.15	0.01287	0.47	21.68	327.44	0.53
arroyo3	1139.9		Lat Stru									
arroyo3	1108	Max WS	6.19	716.68	716.78		716.78	0.011665	0.39	16.39	290.87	0.48
arroyo3	1079	Max WS	1.85	716.39	716.42	716.42	716.44	0.08457	0.52	3.53	152.9	1.1
arroyo3	1042	Max WS	9.53	716	716.07	716.09	716.13	0.160835	1.11	8.57	194.36	1.69
arroyo3	1012	Max WS	10.05	715.7	715.78	715.79	715.82	0.087063	0.93	10.78	201.11	1.29
arroyo3	982	Max WS	10.55	715.39	715.45	715.49	715.66	0.734385	2.04	5.16	146.82	3.48
arroyo3	945	Max WS	10.62	715.02	715.08	715.13	715.23	0.387243	1.67	6.35	151.21	2.6
arroyo3	911	Max WS	9.35	714.7	714.77	714.81	714.85	0.170476	1.24	7.56	152.85	1.77
arroyo3	881	Max WS	10.74	714.41	714.48	714.52	714.59	0.270229	1.48	7.26	158.41	2.21
arroyo3	851	Max WS	10.8	714.16	714.24	714.25	714.29	0.075477	0.93	11.57	193.43	1.22
arroyo3	817	Max WS	10.87	714	714.11		714.12	0.008189	0.42	26.09	276.73	0.43
arroyo3	816.9		Lat Stru									
arroyo3	791	Max WS	10.91	713.99	714.07		714.08	0.018742	0.48	22.95	371.5	0.61

Anexo 3



Diagnóstico, Análisis de Alternativas y Definición de Medidas de Actuación para Reducir el Riesgo de Inundación en el Municipio de Valdepeñas (Ciudad Real)

Arroyo	Sección	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl. (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude Chl
arroyo3	758	Max WS	10.43	713.93	714.02		714.04	0.04994	0.59	17.61	427.94	0.93
arroyo3	732	Max WS	9.75	713.84	714		714.01	0.010201	0.47	20.83	218.52	0.48
arroyo3	698	Max WS	9.8	713.77	713.95		713.97	0.00841	0.48	20.47	179.83	0.45
arroyo3	662	Max WS	9.87	713.69	713.88		713.89	0.010589	0.55	17.89	150.97	0.51
arroyo3	631	Max WS	9.92	713.6	713.75		713.78	0.024045	0.75	13.27	131.21	0.75
arroyo3	600	Max WS	9.98	713.44	713.57	713.57	713.62	0.057117	1.02	9.81	117.02	1.12
arroyo3	577	Max WS	10.02	713.27	713.38	713.41	713.47	0.105003	1.3	7.69	99.91	1.5
arroyo3	542	Max WS	10.09	712.88	713	713.03	713.11	0.14698	1.51	6.7	90	1.76
arroyo3	511	Max WS	10.15	712.43	712.54	712.59	712.72	0.248711	1.87	5.44	78.69	2.27
arroyo3	477	Max WS	10.21	711.81	711.91	711.97	712.15	0.352513	2.17	4.7	70.27	2.68
arroyo3	438	Max WS	10.28	710.89	711.01	711.07	711.25	0.300131	2.2	4.67	60.82	2.53
arroyo3	396	Max WS	10.37	709.69	709.87	709.9	709.99	0.080099	1.51	6.89	58.81	1.4
arroyo3	366.75	Max WS	10.42	709.07	709.23	709.27	709.36	0.11481	1.64	6.36	62.74	1.64
arroyo3	361.87											
arroyo3	5	Max WS	10.43	708.96	709.15	709.17	709.23	0.058178	1.29	8.07	68.13	1.2
arroyo3	347	Max WS	10.46	708.75	708.94	708.94	709	0.04176	1.13	9.48	83.7	1.02
arroyo3	312	Max WS	10.52	708.42	708.58		708.63	0.02727	0.9	11.66	95.69	0.82
arroyo3	266	Max WS	10.61	708.07	708.23	708.23	708.29	0.054369	1.12	9.44	93.39	1.13
arroyo3	234	Max WS	10.67	707.79	707.91	707.94	708.01	0.119594	1.42	7.53	95.04	1.61
arroyo3	219.85											
arroyo3	7	Max WS	10.67	707.65	707.77	707.8	707.86	0.098555	1.31	8.16	100.7	1.47
arroyo3	173.25	Max WS	9.3	707.1	707.2	707.24	707.29	0.151162	1.36	6.86	110.27	1.74
arroyo3	154.28											
arroyo3	5	Max WS	10.67	706.85	706.99	706.98	707.03	0.040068	0.94	11.37	117.25	0.96
arroyo3	149.42											
arroyo3	8	Max WS	9.68	706.78	706.96		706.99	0.018065	0.75	12.93	102.79	0.67
arroyo3	149		Lat Stru									
arroyo3	144.57											
arroyo3	1	Max WS	9.37	706.74	706.92		706.96	0.035376	0.96	9.73	87.92	0.92
arroyo3	130	Max WS	7.43	706.64	706.82	706.82	706.87	0.041594	0.99	7.47	72.47	0.99
arroyo3	116.12											
arroyo3	5	Max WS	7.15	706.57	706.71	706.73	706.79	0.081253	1.3	5.5	60.49	1.36
arroyo3	93	Max WS	5.56	706.38	706.52	706.57	706.71	0.18344	1.94	3.06	43.1	2.04
arroyo3	56	Max WS	7.71	706.13	706.3		706.34	0.023084	1.01	8.82	75.24	0.8
arroyo3	19	Max WS	8.15	705.84	706.17	706.1	706.21	0.010656	1.04	9.81	49.03	0.59