

**J.A. LORENTE y Asociados,
arquitectura y urbanismo, S.L.P.**

j.a. lorente@gmail.com

**ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL VAL DE LA VILLA
EN EL ENTORNO URBANO DE CASPE**

Abril de 2014

**ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL VAL DE LA VILLA EN EL ENTORNO DEL CASO
URBANO DE CASPE**

ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN**
- 2.- CAUDALES DE REFERENCIA**
- 3.- CALCULOS HIDRÁULICOS**
- 4.- CONCLUSIONES Y PROPUESTAS INICIALES**

ANEJO N° 1.- CAUDALES DE REFERENCIA

ANEJO N° 2.- CALCULOS HIDRÁULICOS

1.- INTRODUCCIÓN

El Val de la Villa es un cauce que recoge una cuenca relativamente importante, aproximadamente de 45 km² de superficie, hasta el antiguo cauce del río Guadalope.

Su longitud es de unos 12,5 km y discurre sensiblemente en dirección sur-norte, entre las cotas 428 m y 103 m.

Su trazado discurre por el noroeste del núcleo de Caspe y, en su trayectoria natural, se encuentra con varias infraestructuras de transporte. Desde aguas arriba (sur) hacia aguas abajo (norte) son las siguientes:

- Antigua N-211 (N-211a)
- Carretera A-221
- Calle Huesca
- Línea de FFCC
- Acceso a la EDAR de Caspe

En este tramo final del barranco, por su margen izquierda, discurre una acequia que, si no está cortada por tajaderas, etc., puede absorber pequeños caudales procedentes de la escorrentía de la lluvia que se produzca en la cuenca.

Para cruzar la antigua N-211 dispone, en su margen derecha, de un marco de hormigón de dimensiones interiores 3,00 x 2,00 m. En la margen izquierda se encuentra el cruce de la acequia que, una vez atravesada la carretera, tiene un amplio aliviadero que vierte al barranco.

Para cruzar la carretera A-221 existe un pontón de 2,00m de ancho y 2,00m de alto. La parte superior del pontón es circular de radio 1,00m aproximadamente. Bajo la solera del pontón discurre una acequia.

Antes de llegar a la calle Huesca y el FFCC, la acequia se entierra y discurre bajo una serie de edificaciones y los citados FFCC y calle Huesca, hasta aguas abajo del cruce

con el FFCC. Según la información facilitada durante la visita a la zona es una tubería de hormigón de 1,00m de diámetro.

La calle Huesca no tiene obra de paso específica, salvo la indicada en el párrafo anterior.

Tras pasar la calle Huesca y justo al pie de los muros de sostenimiento de FFCC existe una reja horizontal que comunica con una obra de drenaje transversal del FFCC, compuesta por un pontón de unos 3,00m de ancho y 3,50m de alto hasta la clave del arco. No obstante, la entrada al pontón está constreñida de manera que solo queda libre la parte superior, la correspondiente al arco del pontón.

El acceso a la EDAR, según la información facilitada, dispone de una tubería de 1m de diámetro.

También hay que reseñar que en el cauce del Val existen diversas edificaciones que, en la situación actual, se pueden ver afectadas si se producen avenidas incluso de periodos de retorno pequeños.

Finalmente indicar que el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, en su Resolución de 3 de febrero de 2014, por la que se formula la memoria ambiental del Plan General de Ordenación Urbana, indica entre otros lo siguiente:

“Considera adecuada la propuesta de establecer zonas verdes en los terrenos definidos como de “riesgo de arroyada”, que a priori se corresponden con el Parque de la Palafanga (Sistema general adscrito a suelo urbanizable), si bien considera recomendable realizar estudio de inundabilidad para la UE-1 y UE-2, condicionadas por el desagüe existente bajo el ferrocarril, transversal a la val de la Villa, cuyos resultados podrán servir para reconsiderar la ubicación de viviendas.”

En consecuencia, y a la vista de lo expuesto, el objeto del presente estudio es realizar un estudio hidrológico del Val de la Villa en el entorno del casco urbano de Caspe.

2.- CAUDALES DE REFERENCIA

El cálculo de caudales punta, desarrollado en el anejo nº1, se ha realizado empleando dos métodos:

- Mediante las fórmulas aproximadas que establecía el antiguo Plan Hidrológico de la Cuenca del río Ebro.
- Mediante el método racional según establece la Instrucción 5.2.IC., adaptado por Témez.

Para delimitar la cuenca de aportación se ha utilizado la cartografía existente a escala 1:5.000, obtenida a través de SITAR (sistema de información territorial de Aragón). El plano de la cuenca incluido en los planos de este estudio se ha dibujado sobre la cartografía oficial a escala 1:25.000, con el objeto de facilitar la observación de la cuenca en un único plano.

Los caudales adoptados son los obtenidos mediante el método racional modificado, ya que el otro método se basa en fórmulas genéricas para zonas muy amplias de la cuenca del Ebro y, por tanto, de menor precisión que el método hidrometeorológico.

Los caudales de referencia resultantes son los siguientes:

T (años)	Q (m³/s)
5	8.649
10	17.327
25	32.641
50	46.966
100	64.033
200	83.877
500	114.004

3.- CALCULOS HIDRÁULICOS

GENERALIDADES

Los cálculos hidráulicos se han realizado empleando el conocido programa HEC-RAS del "U.S. Army Corps of Engineers", Versión 4.0.

Es un modelo hidráulico unidimensional, que calcula el perfil longitudinal del agua a lo largo de un cauce natural. El cálculo se ha realizado en régimen permanente. El análisis de las obras de drenaje existente así como el paso por las carreteras de acceso a la EDAR, A-221 y N-211 se ha realizado aplicando fórmulas específicas para cada caso.

La geometría del cauce se ha obtenido de la cartografía disponible a escala 1:1.000. Donde no se ha dispuesto de la escala 1:1.000, en la zona de aguas arriba del estudio y aguas abajo del acceso a la EDAR, se ha utilizado la cartografía a escala 1:5.000.

Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta la situación actual de las infraestructuras existentes en el Val de la Villa.

A continuación se exponen algunas conclusiones que pueden deducirse del estudio, incluido en el Anejo nº2.

TRAMO ENTRE FFCC-ACCESO A EDAR Y LA A-221

Para desarrollar el cálculo se han introducido 21 perfiles a lo largo de este tramo de unos 800m de longitud.

Se ha considerado la capacidad de desagüe de la conducción de paso bajo el FFCC, y de la acequia de la Palafanga, lo que lleva consigo la confianza en que se llevará un mantenimiento eficaz de las mismas. En todo caso, en su situación actual su capacidad es relativamente pequeña comparada con las avenidas de mayor periodo de retorno.

La capacidad de desagüe de estas conducciones está condicionada por el acceso a la EDAR, ya que una vez cruzado el FFCC existe un terraplén de más de 5m de altura en el que solo hay una tubería de 1m de diámetro para desaguar.

Cuando las citadas conducciones no pueden desaguar todo el caudal que llega el nivel del agua va aumentando hasta llegar a los dos pasos viarios que existen bajo el FFCC, la calle Huesca en la margen oeste, de unos 6m de ancho, y otro en la margen este de unos 4m de ancho.

La cota en la salida (aguas abajo) del cruce de la calle Huesca es prácticamente la 117, y la del otro cruce situado al este es la 119. En ambos casos son valores superiores a algunos tramos de las calles situadas al este del barranco.

Los caudales adoptados para los periodos de retorno de 500 años y 100 años llegan a pasar por los dos pasos, mientras que el de 50 años solo pasa por la calle Huesca.

Para estos caudales, la influencia de estas infraestructuras sobre la lámina de agua llega aproximadamente hasta unos 200m antes de la carretera A-221.

Esto es debido a que, en la situación actual, se provoca un efecto de embalse al no disponer capacidad de desagüe suficiente.

La obra de drenaje existente bajo el FFCC, un pontón de aproximadamente 3,00x3,50m, se encuentra totalmente enterrada de manera que el agua entra a través de una reja horizontal.

Además, en la entrada tiene un estrechamiento de manera que solo queda libre la parte superior del pontón, es decir, la correspondiente al arco (un 37% de su superficie).

En el perfil longitudinal incluido en el Anejo nº2 se aprecia que la calle Huesca está sobreelevada con respecto al fondo de barranco. Este tiene una cota de fondo de 114,23 y la calle Huesca 114,73.

También es significativo que la cota del terreno inmediatamente aguas abajo del FFCC es muy inferior a la de aguas arriba, 110,68 frente a los 114,73 ó 114,23 indicados anteriormente.

Esto hace pensar que el terreno, por una razón u otra, se ha ido rellenando a lo largo del tiempo.

Las velocidades medias resultantes en los perfiles, salvo lógicamente cuando discurren por los pasos vidrios del FFCC, son pequeñas especialmente en el tramo de aguas abajo:

- Entre el perfil 29, situado inmediatamente aguas arriba del FFCC y el perfil 492,70, situado a 463m del primero, la velocidad máxima obtenida es de 0,36m/s.
- A partir del perfil 676,3 aumenta la velocidad por encima de 1m/s con un valor máximo de 2,47m/s para la avenida de 500 años de periodo de retorno.

TRAMO AGUAS ABAJO DEL FFCC

El tramo de aguas abajo del FFCC se ha modelizado mediante 7 perfiles transversales, entre el antiguo cauce del Guadalope y el acceso a la EDAR.

En este tramo el agua discurre relativamente encauzada hasta alcanzar el antiguo cauce del río Guadalope. No obstante, se ve afectada una edificación situada en la margen izquierda (oeste del barranco) y una línea eléctrica. Puesto que el agua no lleva mucha velocidad no es de prever que afecte gravemente a los postes eléctricos, salvo pequeñas socavaciones en su derredor.

TRAMO AGUAS ARRIBA DE LA A-221

En cuanto al paso por la A-221 se ha estimado que la obra de drenaje existente, un pontón de unos 2,00m de ancho, puede admitir unos 20m³/s sin que rebose la carretera.

El marco de 3,00x2,00m de la N-211a, se ha estimado que puede admitir un caudal de unos 20m³/s sin que rebose la carretera.

Aunque la segunda tiene mayor sección su capacidad de desagüe es mayor una vez que entra en carga, debido a que la altura de terraplén es superior.

El estudio finaliza en el camino que cruza el Val, aguas arriba de la N-211A.

PLANOS DE INUNDACIÓN

Los resultados del modelo en la hipótesis considerada, se han representado en un plano de planta donde figura la línea de inundación obtenida a partir de la cota de agua resultante en los perfiles utilizados en el cálculo. Se incluyen en el Anejo nº2.

OTRAS CONSIDERACIONES

Finalmente señalar que los cálculos se han realizado con un modelo de cálculo unidimensional en régimen permanente, suficiente para la finalidad perseguida, pero si en fases posteriores se requiriera mayor precisión es recomendable utilizar modelos bidimensionales en régimen variable y actualizar y completar la topografía de algunas zonas.

4.- CONCLUSIONES Y PROPUESTAS INICIALES

A.- CONCLUSIONES SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL

A.1.- GENERALIDADES

El barranco de Val de la Villa tiene una cuenca de aportación hasta llegar al antiguo cauce del río Guadalupe de unos 45Km² y, en su tramo final, discurre por el oeste del casco urbano de Caspe.

Los caudales de referencia para diferentes periodos de retorno, obtenidos por el método hidrometeorológico modificado propuesto en la instrucción 5.2-IC, y son los siguientes:

T (años)	Q (m³/s)
50	46.966
100	64.033
500	114.004

Mediante el programa HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center) y con la cartografía disponible, se ha realizado el cálculo hidráulico para los tres caudales anteriores. El análisis de las obras de drenaje existente así como el paso por las carreteras de acceso a la EDAR, A-221 y N-211 se ha realizado aplicando métodos específicos para cada caso.

A.2.- TRAMO ENTRE EL ACCESO A LA EDAR Y LA CARRETERA A-221

En las hipótesis indicadas en el estudio, contando con la capacidad de desagüe de la conducción (pontón) que pasa bajo el FFCC y la acequia de la Palafanga, se producen elevadas cotas de la lámina de agua, aguas arriba del FFCC.

Esto provoca la afección a algunos viales y edificaciones de la margen derecha (al este del barranco) y a las edificaciones que hay en el propio Val.

Hay que decir también que en este tramo de afecciones, situado entre los perfiles 29,00 y 139,50, la velocidad resultante del cálculo es muy pequeña, con un valor medio máximo de 0,36m/s.

A esta situación contribuyen varios factores.

- La obra de drenaje existente bajo el FFCC, un pontón de aproximadamente 3,00x3,50m, se encuentra totalmente enterrada de manera que el agua entra a ella a través de una reja horizontal.

Además, en la entrada al pontón hay un estrechamiento de manera que solo queda libre la parte superior del pontón, es decir, la correspondiente al arco.

En la fotografía de la izquierda se muestra un detalle de la entrada y en la de la derecha se aprecia, al fondo, el emplazamiento de la entrada al pontón.



- La salida del pontón, aguas abajo del FFCC, está por debajo del terreno natural, con un pequeño canal con abundante vegetación que llega hasta una tubería de 1,00m, que cruza el terraplén de acceso a la EDAR.

A continuación se muestra la salida del pontón (izquierda) y el canal de desagüe visto desde el terraplén de acceso a la EDAR (derecha).



- La capacidad de desagüe del pontón está condicionada por el acceso a la EDAR, ya que una vez cruzado el FFCC existe un terraplén de más de 5m de altura en el que solo hay una tubería de 1m de diámetro.

En la siguiente fotografía se muestra el terraplén, visto desde aguas abajo.



- También es posible que al tratarse de una obra muy antigua, los criterios de diseño fueran menos exigentes que los actuales. No se disponen de datos concretos del pontón del FFCC pero, sin las actuales limitaciones en la entrada y en la salida, con una pendiente hidráulica del 0,5% podría desaguar sin entrar en carga del orden de $35\text{m}^3/\text{s}$, si la pendiente es del 1% $50\text{m}^3/\text{s}$, si es del 2% $70\text{m}^3/\text{s}$ con una velocidad ya muy elevada de $7,7\text{m}/\text{s}$.

Lo más probable es que no permita el paso de la avenida de 500 años sin entrar en carga.

Cuando el pontón no puede desaguar todo el caudal que llega el nivel del agua va aumentando hasta alcanzar la cota de los dos pasos viarios que existen bajo el FFCC, la calle Huesca en la margen oeste de unos 6m de ancho (foto izquierda), y otro en la margen este de unos 4m de ancho (foto derecha).



La cota en la salida (aguas abajo) del cruce de la calle Huesca es prácticamente la 117m, y la del otro cruce situado al este es la 119m. En ambos casos, son valores superiores a algunos tramos de las calles situadas al este del barranco.

Observando la cartografía, se aprecia que la calle Huesca está sobreelevada con respecto al fondo de barranco. Este tiene una cota de fondo de 114,23 y la calle Huesca 114,73 (frente a la entrada al pontón).

Como complemento a lo anterior, la cota del terreno inmediatamente aguas abajo del FFCC es muy inferior a la de aguas arriba, 110,68 frente a los 114,73 ó 114,23 indicados anteriormente.

Esto hace pensar que el terreno, por una razón u otra, se ha ido rellenando a lo largo del tiempo, dejando zonas sin salida natural.

También hay que decir que existen numerosas edificaciones en el Val, como se muestra en la siguiente fotografía tomada desde el FFCC.



A.2.- TRAMO ENTRE EL ACCESO A LA EDAR Y EL ANTIGUO CAUCE DEL GUADALOPE.

En el tramo de aguas abajo del FFCC se ve afectada una edificación situada en la margen izquierda (oeste del barranco) y una línea eléctrica. Puesto que la velocidad del agua no es muy elevada no es de prever que afecte gravemente a los postes eléctricos, salvo pequeñas socavaciones en su derredor.



A.3.- TRAMO ENTRE LA CARREERA A-221 Y EK CAMINO DE CHANE

En cuanto a las carreteras A-221 y N-211a, las obras de drenaje existentes no permiten desaguar las avenidas calculadas sin que rebosen por encima de las carreteras.

Para cruzar la antigua N-211 se dispone, en su margen derecha, de un marco de hormigón de dimensiones interiores 3,00 x 2,00 m. En la margen izquierda se encuentra el cruce de la acequia que, una vez atravesada la carretera, tiene un amplio aliviadero que vierte al barranco.

Para cruzar la carretera A-221 existe un pontón de 2,00m de ancho y 2,00m de alto. La parte superior del pontón es circular de radio 1,00m aproximadamente. Bajo la solera del pontón discurre una acequia.

En las siguientes fotografías se puede apreciar el pontón bajo la A-221 y el marco bajo la N-211A.



B.- PROPUESTAS INICIALES.

En base a todo lo expuesto, es muy conveniente resolver esta situación dando continuidad hidráulica al barranco a través de todas las infraestructuras afectadas.

Parece además evidente, que la superficie que ocuparía el agua si no existieran estas infraestructuras, algunas de ellas muy antiguas, sería menor. Basta comprobar los resultados en la zona situada inmediatamente aguas abajo de la carretera A-221 (desde el perfil 620,20 hacia aguas arriba), donde al no haber influencia de las construcciones realizadas las curvas de inundación quedan perfectamente encajadas en el interior de la Val.

Se trata por tanto de realizar las actuaciones necesarias para que no se produzcan sobreelevaciones, evitando que se vean afectados los viarios y edificaciones que están fuera del Val.

A continuación se indican algunas posibilidades a desarrollar.

ENTORNO DEL FFCC Y ACCESO A LA EDAR

A falta del necesario estudio de detalle, para aproximar la sección de las conducciones necesarias vamos a considerar que se alcanza la velocidad máxima indicada en la Instrucción 5.2-IC, de 6m/s, para desaguar sin entrar en carga el caudal adoptado para un periodo de retorno de 500 años.

Si, como es probable, puede utilizarse el actual pontón para desaguar sin entrar en carga la avenida de 500 años, este se puede complementar con una hincada de tuberías de 2,50m de diámetro. Como alternativa, se podría hacer un estudio técnico-económico por si es viable realizar el paso de la nueva conducción por debajo de la calzada del paso inferior de la calle Huesca.

Si hubiera algún problema con el pontón, otra posibilidad es instalar una nueva tubería de 3m de diámetro y dos tuberías laterales de 2,50m de diámetro. Esta última podría ir 0,50m mas baja para recoger los caudales más pequeños.

Una alternativa que puede resultar de interés es permitir el paso de la avenida de 100 años sin entrar en carga y crear una zona inundable dentro del Val para absorber la sobreelevación que produzca la avenida de 500 años al entrar en carga.

En lugar de la avenida de 100 años se puede estudiar la posibilidad de adoptar la capacidad que finalmente tenga el pontón, una vez modificada la entrada y la salida. En función del caudal que admita el pontón podría suprimirse uno o los dos tubos de hinca, o reducir su tamaño.

La cota en el Val, aguas arriba del FFCC y de la calle Huesca es la 114,23m, mientras que aguas abajo del FFCC es la 110,68m, por lo que hay margen suficiente para diseñar la obra de drenaje.

Esta obra deberá tener continuidad a través del acceso a la EDAR, donde la cota del terreno vuelve a bajar a la 108,50m. En este caso, se podrá realizar mediante métodos convencionales, mas económicos que la hinca de tuberías.

Para encauzar el agua hacia esta nueva obra, aguas arriba del FFCC se puede conformar un canal con taludes amplios para reducir el impacto visual, que vaya ganando profundidad hasta la cota de la rasante de de las nuevas conducciones.

Puesto que las actuaciones descritas anteriormente requieren inversiones económicas relativamente importantes, a corto plazo se debería mejorar la entrada al pontón existente bajo el FFCC.

En la entrada al pontón actualmente hay un cerramiento de malla que la bordea y una reja horizontal, elementos susceptibles de taponar la entrada de agua con los arrastres que presumiblemente llevaran consigo las avenidas de agua. Además, la zona de paso de agua al pontón está actualmente limitada al arco superior del pontón.

Una posible mejora es realizar una rampa hacia el pontón, delante del cual se puede conformar hacer una arqueta para no constreñir la entrada de agua.

No hay que olvidar que en el terraplén de acceso a la EDAR tan solo hay un tubo de 1m, por lo que con la medida anterior solo se resuelve el problema para las pequeñas avenidas y es preciso disponer de una obra de drenaje de mayor capacidad.

CARRETERAS A-221 Y N-211

En las carreteras, se pueden aprovechar las obras de drenaje existentes, pontón de 2,00m en la A-221 y marco de 3,00x2,00 m en la N-211a, complementándolas con nuevas obras de drenaje.

En estos dos casos, si no es posible interrumpir temporalmente el tráfico rodado, se pueden colocar tuberías hincadas. Si se admitiera cortar el tráfico se puede buscar otras soluciones más sencillas como pequeños puentes, o batería de marcos de hormigón prefabricados.

Zaragoza, Abril de 2014

Fdo.: Luís José Ruíz Aznar
Ingeniero de Caminos C. y P.

ANEJO N° 1

CAUDALES DE REFERENCIA

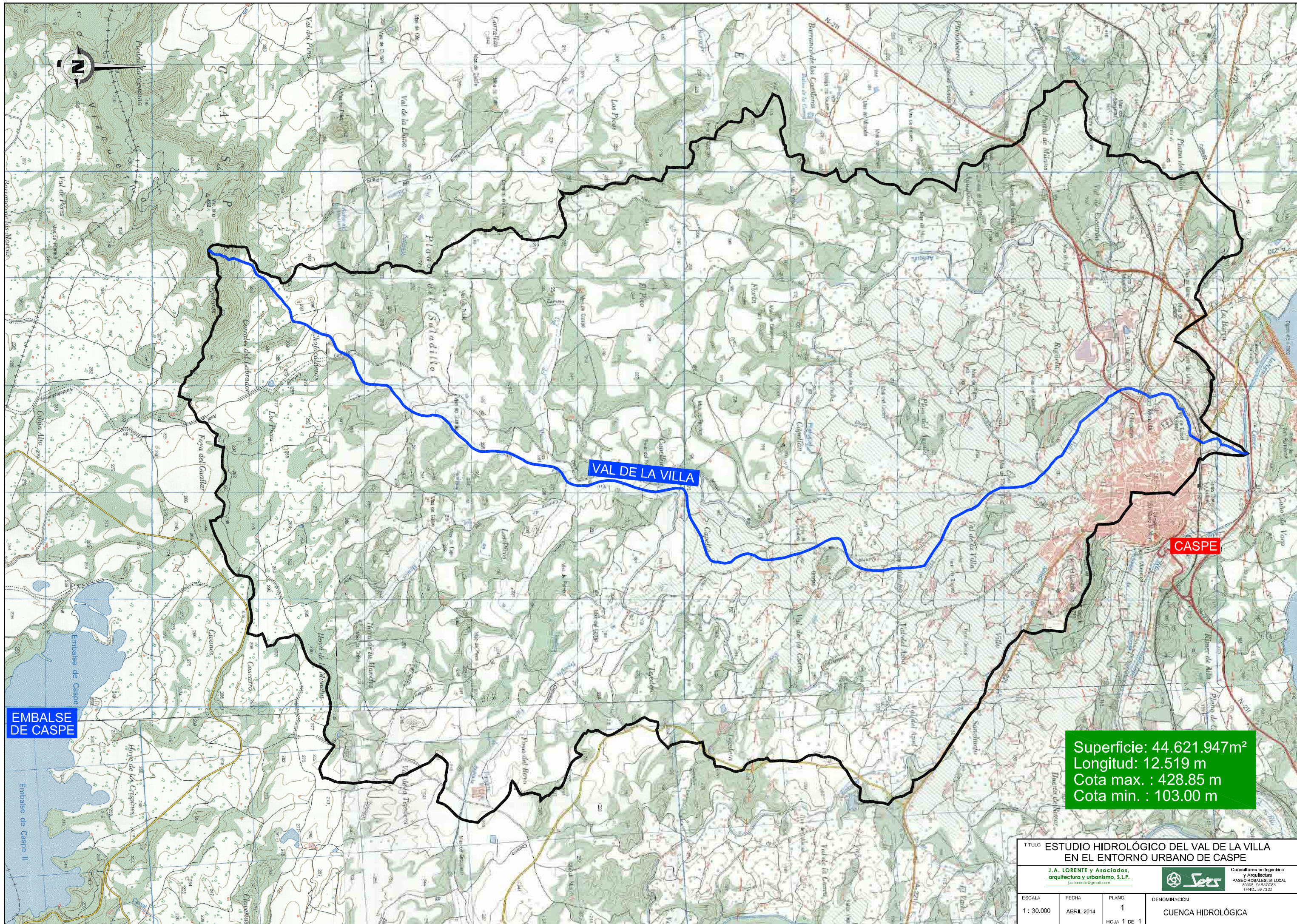
1.- CAUDALES DE REFERENCIA

El cálculo de caudales punta se ha realizado empleando dos métodos:

- Mediante las fórmulas aproximadas que establecía el antiguo Plan Hidrológico de la Cuenca del río Ebro.
- Mediante el método racional modificado por Témez según establece la Instrucción 5.2.IC.

La delimitación de la cuenca de aportación se ha realizado empleando cartografía existente a escala 1:5.000, obtenida a través de SITAR (sistema de información territorial de Aragón). El plano de la cuenca incluido en este estudio se ha dibujado sobre la cartografía oficial a escala 1:25.000, con objeto de facilitar la observación de la cuenca en un único plano.

A continuación se incluye el plano de la cuenca de aportación.




VAL DE LA VILLA

CASPE

EMBALSE DE CASPE

Superficie: 44.621.947m²
 Longitud: 12.519 m
 Cota max. : 428.85 m
 Cota min. : 103.00 m

TÍTULO ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL VAL DE LA VILLA EN EL ENTORNO URBANO DE CASPE			
J.A. LORENTE y Asociados, arquitectura y urbanismo, S.L.P. <small>J.a.lorente@gmail.com</small>			
 <small>Consultores en Ingeniería y Arquitectura PASEO ROSALES, 34 LOCAL 50008 ZARAGOZA TFO: 2 99 72 20</small>			
ESCALA 1 : 30.000	FECHA ABRIL 2014	PLANO 1 HOJA 1 DE 1	DENOMINACIÓN CUENCA HIDROLÓGICA

1.1.- FORMULAS DEL ANTIGUO PLAN HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO EBRO

El antiguo Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro en su anexo nº 10 de la Normativa, establecía una formulación aproximada para el cálculo de caudales de avenida en función del área y del punto de localización de la cuenca.

A tal efecto la cuenca del Ebro está dividida en 4 zonas, de las cuales el área de estudio pertenece a la zona IV. La fórmula empleada para esta zona es:

$$Q = 6.000 \times A \times 10^k \times 10^3$$

En esta fórmula:

$$K = - 6 \times A^{0,032}$$

Q = caudal en m³/s

A = área de la cuenca en km²

Una vez obtenido este caudal, para obtener el caudal de una avenida de periodo de retorno dado deberá multiplicarse dicho valor por el siguiente coeficiente:

T (años)	Coficiente
1.000	1,44
500	1,30
100	1,00
50	0,88
25	0,76
10	0,59
5	0,46

El resultado es el siguiente:

Datos de la cuenca

Zona de cálculo (I, II, III o IV):	IV
¿Arrastres importantes (s/n)?	n
Cota máxima (m.s.n.m.):	428.85
Cota mínima (m.s.n.m.):	103.00
Longitud (km):	12.519
Área (km ²):	44.622
Área impermeable (km ²):	0.00
Pendiente (m/m):	0.0260
Tiempo concentración (h):	4.10

Caudales de avenida

Caudal base (m³/s): 44.90

T (años)	Coficiente	Q (m ³ /s)
5	0.46	20.66
10	0.59	26.49
25	0.76	34.13
50	0.88	39.51
100	1.00	44.90
500	1.30	58.37
1000	1.44	64.66

1.2.- METODO HIDROMETEOROLÓGICO RACIONAL

Para evaluar el caudal en las cuencas pequeñas se aplica el Método denominado Racional. Dicho método se propone en la Instrucción 5.2-IC Drenaje, para su aplicación a cuencas pequeñas. La Instrucción denomina cuencas pequeñas a aquellas cuyo tiempo de concentración es inferior a seis horas. La fórmula que proporciona el caudal de referencias es:

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

En esta fórmula:

- Q es el caudal punta correspondiente a un período de retorno dado.
- I es la máxima intensidad media de lluvia en el intervalo de duración igual al tiempo de concentración, para el mismo período de retorno.
- A es la superficie de la cuenca.
- C es el coeficiente de escorrentía.
- K es un coeficiente que depende de las unidades, y que incluye un 20% de aumento en Q, para tener en cuenta las puntas de precipitación. Su valor es 3, estando el caudal en m³/s y el área en km².

El Método Racional presenta una formulación con claro sentido físico que favorece el control de los cálculos y es susceptible de análisis regionales pero versiones tradicionales del mismo como la de la Instrucción 5.2-IC, conducen a resultados que en general sobreestiman la ley de frecuencia de caudales, especialmente en el rango de períodos de retorno bajos y medios.

Por lo que antecede, la Dirección General de Carreteras promovió estudios para lograr una metodología que, conservando las virtudes de la fórmula racional, corrigiera sus deficiencias, aproximando más los resultados a la realidad.

Posteriormente, J.R. Témez, Jefe de Hidrología del CEDEX presentó una nueva y mejor aproximación, resultado de los últimos estudios del método en las cuencas españolas.

La nueva propuesta incluye dos novedades que se introducen en la fórmula mediante sendos coeficientes. Un coeficiente afecta directamente al caudal K , y otro, K_A , lo hace indirectamente, corrigiendo el reparto de la escorrentía en la cuenca.

La fórmula, similar a la anterior, es:

$$Q = \frac{C \cdot A \cdot I}{3,6} \cdot K$$

En esta fórmula, A está en km^2 , I en mm/h y Q en m^3/s . El coeficiente 3,6 indica que, en esta fórmula, el valor del caudal no se incrementa un 20%.

El coeficiente K_A afecta a la intensidad, a través de la máxima precipitación diaria P_d (mm) correspondiente a un período de retorno dado.

El valor medio de P_d en una cuenca se afecta del coeficiente K_A :

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \leq 1$$

Así pues, bajo este aspecto de intensidad de lluvia, si la cuenca es pequeña, $A < 1 \text{ km}^2$, la 5.2-I.C. y el método nuevo coinciden. Caso contrario, los ajustes realizados con las experiencias del autor del método en las cuencas analizadas conducen a una sensible mejora en la estimación, permitiendo además aumentar la validez de la formulación hasta superficies de cuenca de 3.000 km^2 .

El coeficiente K , que afecta directamente al caudal, se justifica en el hecho de que al ir aumentando el tamaño de una cuenca, algunas de las hipótesis del método dejan de cumplirse, exigiendo una corrección de resultados. Uno de los aspectos más importantes a corregir es que presupone que la escorrentía se reparte uniformemente en el intervalo de duración del aguacero.

La corrección se hace a través de K, denominado coeficiente de uniformidad. Aunque varía de un aguacero a otro, su valor medio en una cuenca puede estimarse en función del tiempo de concentración mediante la expresión:

$$K = 1 + \left(1 + \frac{14}{T_c^{1,25}} \right)^{-1}$$

Esta ley está contrastada en varias cuencas españolas.

Como consecuencia de los estudios citados, se sigue que la formulación corregida del método racional es aplicable a cuencas cuyo tiempo de concentración ronda las 24 h y cuando la superficie de la cuenca no rebase los 3.000 km².

Dado que las correcciones del nuevo método no suponen variación alguna sobre la filosofía de la Instrucción 5.2-IC en esta materia -puesto que proceden del CEDEX- y ya que suponen una mejor aproximación a la estimación de caudales, se considera apropiado utilizar en este proyecto la nueva formulación.

FUNCIÓN DE PÉRDIDAS DE PRECIPITACIÓN

Los parámetros de pérdidas sirven para estimar la precipitación eficaz (fracción de la precipitación total que se transforma en caudal de escorrentía) en una cuenca hidrográfica a partir de la lluvia de proyecto.

Los principios básicos y procedimientos descritos en la Instrucción de drenaje 5.2-IC para el cálculo de los parámetros de pérdidas de precipitación, derivan del método desarrollado en los años 60 por el U.S. Soil Conservation Service. En este método, la función de pérdidas se basa en un parámetro único que engloba las características del suelo, su uso y la vegetación que lo recubre.

En la Instrucción 5.2-IC el parámetro de pérdidas se denomina umbral de escorrentía P₀.

UMBRAL DE ESCORRENTÍA, P_0

El parámetro P_0 denominado umbral de escorrentía es un indicador de la cantidad de agua que puede retener un suelo antes de comenzar la escorrentía y de la velocidad de infiltración a través del mismo.

El umbral de escorrentía se expresa en mm y depende del uso de la tierra, pendiente, características hidrológicas del suelo y del tipo de suelo. Su valor se toma de la tabla siguiente, que reproduce la propuesta por la Instrucción 5.2-IC.

El valor de P_0 para una cuenca se obtiene determinando la media ponderada de cada P_0 asociado a un aprovechamiento del suelo según su superficie.

TABLA PARA LA ESTIMACIÓN INICIAL DEL PARÁMETRO P_0

Uso de la tierra	Pendiente %	Características Hidrológicas	Grupo de suelos			
			A	B	C	D
Barbecho	≥ 3	R	15	8	6	5
	≥ 3	N	17	11	8	6
	< 3	R/N	20	14	11	8
Cultivos. en hilera	≥ 3	R	23	13	8	6
	≥ 3	N	25	16	11	8
	< 3	R/N	28	19	14	11
Cereales invierno	≥ 3	R	29	17	10	8
	≥ 3	N	32	19	12	10
	< 3	R/N	34	21	14	12
Rotación de cultivos pobres.	≥ 3	R	26	15	9	6
	≥ 3	N	28	17	11	8
	< 3	R/N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos.	≥ 3	R	37	20	12	9
	≥ 3	N	42	23	14	11
	< 3	R/N	47	25	16	13
Praderas	≥ 3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	-	33	18	13
		Muy buena	-	41	22	15
	< 3	Pobre	58	25	12	7
		Media	-	35	17	10
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal.	≥ 3	Pobre	62	26	15	10
		Media	-	34	19	14
		Buena	-	42	22	16
	< 3	Pobre	-	34	19	14
		Media	-	42	22	15
		Buena	-	50	25	16
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc.)		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	-	34	22	16
		Espesa	-	47	31	23
		Muy espesa	-	65	43	23
Rocas permeables	≥ 3		3			
	< 3		5			
Rocas Impermeables	> 3		2			
	< 3		4			
Firmes granulares sin pavimento.			2			
Adoquinados.			1,5			
Pavimentos bituminosos o de hormigón			1			
Áreas industrializadas			6			
Áreas residenciales o poco industrializadas			11			

Para el uso de esta tabla, los suelos se clasifican en los siguientes grupos:

Clasificación de los suelos a efectos del umbral de escorrentía

GRUPO	INFILTRACIÓN (cuando están muy húmedos)	POTENCIA	TEXTURA	DRENAJE
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

El valor de P_0 obtenido para cada cuenca se multiplica por un coeficiente corrector dado por el mapa de la figura 2.5 presente en la Instrucción 5.2-IC. Este coeficiente refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos, e incluye una mayoración (del orden del 100%) para evitar sobrevaloraciones del caudal de referencia a causa de ciertas simplificaciones del tratamiento estadístico del método hidrometeorológico, lo que ha sido contrastado en distintos ambientes de la geografía española.

En la zona de estudio se ha adoptado el valor 2.6.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía es la fracción de la lluvia que se convierte en escorrentía y se define con la expresión:

$$C = \frac{\left[\left(\frac{P_d}{P_0} \right) - 1 \right] \cdot \left[\left(\frac{P_d}{P_0} \right) + 23 \right]}{\left[\left(\frac{P_d}{P_0} \right) + 11 \right]^2}$$

donde P_d es la precipitación diaria corregida en mm asociada al aguacero de cálculo y P_0 es el umbral de escorrentía.

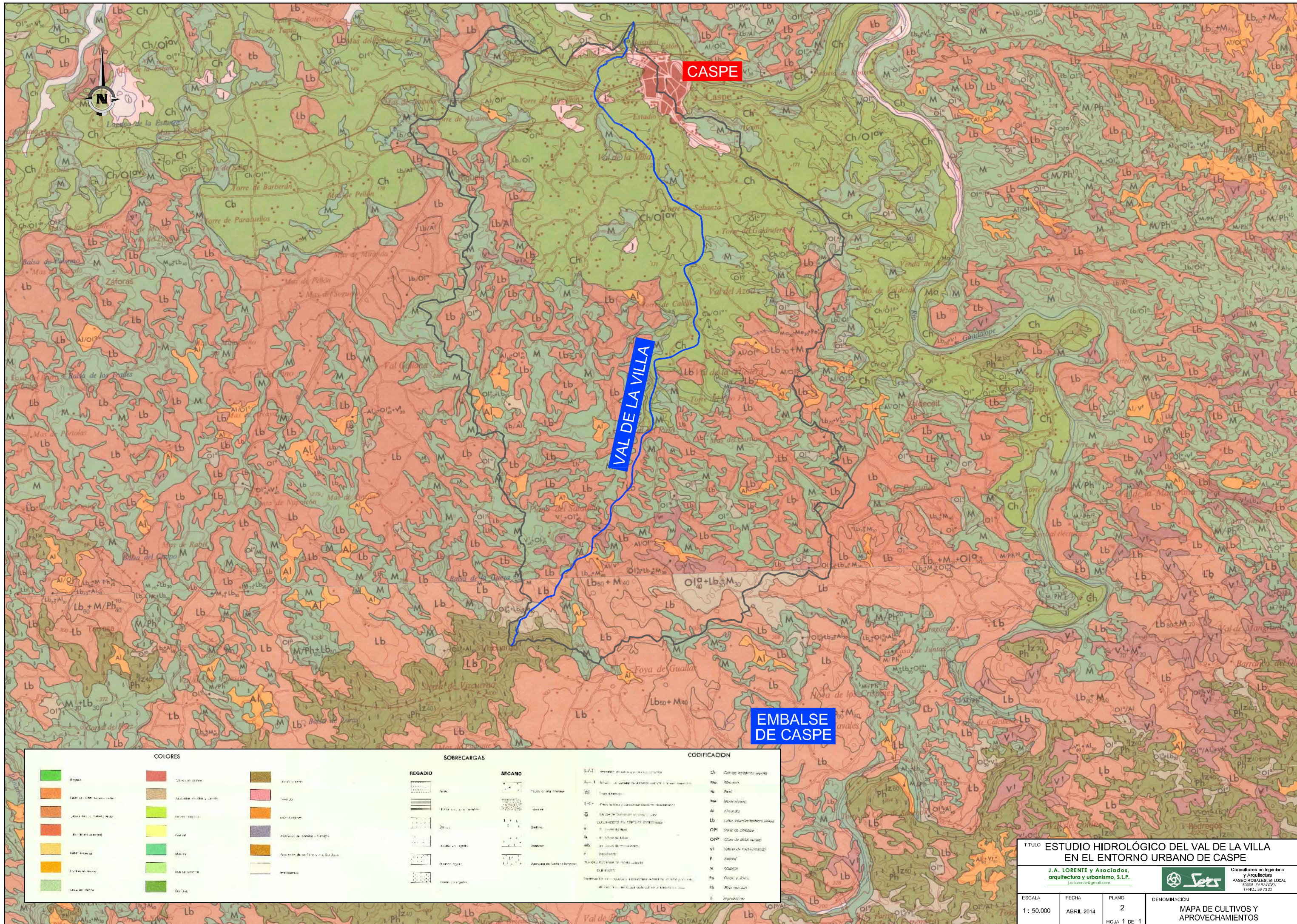
En el caso de que $\frac{P_d}{P_0}$ fuese inferior a la unidad, el coeficiente de escorrentía podría considerarse nulo.

Para obtener el umbral de escorrentía P_0 y a partir de él el coeficiente de escorrentía, se requiere conocer, entre otras cosas, el uso de la tierra y la aptitud del suelo al drenaje. En los dos apartados siguientes se justifican los valores de proyecto de ambos parámetros.

USOS DEL SUELO

Para determinar los usos del suelo en la zona se ha empleado los Mapas de Cultivos y Aprovechamientos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; escala 1:50.000, hojas 442 y 469, y la información recogida en la base de datos de Ocupación del Suelo a nivel nacional (SIOSE) y escala 1:25.000.

A partir de ellos se ha elaborado el plano con el mapa de cultivos y aprovechamientos de la cuenca, que figura a continuación.



CASPE

VAL DE LA VILLA

EMBALSE DE CASPE

COLORES		SOBRECARGAS		CODIFICACION	
	Regadío		Secano		Arroz
	Arroz		Secano		Maíz
	Arroz		Secano		Phacelias
	Arroz		Secano		Matorral
	Arroz		Secano		Alfalfa
	Arroz		Secano		Arroz
	Arroz		Secano		Olivos
	Arroz		Secano		Quercus
	Arroz		Secano		Viveros
	Arroz		Secano		Fuente
	Arroz		Secano		Phacelias
	Arroz		Secano		Industria
	Arroz		Secano		

TÍTULO ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL VAL DE LA VILLA EN EL ENTORNO URBANO DE CASPE

J.A. LORENTE y Asociados, arquitectura y urbanismo, S.L.P.
ja.lorente@gmail.com

Escalera 1 : 50.000
Fecha ABRIL 2014
Plano 2
Denominación MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS

Consultores en Ingeniería y Arquitectura
PASEO ROSALES, 34 LOCAL
50008 ZARAGOZA
TFNO: 97 72 20

Setis

HOJA 1 DE 1

El análisis de dicho mapa, permite establecer la siguiente clasificación de aprovechamientos o usos del suelo existentes en la zona, agrupados en grupos hidrológicos de igual umbral de escorrentía:

- Masa forestal (monte bajo) muy clara
- Masa forestal (monte bajo) clara
- Masa forestal (monte bajo) media
- Rotación de cultivos (se consideran dos tipos, densa y pobre)
- Barbecho
- Cultivos
- Zona urbana

HIDROGEOLOGIA

De acuerdo con el mapa geológico del IGME, hojas 442 y 469, la mayor parte de los materiales de la cuenca de aportación pertenecen al terciario, a la edad oligocénica, recubiertos por depósitos aluviales en el fondo de los valles.

Los materiales de edad oligocénica están constituidos por arcillas, areniscas y calizas, con predominio de los materiales arcillosos y limosos, de manera que constituyen materiales impermeables o de permeabilidad baja.

Los depósitos cuaternarios se consideran de permeabilidad media, y son de pequeña extensión superficial en comparación con los materiales terciarios.

P₀ ADOPTADO

Con la información disponible se ha fijado una permeabilidad lenta, es decir, la correspondiente a suelos tipo C.

En base a los datos expuestos, se estima un valor inicial de P_{0, inicial} de 14,50mm.

El umbral de escorrentía definitivo se obtiene multiplicando el valor de P_0 , inicial por el coeficiente corrector regional de 2,6, resultando un valor de 37,70mm.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Es el tiempo en horas que transcurre entre el comienzo del aguacero y la punta del hidrograma en la sección de control.

En las cuencas pequeñas estudiadas en este apartado en general predomina el recorrido del flujo canalizado por cauces definidos y el tiempo de concentración se calcula mediante la fórmula propuesta en la Instrucción 5.2-IC:

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

En esta fórmula, L es la longitud del curso principal en km, y J es la pendiente media unitaria (m/m) del mismo.

El valor de T_c obtenido debe ser inferior a 24 horas para que el método de cálculo de caudales de 5.2-IC sea aceptable. En este caso el valor obtenido es de 4,10 horas.

LLUVIA DE PROYECTO

La lluvia de proyecto para el método racional es la de intensidad constante que precipita de forma uniforme en la cuenca, con objeto de simular la contribución de toda el área de la misma a la escorrentía.

Para estimar los caudales de referencia la Instrucción 5.2-IC propone la siguiente formulación:

$$I_t/I_d = (I_1/I_d)^{\gamma}$$

En esta fórmula:

I_t es la intensidad en mm/h. de la lluvia de proyecto.

I_d es la intensidad media diaria de precipitación en mm/h. correspondiente al período de retorno considerado y se obtiene repartiendo la precipitación máxima diaria para ese período de retorno en veinticuatro horas.

La relación I_t/I_d , intensidad horaria dividido por intensidad diaria, se deduce de las curvas IDF del estudio pluviométrico. Pero, puesto que para la zona por la que discurre la traza no están disponibles las curvas IDF, se adopta el valor dado por el mapa de la figura 2.2 de la Instrucción 5.2-IC.

Según este mapa se adopta un valor 10,6.

Sustituyendo y reagrupando la fórmula anterior se transforma en:

$$I_t = (Pd / 24) \times 10,6^\gamma$$

Con I_d en mm/h y Pd en mm/día

El exponente γ es:

$$\gamma = \frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}$$

Donde "t" es la duración de la lluvia de proyecto y se toma igual al tiempo de concentración; se expresa en horas.

Resulta de lo que antecede que la intensidad de la lluvia de proyecto es proporcional a la precipitación diaria correspondiente a un período de retorno estipulado.

El cálculo de las máximas precipitaciones diarias en 24 horas para los diferentes periodos de retorno se ha realizado empleando la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular", Ministerio de Fomento 1999.

En la tabla adjunta figuran los valores de la precipitación diaria P_d obtenida para cada cuenca para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500.

$C_v = 0.4$
P. media = 46.50 mm/día

T (años)	2	5	10	25	50	100	200	500
Y_{tr} cuantil regional	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
X_{tr} cuantil local (mm/día)	42.27	57.99	69.38	85.51	98.25	111.74	125.92	145.45

CAUDALES DE REFERENCIA

En las tablas que se presenta a continuación figura el resultado del cálculo de los caudales según el método descrito hasta ahora para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

P_0 (mm)	14.50
Multip. Regional	2.60
P_0 def. (mm)	37.70
Superficie (Km ²)	44.62
Longitud (Km)	12.52
Pendiente (m/m)	0.02603
I_1 / I_d	10.50
T_c' (horas)	4.096

Duración Lluvia (h)	4.096
Coef. reductor lluvia diaria	0.890
Coef. reductor adoptado	0.890
Coef. uniformidad	1.294
Coef. uniformidad adoptado	1.294
I / I_d	4.268

T (años)	P _d (mm)	P _d correg.	I (mm/h)	C. Escorr.	Q (m ³ /s)
2	42.269	37.620	6.69	0.000	0.000
5	57.986	51.609	9.18	0.059	8.649
10	69.378	61.749	10.98	0.098	17.327
25	85.514	76.110	13.53	0.150	32.641
50	98.255	87.449	15.55	0.188	46.966
100	111.740	99.452	17.68	0.226	64.033
200	125.922	112.074	19.93	0.262	83.877
500	145.452	129.457	23.02	0.309	114.004

ANEJO N° 2

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO Nº 2.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

INDICE

1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

APÉNDICE Nº1.- CALCULOS APROXIMADOS EN EL ENTORNO DEL ACCESO A LA EDAR

APÉNDICE Nº2.- CALCULOS APROXIMADOS EN EL ENTORNO DEL CRUCE DEL FFCC

APÉNDICE Nº3.- CALCULOS MEDIANTE HEC-RAS DEL TRAMO ENTRE EL FFCC Y LA A-211

APÉNDICE Nº4.- CALCULOS MEDIANTE HEC-RAS ENTRE LA A-221 Y LA N-211ª Y ENTRE EL
ACCESO A LA EDAR Y EL ANTIGUO CAUCE DEL GIADALOPE

APÉNDICE Nº5.- CURVAS DE INUNDACIÓN

1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Los cálculos hidráulicos se realizan empleando el conocido programa HEC-RAS del "U.S. Army Corps of Engineers", Versión 4.0.

Es un modelo hidráulico unidimensional, que calcula el perfil longitudinal del agua a lo largo de un cauce natural. El cálculo se ha realizado en régimen permanente.

La geometría del cauce se ha obtenido de la cartografía disponible a escala 1:1.000. Donde no se ha dispuesto de la escala 1:1.000, en la zona de aguas arriba del estudio, se ha utilizado la cartografía a escala 1:5.000.

El estudio abarca la zona comprendida aproximadamente entre la N-211A y el antiguo cauce del Guadalope, y se ha dividido en varios tramos:

- Entre el antiguo cauce del Guadalope y el acceso a la EDAR
- Entre el acceso a la EDAR y el FFCC
- Entre el FFCC y la A-221
- Entre la A-221 y la N-211a.

El procedimiento seguido ha sido el siguiente:

Se ha estimado la cota la lámina de agua sobre el acceso a la EDAR teniendo en cuenta la capacidad de desagüe del tubo que cruza el terraplén, de 1,00m de diámetro según la información facilitada. El resultado figura en el apéndice nº1 a este anejo.

Entre el acceso a la EDAR y el FFCC se forma una pequeña balsa, de manera que se calcula mediante tanteos sucesivos el caudal que puede circular por la tubería de La Palafanga y la obra de drenaje del FFCC teniendo en cuenta la cota de agua aguas arriba y aguas abajo del FFCC.

La tubería de La Palafanga se ha considerado de 1,00m de diámetro y el pontón existente bajo el FFCC de 3,00m de ancho y 3,50m de alto hasta la clave del arco superior.

Suponiendo que las conducciones no se atascan y permiten la entrada de agua, los caudales que se han estimado pasan por cada uno de los tres elementos son aproximadamente los siguientes:

Total	Palafanga + Pontón FFCC	Pasos Viarios
114	19	95
64	16	48
47	14,5	32,5

Con estos caudales se rueda el programa HEC-RAS, cuyos resultados se incluyen en el apéndice nº3 de este Anejo.

En esta hipótesis, el caudal debe desaguar por los dos pasos viarios que existen bajo el FFCC, la calle Huesca en la margen oeste, de unos 6m de ancho, y otro en la margen este de unos 4m de ancho.

Las avenidas de periodos de retorno de 500 años y 100 años llegan a pasar por los dos pasos, mientras que la de 50 años solo pasa por la calle Huesca.

Para estos tres caudales, la influencia del FFCC sobre la lámina de agua llega prácticamente hasta la carretera A-221.

Esto es debido a que el FFCC provoca un efecto de embalse al no disponer capacidad de desagüe.

La obra de drenaje existente bajo el FFCC, un pontón de aproximadamente 3,00x3,50m, se encuentra totalmente enterrada de manera que el agua entra a través de una reja horizontal.

Además, en la entrada tiene un estrechamiento de manera que solo queda libre la parte superior del pontón, es decir, la correspondiente al arco (un 37% de su superficie)

En el perfil longitudinal incluido en el Apéndice nº3 de este anejo se aprecia con claridad que la calle Huesca está sobreelevada con respecto al fondo de barranco. Este tiene una cota de fondo de 114,23 y la calle Huesca 114,73.

Corroborando lo anterior, la cota del terreno inmediatamente aguas abajo del FFCC es muy inferior a la de aguas arriba, 110,68 frente a los 114,73 ó 114,23 indicados anteriormente.

Esto hace pensar que el terreno, por una razón u otra, se ha ido rellenando a lo largo del tiempo.

A continuación se incluye una tabla con los resultados del cálculo, incluida en el Apéndice nº3.

HEC-RAS Rver: Val de la Villa Reach: Val de la Villa Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Plan	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
Val de la Villa	779.5	PF 1	Q 500	114.00	120.30	121.70		122.01	0.014377	2.47	46.11	74.70	1.00
Val de la Villa	779.5	PF 1	Q 100	64.00	120.30	121.48	121.48	121.71	0.016145	2.11	30.36	68.19	1.01
Val de la Villa	779.5	PF 1	Q 50	47.00	120.30	121.39	121.39	121.58	0.017028	1.92	24.44	65.58	1.01
Val de la Villa	761.7	PF 1	Q 500	114.00	119.90	121.07		121.25	0.006226	1.88	60.55	78.88	0.69
Val de la Villa	761.7	PF 1	Q 100	64.00	119.90	120.77		120.91	0.007410	1.67	38.27	67.94	0.71
Val de la Villa	761.7	PF 1	Q 50	47.00	119.90	120.66		120.78	0.007024	1.49	31.44	63.45	0.68
Val de la Villa	714.1	PF 1	Q 500	114.00	119.20	121.04		121.10	0.001214	1.12	101.62	83.62	0.32
Val de la Villa	714.1	PF 1	Q 100	64.00	119.20	120.20	120.20	120.40	0.016778	1.98	32.27	81.79	1.01
Val de la Villa	714.1	PF 1	Q 50	47.00	119.20	120.13	120.12	120.29	0.016282	1.74	27.04	81.70	0.96
Val de la Villa	676.3	PF 1	Q 500	114.00	118.15	121.04		121.07	0.000323	0.73	156.64	91.88	0.18
Val de la Villa	676.3	PF 1	Q 100	64.00	118.15	119.88		119.95	0.003016	1.19	53.65	80.32	0.47
Val de la Villa	676.3	PF 1	Q 50	47.00	118.15	119.44	119.44	119.65	0.017244	2.03	23.18	57.82	1.02
Val de la Villa	620.8	PF 1	Q 500	114.00	117.15	121.04		121.06	0.000120	0.55	206.70	86.77	0.11
Val de la Villa	620.8	PF 1	Q 100	64.00	117.15	119.88		119.90	0.000276	0.58	110.08	80.25	0.16
Val de la Villa	620.8	PF 1	Q 50	47.00	117.15	119.16		119.20	0.001906	0.87	53.81	76.38	0.33
Val de la Villa	492.7	PF 1	Q 500	114.00	115.80	121.05		121.05	0.000012	0.22	525.27	164.50	0.04
Val de la Villa	492.7	PF 1	Q 100	64.00	115.80	119.89		119.89	0.000012	0.18	349.53	139.31	0.04
Val de la Villa	492.7	PF 1	Q 50	47.00	115.80	119.18		119.18	0.000015	0.18	257.20	122.37	0.04
Val de la Villa	435.3	PF 1	Q 500	114.00	115.10	121.04		121.05	0.000016	0.24	466.01	149.26	0.04
Val de la Villa	435.3	PF 1	Q 100	64.00	115.10	119.89		119.89	0.000018	0.21	303.96	130.48	0.04
Val de la Villa	435.3	PF 1	Q 50	47.00	115.10	119.18		119.18	0.000022	0.21	219.57	108.59	0.05
Val de la Villa	386	PF 1	Q 500	114.00	114.90	121.04		121.05	0.000008	0.21	537.43	124.52	0.03
Val de la Villa	386	PF 1	Q 100	64.00	114.90	119.89		119.89	0.000006	0.16	402.76	108.33	0.03
Val de la Villa	386	PF 1	Q 50	47.00	114.90	119.18		119.18	0.000005	0.14	328.64	101.70	0.03
Val de la Villa	335.8	PF 1	Q 500	114.00	114.77	121.04		121.05	0.000008	0.22	515.27	115.75	0.03
Val de la Villa	335.8	PF 1	Q 100	64.00	114.77	119.89		119.89	0.000006	0.17	385.78	107.69	0.03
Val de la Villa	335.8	PF 1	Q 50	47.00	114.77	119.18		119.18	0.000006	0.15	312.09	101.12	0.03
Val de la Villa	310.8	PF 1	Q 500	114.00	114.50	121.04		121.05	0.000010	0.24	476.14	108.20	0.04
Val de la Villa	310.8	PF 1	Q 100	64.00	114.50	119.89		119.89	0.000007	0.18	356.37	99.17	0.03
Val de la Villa	310.8	PF 1	Q 50	47.00	114.50	119.18		119.18	0.000008	0.16	287.65	95.58	0.03
Val de la Villa	245.6	PF 1	Q 500	114.00	114.40	121.04		121.04	0.000003	0.13	896.65	222.92	0.02
Val de la Villa	245.6	PF 1	Q 100	64.00	114.40	119.89		119.89	0.000002	0.10	654.18	194.40	0.02
Val de la Villa	245.6	PF 1	Q 50	47.00	114.40	119.18		119.18	0.000002	0.09	525.50	170.19	0.02
Val de la Villa	183.1	PF 1	Q 500	114.00	114.25	121.04		121.04	0.000005	0.17	655.66	150.64	0.03
Val de la Villa	183.1	PF 1	Q 100	64.00	114.25	119.89		119.89	0.000003	0.13	495.06	127.03	0.02
Val de la Villa	183.1	PF 1	Q 50	47.00	114.25	119.18		119.18	0.000003	0.11	411.89	108.68	0.02
Val de la Villa	139.5	PF 1	Q 500	114.00	114.40	121.04		121.04	0.000009	0.22	525.45	126.58	0.03
Val de la Villa	139.5	PF 1	Q 100	64.00	114.40	119.88		119.89	0.000008	0.17	380.32	124.88	0.03
Val de la Villa	139.5	PF 1	Q 50	47.00	114.40	119.18		119.18	0.000007	0.16	297.15	101.74	0.03
Val de la Villa	128.9	PF 1	Q 500	112.00	114.50	121.04		121.04	0.000043	0.36	315.11	116.55	0.07
Val de la Villa	128.9	PF 1	Q 100	63.00	114.50	119.88		119.89	0.000038	0.33	191.42	73.48	0.07
Val de la Villa	128.9	PF 1	Q 50	46.00	114.50	119.17		119.18	0.000036	0.32	143.31	54.13	0.06
Val de la Villa	94.4	PF 1	Q 500	112.00	114.45	121.04		121.04	0.000021	0.30	371.45	157.97	0.06
Val de la Villa	94.4	PF 1	Q 100	63.00	114.45	119.88		119.88	0.000016	0.29	219.94	74.50	0.05
Val de la Villa	94.4	PF 1	Q 50	46.00	114.45	119.18		119.18	0.000014	0.27	172.47	57.25	0.05
Val de la Villa	61.4	PF 1	Q 500	112.00	114.50	121.04		121.04	0.000002	0.12	897.31	201.20	0.02
Val de la Villa	61.4	PF 1	Q 100	63.00	114.50	119.88		119.88	0.000001	0.09	672.15	175.75	0.02
Val de la Villa	61.4	PF 1	Q 50	46.00	114.50	119.18		119.18	0.000001	0.08	550.46	169.14	0.01
Val de la Villa	45.2	PF 1	Q 500	112.00	114.65	121.04		121.04	0.000003	0.16	713.28	170.70	0.02
Val de la Villa	45.2	PF 1	Q 100	63.00	114.65	119.88		119.88	0.000002	0.12	520.64	162.80	0.02
Val de la Villa	45.2	PF 1	Q 50	46.00	114.65	119.18		119.18	0.000003	0.11	406.61	160.40	0.02
Val de la Villa	29	PF 1	Q 500	112.00	114.60	121.04		121.04	0.000001	0.13	855.30	167.70	0.02
Val de la Villa	29	PF 1	Q 100	63.00	114.60	119.88		119.88	0.000001	0.10	661.33	167.43	0.02
Val de la Villa	29	PF 1	Q 50	46.00	114.60	119.18		119.18	0.000001	0.08	543.76	165.79	0.01
Val de la Villa	25	PF 1	Q 500	95.00	115.50	120.75		121.01	0.001084	2.28	41.69	10.00	0.36
Val de la Villa	25	PF 1	Q 100	48.00	115.50	119.76		119.87	0.000548	1.51	31.75	10.00	0.27
Val de la Villa	25	PF 1	Q 50	32.50	115.50	119.08		119.17	0.000465	1.30	25.03	10.00	0.26
Val de la Villa	10	PF 1	Q 500	95.00	116.80	119.68	119.68	120.74	0.006606	4.56	20.84	10.00	1.01
Val de la Villa	10	PF 1	Q 100	48.00	116.80	118.65	118.65	119.60	0.006208	4.31	11.13	6.00	1.01
Val de la Villa	10	PF 1	Q 50	32.50	116.80	118.24	118.24	118.96	0.005894	3.77	8.63	6.00	1.00
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 500	95.00	116.80	117.98	117.98	118.39	0.004418	2.86	33.23	40.00	1.00
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 100	48.00	116.80	117.67	117.67	117.94	0.005057	2.28	21.06	40.00	1.00
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 50	32.50	116.80	117.55	117.55	117.76	0.005617	2.01	16.20	40.00	1.01

En cuanto al paso por la A-221 se ha estimado que la obra de drenaje existente, un pontón de unos 2,00m de ancho y 2,00m de alto, puede admitir unos 20m³/s sin que rebose la carretera.

Los resultados del modelo HEC-RAS en este segundo tramo figuran en la tabla adjunta, extraída del Apéndice nº 4:

HEC-RAS River: Val de la Villa Reach: Val de la Villa Profile: PF 1													
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Val de la Villa	158.00	PF 1	Q 500	114.00	122.60	125.68		125.69	0.000122	0.48	236.59	124.87	0.11
Val de la Villa	158.00	PF 1	Q 100	64.00	122.60	125.42		125.43	0.000096	0.31	205.46	115.66	0.07
Val de la Villa	158.00	PF 1	Q 50	45.00	122.60	126.77		126.77	0.000005	0.11	394.64	153.42	0.02
Val de la Villa	110.00	PF 1	Q 500	114.00	122.00	125.69		125.69	0.000028	0.26	431.71	186.39	0.06
Val de la Villa	110.00	PF 1	Q 100	64.00	122.00	125.43		125.43	0.000011	0.17	384.70	168.13	0.04
Val de la Villa	110.00	PF 1	Q 50	45.00	122.00	126.77		126.77	0.000001	0.07	644.13	205.96	0.01
Val de la Villa	10.00	PF 1	Q 500	114.00	121.10	125.68		125.69	0.000021	0.28	401.48	125.99	0.05
Val de la Villa	10.00	PF 1	Q 100	64.00	121.10	125.42		125.43	0.000008	0.17	369.42	122.12	0.03
Val de la Villa	10.00	PF 1	Q 50	45.00	121.10	126.77		126.77	0.000001	0.08	546.28	140.16	0.01
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 500	114.00	121.00	125.55	125.39	125.67	0.002259	1.56	72.97	128.08	0.66
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 100	64.00	121.00	125.25	125.25	125.41	0.006444	1.75	36.49	117.77	1.01
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 50	45.00	121.00	124.95	124.71	126.60	0.017541	5.70	7.90	2.00	0.91

El marco de 3,00x2,00m de la N-211a, se ha estimado que puede admitir un caudal de unos 20m³/s sin que rebose la carretera.

Se han estimado a partir de cartografía a escala 1:5.000 las cotas que alcanzaría el agua sobre la carretera para los tres periodos de retorno:

Caudal (m ³ /s)	T (años)	Cota (m)
114	500	128.40
64	100	128.05
47	50	127.75

A partir de ahí se estiman las cotas de la lámina de agua hasta llegar al camino que cruza el barranco.

En este tramo finaliza el estudio.

Los resultados de los cálculos realizados se han representado en un plano de planta donde figura la línea de inundación obtenida a partir de la cota de agua resultante en los perfiles utilizados en el cálculo.

Se incluyen en el Apéndice nº5 a este Anejo.

Finalmente señalar que los cálculos se han realizado con un modelo de cálculo unidimensional en régimen permanente, suficiente para la finalidad perseguida, pero si en fases posteriores se requiriera mayor precisión es recomendable utilizar modelos bidimensionales en régimen variable y actualizar y completar la topografía de algunas zonas.

ANEJO N° 2
CÁLCULOS HIDRÁULICOS

APENDICE N°1.- CALCULOS APROXIMADOS
EN EL ENTORNO DEL ACCESO A LA EDAR

CALCULOS APROXIMADOS EN EL ENTORNO DEL ACCESO A LA EDAR

Conducción bajo acceso EDAR

Caudal (m ³ /s)	5.50	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	6.962	
Longitud virtual (m)	35.000	
	Pérdidas	
Entrada (m.c.a.)	1.235	
Conducción (m.c.a.)	4.313	
Salida (m.c.a.)	1.235	Cota lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	6.783	116.78

Conducción bajo acceso EDAR

Caudal (m ³ /s)	5.31	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	6.722	
Longitud (m)	35.000	
	Pérdidas	
Entrada (m.c.a.)	1.152	
Conducción (m.c.a.)	4.02	
Salida (m.c.a.)	1.152	Cota lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	6.324	116.32

TABLA CAUDAL/COTA en el acceso a la EDAR

Caudal (m ³ /s)	W crit.
40	116.33
50	116.41
60	116.48
70	116.54
80	116.60
90	116.65
100	116.70
110	116.75
120	116.79

La capacidad del tubo bajo el acceso a la EDAR se puede aproximar a 5 m³/s

ANEJO N° 2
CÁLCULOS HIDRÁULICOS

APENDICE N°2.- CALCULOS APROXIMADOS EN EL ENTORNO
DEL CRUCE DEL FFCC

CALCULOS APROXIMADOS EN EL ENTORNO DEL CRUCE DEL FFCC

Acceso a la EDAR

Caudal (m ³ /s)	Cota energ. (m)	
40	116.93	
60	117.12	
80	117.26	Lámina agua adoptada,
100	117.39	en general:
120	117.50	117.25

Conducción bajo FFCC (Pontón)

Caudal (m ³ /s)	8.35	
Sección estimada (m ²)	9.53	
Velocidad (m/s)	0.876	
Longitud virtual (m)	35	
	Pérdidas	
Entrada con estrecham. (m.c.a.)	0.711	
Conducción (m.c.a.)	0.014	
Salida (m.c.a.)	0.02	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	0.745	118.00

Conducción bajo FFCC (Palafanga)

Caudal (m ³ /s)	0.89	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	1.127	
Longitud virtual (m)	210	
	Pérdidas	
Entrada (m.c.a.)	0.032	
Conducción (m.c.a.)	0.678	
Salida (m.c.a.)	0.032	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	0.742	117.99

Caudal entubado (m³/s) 9.24

Conducción bajo FFCC (Pontón)

Caudal (m ³ /s)	10.80	
Sección estimada (m ²)	9.53	
Velocidad (m/s)	1.133	
Longitud virtual (m)	35	
		Pérdidas
Entrada con estrecham. (m.c.a.)	1.19	
Conducción (m.c.a.)	0.024	
Salida (m.c.a.)	0.033	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	1.247	118.50

Conducción bajo FFCC (Palafanga)

Caudal (m ³ /s)	1.15	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	1.456	
Longitud virtual (m)	210	
		Pérdidas
Entrada (m.c.a.)	0.054	
Conducción (m.c.a.)	1.132	
Salida (m.c.a.)	0.054	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	1.240	118.49

Caudal entubado (m³/s) 11.95

Conducción bajo FFCC (Pontón)

Caudal (m ³ /s)	12.81	
Sección estimada (m ²)	9.53	
Velocidad (m/s)	1.344	
Longitud virtual (m)	35	
		Pérdidas
Entrada con estrecham. (m.c.a.)	1.674	
Conducción (m.c.a.)	0.033	
Salida (m.c.a.)	0.046	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	1.753	119.00

Conducción bajo FFCC (Palafanga)

Caudal (m ³ /s)	1.36	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	1.722	
Longitud virtual (m)	210	
		Pérdidas
Entrada (m.c.a.)	0.076	
Conducción (m.c.a.)	1.583	
Salida (m.c.a.)	0.076	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	1.735	118.99

Caudal entubado (m³/s) 14.17

Conducción bajo FFCC (Pontón)

Caudal (m ³ /s)	14.50	
Sección estimada (m ²)	9.53	
Velocidad (m/s)	1.522	
Longitud virtual (m)	35	
	Pérdidas	
Entrada con estrecham. (m.c.a.)	2.145	
Conducción (m.c.a.)	0.043	
Salida (m.c.a.)	0.059	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	2.247	119.50

Conducción bajo FFCC (Palafanga)

Caudal (m ³ /s)	1.55	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	1.962	
Longitud virtual (m)	210	
	Pérdidas	
Entrada (m.c.a.)	0.098	
Conducción (m.c.a.)	2.056	
Salida (m.c.a.)	0.098	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	2.252	119.50

Caudal entubado (m³/s) 16.05

Conducción bajo FFCC (Pontón)

Caudal (m ³ /s)	16.05	
Sección estimada (m ²)	9.53	
Velocidad (m/s)	1.684	
Longitud virtual (m)	35	
	Pérdidas	
Entrada con estrecham. (m.c.a.)	2.629	
Conducción (m.c.a.)	0.052	
Salida (m.c.a.)	0.072	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	2.753	120.00

Conducción bajo FFCC (Palafanga)

Caudal (m ³ /s)	1.71	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	2.165	
Longitud virtual (m)	210	
	Pérdidas	
Entrada (m.c.a.)	0.119	
Conducción (m.c.a.)	2.503	
Salida (m.c.a.)	0.119	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	2.741	119.99

Caudal entubado (m³/s) 17.76

Conducción bajo FFCC (Pontón)

Caudal (m ³ /s)	17.43	
Sección estimada (m ²)	9.53	
Velocidad (m/s)	1.829	
Longitud virtual (m)	35	
	Pérdidas	
Entrada con estrecham. (m.c.a.)	3.099	
Conducción (m.c.a.)	0.062	
Salida (m.c.a.)	0.085	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	3.246	120.50

Conducción bajo FFCC (Palafanga)

Caudal (m ³ /s)	1.86	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	2.354	
Longitud virtual (m)	210	
	Pérdidas	
Entrada (m.c.a.)	0.141	
Conducción (m.c.a.)	2.959	
Salida (m.c.a.)	0.141	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	3.241	120.49

Caudal entubado (m³/s) 19.29

Conducción bajo FFCC (Pontón)

Caudal (m ³ /s)	18.74	
Sección estimada (m ²)	9.53	
Velocidad (m/s)	1.966	
Longitud virtual (m)	35	
	Pérdidas	
Entrada con estrecham. (m.c.a.)	3.583	
Conducción (m.c.a.)	0.071	
Salida (m.c.a.)	0.099	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	3.753	121.00

Conducción bajo FFCC (Palafanga)

Caudal (m ³ /s)	2.00	
Sección estimada (m ²)	0.79	
Velocidad (m/s)	2.532	
Longitud virtual (m)	210	
	Pérdidas	
Entrada (m.c.a.)	0.163	
Conducción (m.c.a.)	3.423	
Salida (m.c.a.)	0.163	Lámina agua
Total pérdidas (m.c.a.)	3.749	121.00

Caudal entubado (m³/s) 20.74

RESUMEN CALCULO APROXIMADO

Caudal (m ³ /s)	Cota lámina A.A. FFCC
9.24	118.00
11.95	118.50
14.17	119.00
16.05	119.50
17.76	120.00
19.29	120.50
20.74	121.00

VALORES OBTENIDOS POR INTERPOLACION

Caudal (m ³ /s)	Cota lámina A.A. FFCC
9.24	118.00
9.78	118.10
10.32	118.20
10.87	118.30
11.41	118.40
11.95	118.50
12.39	118.60
12.84	118.70
13.28	118.80
13.73	118.90
14.17	119.00
14.55	119.10
14.92	119.20
15.30	119.30
15.67	119.40
16.05	119.50
16.39	119.60
16.73	119.70
17.08	119.80
17.42	119.90
17.76	120.00
18.07	120.10
18.37	120.20
18.68	120.30
18.98	120.40
19.29	120.50
19.58	120.60
19.87	120.70
20.16	120.80
20.45	120.90
20.74	121.00

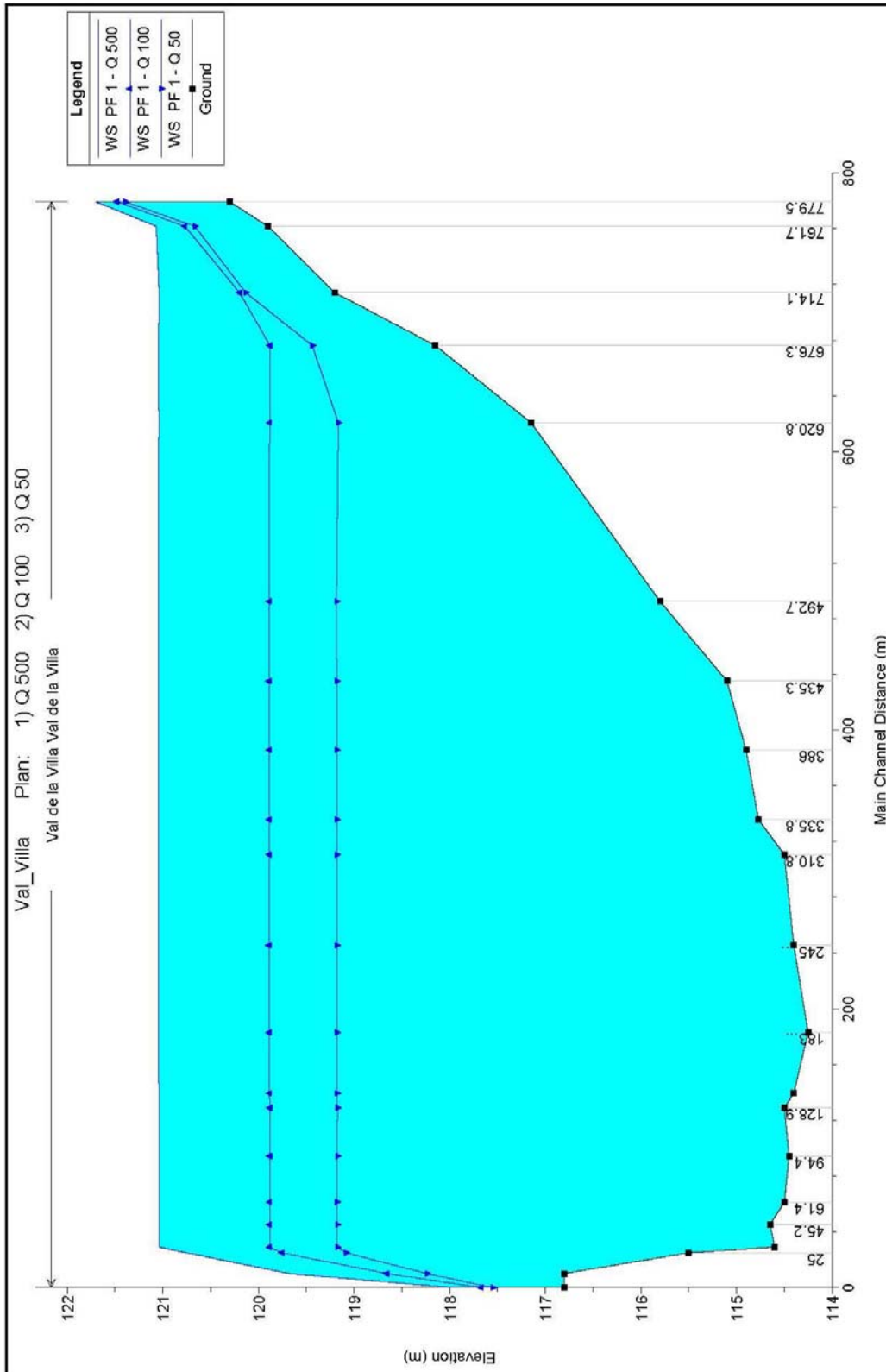
ANEJO N° 2

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

APENDICE N°3.- CALCULOS MEDIANTE HEC-RAS DEL TRAMO ENTRE EL FFCC Y LA A-221

HEC-RAS Rrver: Val de la Villa Reach: Val de la Villa Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Val de la Villa	779.5	PF 1	Q 500	114.00	120.30	121.70	121.70	122.01	0.014377	2.47	46.11	74.70	1.00
Val de la Villa	779.5	PF 1	Q 100	64.00	120.30	121.48	121.48	121.71	0.016145	2.11	30.36	68.19	1.01
Val de la Villa	779.5	PF 1	Q 50	47.00	120.30	121.39	121.39	121.58	0.017028	1.92	24.44	65.58	1.01
Val de la Villa	761.7	PF 1	Q 500	114.00	119.90	121.07		121.25	0.006226	1.88	60.55	78.88	0.69
Val de la Villa	761.7	PF 1	Q 100	64.00	119.90	120.77		120.91	0.007410	1.67	38.27	67.94	0.71
Val de la Villa	761.7	PF 1	Q 50	47.00	119.90	120.66		120.78	0.007024	1.49	31.44	63.45	0.68
Val de la Villa	714.1	PF 1	Q 500	114.00	119.20	121.04		121.10	0.001214	1.12	101.62	83.62	0.32
Val de la Villa	714.1	PF 1	Q 100	64.00	119.20	120.20	120.20	120.40	0.016778	1.98	32.27	81.79	1.01
Val de la Villa	714.1	PF 1	Q 50	47.00	119.20	120.13	120.12	120.29	0.016282	1.74	27.04	81.70	0.96
Val de la Villa	676.3	PF 1	Q 500	114.00	118.15	121.04		121.07	0.000323	0.73	156.64	91.88	0.18
Val de la Villa	676.3	PF 1	Q 100	64.00	118.15	119.88		119.95	0.003016	1.19	63.65	80.32	0.47
Val de la Villa	676.3	PF 1	Q 50	47.00	118.15	119.44	119.44	119.65	0.017244	2.03	23.18	57.82	1.02
Val de la Villa	620.8	PF 1	Q 500	114.00	117.15	121.04		121.06	0.000120	0.55	206.70	86.77	0.11
Val de la Villa	620.8	PF 1	Q 100	64.00	117.15	119.88		119.90	0.000276	0.58	110.08	80.25	0.16
Val de la Villa	620.8	PF 1	Q 50	47.00	117.15	119.16		119.20	0.001506	0.87	53.81	76.38	0.33
Val de la Villa	492.7	PF 1	Q 500	114.00	115.80	121.05		121.05	0.000012	0.22	525.27	164.50	0.04
Val de la Villa	492.7	PF 1	Q 100	64.00	115.80	119.89		119.89	0.000012	0.18	349.53	139.31	0.04
Val de la Villa	492.7	PF 1	Q 50	47.00	115.80	119.18		119.18	0.000015	0.18	257.20	122.37	0.04
Val de la Villa	435.3	PF 1	Q 500	114.00	115.10	121.04		121.05	0.000016	0.24	466.01	149.26	0.04
Val de la Villa	435.3	PF 1	Q 100	64.00	115.10	119.89		119.89	0.000018	0.21	303.96	130.48	0.04
Val de la Villa	435.3	PF 1	Q 50	47.00	115.10	119.18		119.18	0.000022	0.21	219.57	108.59	0.05
Val de la Villa	386	PF 1	Q 500	114.00	114.90	121.04		121.05	0.000008	0.21	537.43	124.52	0.03
Val de la Villa	386	PF 1	Q 100	64.00	114.90	119.89		119.89	0.000006	0.16	402.76	108.33	0.03
Val de la Villa	386	PF 1	Q 50	47.00	114.90	119.18		119.18	0.000005	0.14	328.64	101.70	0.03
Val de la Villa	335.8	PF 1	Q 500	114.00	114.77	121.04		121.05	0.000008	0.22	515.27	115.75	0.03
Val de la Villa	335.8	PF 1	Q 100	64.00	114.77	119.89		119.89	0.000006	0.17	385.78	107.69	0.03
Val de la Villa	335.8	PF 1	Q 50	47.00	114.77	119.18		119.18	0.000006	0.15	312.09	101.12	0.03
Val de la Villa	310.8	PF 1	Q 500	114.00	114.50	121.04		121.05	0.000010	0.24	476.14	108.20	0.04
Val de la Villa	310.8	PF 1	Q 100	64.00	114.50	119.89		119.89	0.000007	0.18	356.37	99.17	0.03
Val de la Villa	310.8	PF 1	Q 50	47.00	114.50	119.18		119.18	0.000008	0.16	287.65	95.58	0.03
Val de la Villa	245.6	PF 1	Q 500	114.00	114.40	121.04		121.04	0.000003	0.13	896.65	222.92	0.02
Val de la Villa	245.6	PF 1	Q 100	64.00	114.40	119.89		119.89	0.000002	0.10	654.18	194.40	0.02
Val de la Villa	245.6	PF 1	Q 50	47.00	114.40	119.18		119.18	0.000002	0.09	525.50	170.19	0.02
Val de la Villa	183.1	PF 1	Q 500	114.00	114.25	121.04		121.04	0.000005	0.17	655.66	150.64	0.03
Val de la Villa	183.1	PF 1	Q 100	64.00	114.25	119.89		119.89	0.000003	0.13	495.06	127.03	0.02
Val de la Villa	183.1	PF 1	Q 50	47.00	114.25	119.18		119.18	0.000003	0.11	411.89	108.68	0.02
Val de la Villa	139.5	PF 1	Q 500	114.00	114.40	121.04		121.04	0.000009	0.22	525.45	126.58	0.03
Val de la Villa	139.5	PF 1	Q 100	64.00	114.40	119.88		119.89	0.000008	0.17	380.32	124.88	0.03
Val de la Villa	139.5	PF 1	Q 50	47.00	114.40	119.18		119.18	0.000007	0.16	297.15	101.74	0.03
Val de la Villa	128.9	PF 1	Q 500	112.00	114.50	121.04		121.04	0.000043	0.36	315.11	116.55	0.07
Val de la Villa	128.9	PF 1	Q 100	63.00	114.50	119.88		119.89	0.000038	0.33	191.42	73.48	0.07
Val de la Villa	128.9	PF 1	Q 50	46.00	114.50	119.17		119.18	0.000036	0.32	143.31	54.13	0.06
Val de la Villa	94.4	PF 1	Q 500	112.00	114.45	121.04		121.04	0.000021	0.30	371.45	157.97	0.06
Val de la Villa	94.4	PF 1	Q 100	63.00	114.45	119.88		119.88	0.000016	0.29	219.94	74.50	0.05
Val de la Villa	94.4	PF 1	Q 50	46.00	114.45	119.18		119.18	0.000014	0.27	172.47	57.25	0.05
Val de la Villa	61.4	PF 1	Q 500	112.00	114.50	121.04		121.04	0.000002	0.12	897.31	201.20	0.02
Val de la Villa	61.4	PF 1	Q 100	63.00	114.50	119.88		119.88	0.000001	0.09	672.15	175.75	0.02
Val de la Villa	61.4	PF 1	Q 50	46.00	114.50	119.18		119.18	0.000001	0.08	550.46	169.14	0.01
Val de la Villa	45.2	PF 1	Q 500	112.00	114.65	121.04		121.04	0.000003	0.16	713.28	170.70	0.02
Val de la Villa	45.2	PF 1	Q 100	63.00	114.65	119.88		119.88	0.000002	0.12	520.64	162.80	0.02
Val de la Villa	45.2	PF 1	Q 50	46.00	114.65	119.18		119.18	0.000003	0.11	406.61	160.40	0.02
Val de la Villa	29	PF 1	Q 500	112.00	114.60	121.04		121.04	0.000001	0.13	855.30	167.70	0.02
Val de la Villa	29	PF 1	Q 100	63.00	114.60	119.88		119.88	0.000001	0.10	661.33	167.43	0.02
Val de la Villa	29	PF 1	Q 50	46.00	114.60	119.18		119.18	0.000001	0.08	543.76	165.79	0.01
Val de la Villa	25	PF 1	Q 500	95.00	115.50	120.75		121.01	0.001084	2.28	41.69	10.00	0.36
Val de la Villa	25	PF 1	Q 100	48.00	115.50	119.76		119.87	0.000548	1.51	31.75	10.00	0.27
Val de la Villa	25	PF 1	Q 50	32.50	115.50	119.08		119.17	0.000465	1.30	25.03	10.00	0.26
Val de la Villa	10	PF 1	Q 500	95.00	116.80	119.68	119.68	120.74	0.006606	4.56	20.84	10.00	1.01
Val de la Villa	10	PF 1	Q 100	48.00	116.80	118.65	118.65	119.60	0.006208	4.31	11.13	6.00	1.01
Val de la Villa	10	PF 1	Q 50	32.50	116.80	118.24	118.24	118.96	0.005894	3.77	8.63	6.00	1.00
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 500	95.00	116.80	117.98	117.98	118.39	0.004418	2.86	33.23	40.00	1.00
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 100	48.00	116.80	117.67	117.67	117.94	0.005057	2.28	21.06	40.00	1.00
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 50	32.50	116.80	117.55	117.55	117.76	0.005517	2.01	16.20	40.00	1.01



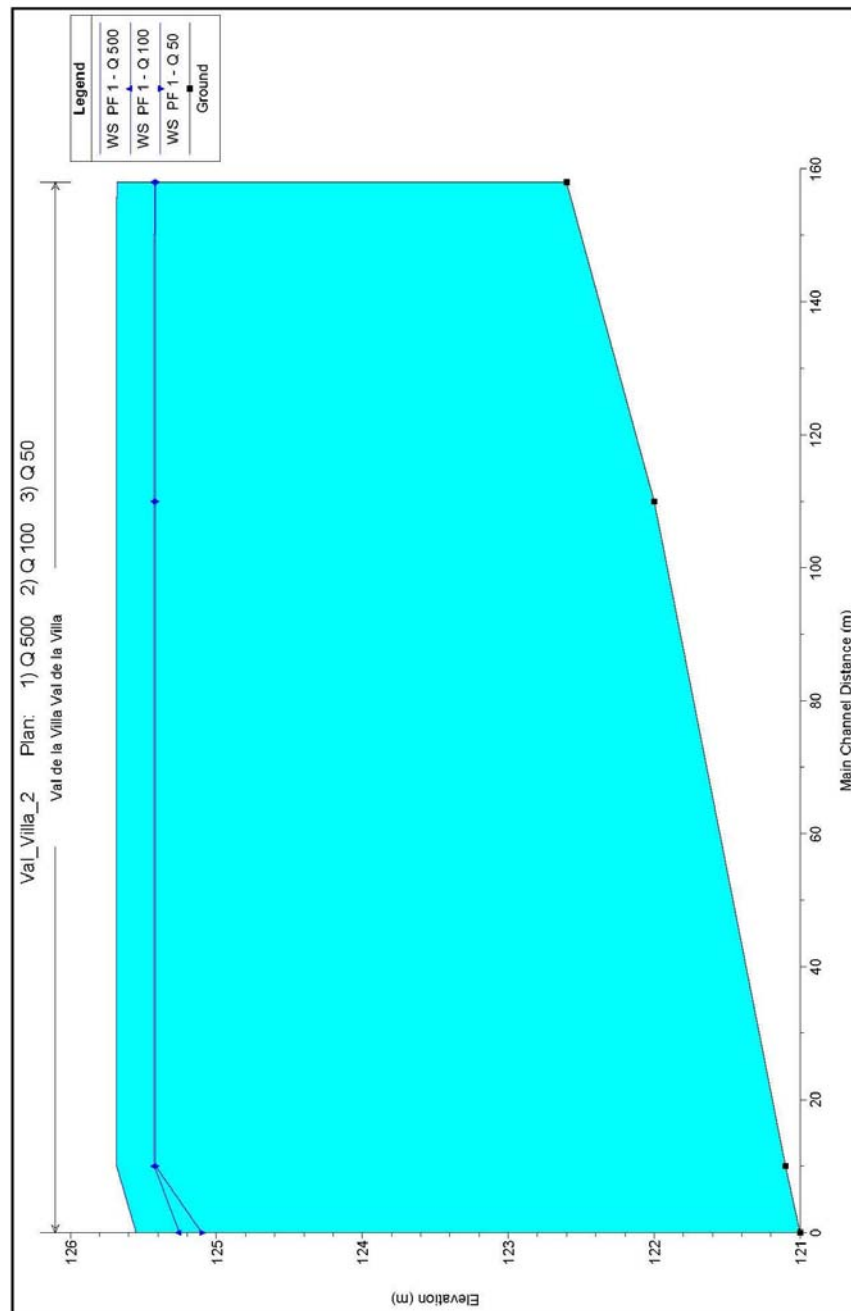
ANEJO N° 2

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

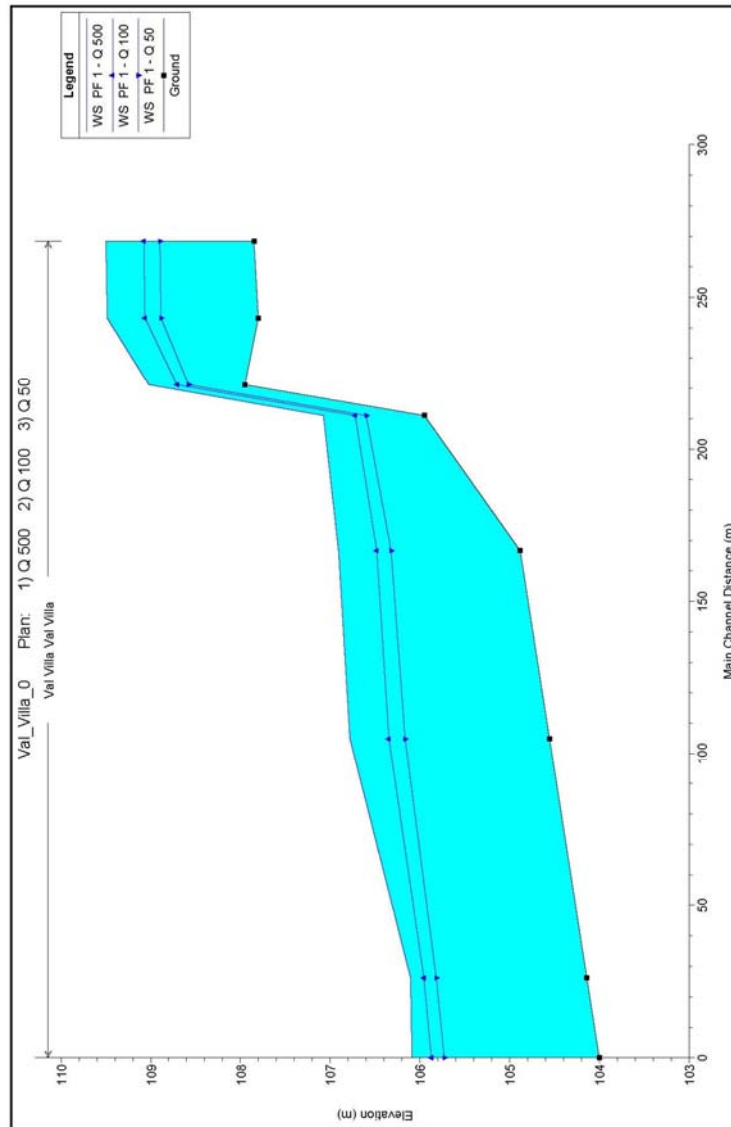
APENDICE N°4.- CALCULOS MEDIANTE HEC-RAS DEL TRAMO ENTRE LA A-221 Y LA N-211A Y ENTRE EL ACCESO A LA EDAR Y EL ANTIGUO CAUCE DEL GUADALOPE

HEC-RAS River: Val de la Villa Reach: Val de la Villa Profile: PF 1

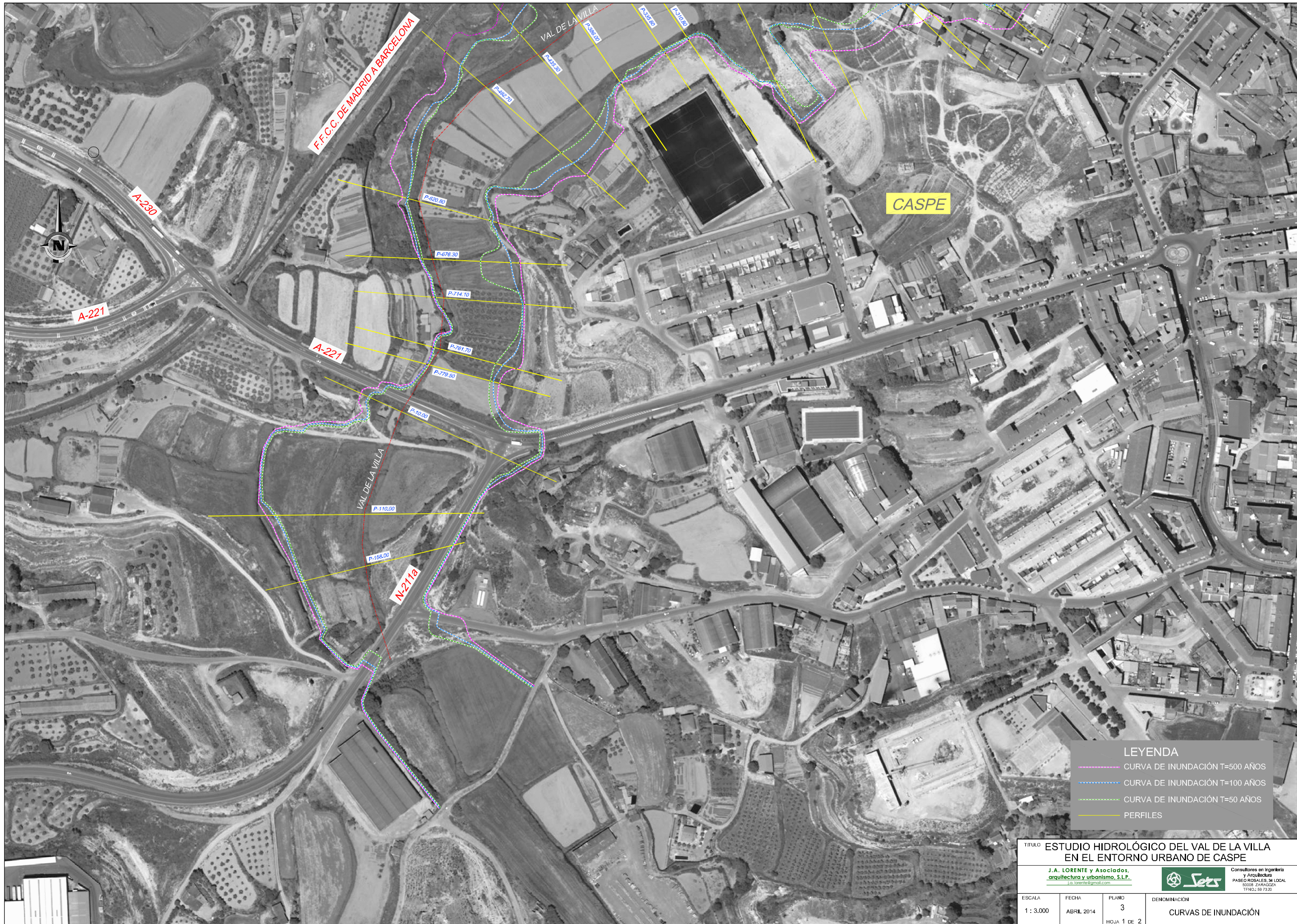
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Val de la Villa	158.00	PF 1	Q 500	114.00	122.60	125.68		125.69	0.000122	0.48	236.59	124.87	0.11
Val de la Villa	158.00	PF 1	Q 100	64.00	122.60	125.42		125.43	0.000056	0.31	205.48	115.86	0.07
Val de la Villa	158.00	PF 1	Q 50	45.00	122.60	126.77		126.77	0.000005	0.11	394.64	153.42	0.02
Val de la Villa	110.00	PF 1	Q 500	114.00	122.00	125.69		125.69	0.000028	0.26	431.71	186.39	0.06
Val de la Villa	110.00	PF 1	Q 100	64.00	122.00	125.43		125.43	0.000011	0.17	384.70	168.13	0.04
Val de la Villa	110.00	PF 1	Q 50	45.00	122.00	126.77		126.77	0.000001	0.07	644.13	205.96	0.01
Val de la Villa	10.00	PF 1	Q 500	114.00	121.10	125.68		125.69	0.000021	0.28	401.48	125.99	0.05
Val de la Villa	10.00	PF 1	Q 100	64.00	121.10	125.42		125.43	0.000008	0.17	369.42	122.12	0.03
Val de la Villa	10.00	PF 1	Q 50	45.00	121.10	126.77		126.77	0.000001	0.08	546.28	140.16	0.01
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 500	114.00	121.00	125.55	125.39	125.67	0.002259	1.56	72.97	128.08	0.66
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 100	64.00	121.00	125.25	125.25	125.41	0.006444	1.75	36.49	117.77	1.01
Val de la Villa	0.00	PF 1	Q 50	45.00	121.00	124.95	124.71	126.60	0.017541	5.70	7.90	2.00	0.91



Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Val Villa	268.30	PF 1	Q 500	114.00	107.85	109.50		109.55	0.000786	1.02	112.23	78.00	0.27
Val Villa	268.30	PF 1	Q 100	64.00	107.85	109.08		109.11	0.000744	0.80	79.67	75.71	0.26
Val Villa	268.30	PF 1	Q 50	47.00	107.85	108.90		108.92	0.000730	0.71	66.22	74.73	0.24
Val Villa	243.2	PF 1	Q 500	114.00	107.80	109.49		109.53	0.000677	0.98	116.91	75.95	0.25
Val Villa	243.2	PF 1	Q 100	64.00	107.80	109.06		109.09	0.000605	0.75	85.00	75.25	0.23
Val Villa	243.2	PF 1	Q 50	47.00	107.80	108.88		108.91	0.000572	0.66	71.60	74.96	0.21
Val Villa	221.20	PF 1	Q 500	114.00	107.95	109.02	109.02	109.46	0.013189	2.92	39.00	45.28	1.01
Val Villa	221.20	PF 1	Q 100	64.00	107.95	108.71	108.71	109.03	0.014657	2.50	25.56	40.51	1.01
Val Villa	221.20	PF 1	Q 50	47.00	107.95	108.58	108.58	108.85	0.015342	2.30	20.48	38.55	1.01
Val Villa	211.05	PF 1	Q 500	114.00	105.95	107.07		107.24	0.007434	1.79	83.54	102.12	0.73
Val Villa	211.05	PF 1	Q 100	64.00	105.95	106.72		106.91	0.010514	1.91	33.42	63.66	0.84
Val Villa	211.05	PF 1	Q 50	47.00	105.95	106.60		106.77	0.012366	1.82	25.81	59.46	0.88
Val Villa	166.65	PF 1	Q 500	114.00	104.88	106.91		107.01	0.003230	1.43	79.72	95.60	0.60
Val Villa	166.65	PF 1	Q 100	64.00	104.88	106.48		106.59	0.004616	1.44	44.55	89.51	0.57
Val Villa	166.65	PF 1	Q 50	47.00	104.88	106.32		106.42	0.004910	1.37	34.19	59.73	0.58
Val Villa	104.80	PF 1	Q 500	114.00	104.55	106.78		106.85	0.001927	1.19	95.93	103.40	0.39
Val Villa	104.80	PF 1	Q 100	64.00	104.55	106.34		106.41	0.001791	1.09	59.94	69.91	0.37
Val Villa	104.80	PF 1	Q 50	47.00	104.55	106.17		106.22	0.002056	1.01	46.65	67.74	0.39
Val Villa	26.20	PF 1	Q 500	114.00	104.14	106.10	106.09	106.50	0.012791	2.80	40.75	50.23	0.99
Val Villa	26.20	PF 1	Q 100	64.00	104.14	105.96		106.14	0.007056	1.92	33.41	46.51	0.72
Val Villa	26.20	PF 1	Q 50	47.00	104.14	105.82		105.96	0.005160	1.70	27.64	36.36	0.62
Val Villa	0	PF 1	Q 500	114.00	104.00	105.09	105.80	106.23	0.005002	1.64	69.60	94.96	0.61
Val Villa	0	PF 1	Q 100	64.00	104.00	106.87	105.49	104.96	0.006008	1.31	48.98	94.02	0.68
Val Villa	0	PF 1	Q 50	47.00	104.00	105.73	105.47	105.81	0.004891	1.29	36.41	70.98	0.68



ANEJO N° 2
CÁLCULOS HIDRÁULICOS
APENDICE N°5.- CURVAS DE INUNDACIÓN



LEYENDA

- CURVA DE INUNDACIÓN T=500 AÑOS
- CURVA DE INUNDACIÓN T=100 AÑOS
- CURVA DE INUNDACIÓN T=50 AÑOS
- PERFILES

TÍTULO ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL VAL DE LA VILLA EN EL ENTORNO URBANO DE CASPE

J.A. LORENTE y Asociados, arquitectura y urbanismo, S.L.P.
 J.a.lorente@gmail.com

Sets Consultores en Ingeniería y Arquitectura
 PASEO ROSALES, 34 LOCAL 50008 ZARAGOZA
 T.FNO: 98 72 20

ESCALA 1 : 3.000	FECHA ABRIL 2014	PLANO 3 HOJA 1 DE 2	DENOMINACIÓN CURVAS DE INUNDACIÓN
---------------------	---------------------	---------------------------	--------------------------------------



LEYENDA

- CURVA DE INUNDACIÓN T=500 AÑOS
- CURVA DE INUNDACIÓN T=100 AÑOS
- CURVA DE INUNDACIÓN T=50 AÑOS
- PERFILES



TÍTULO ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL VAL DE LA VILLA EN EL ENTORNO URBANO DE CASPE			
J.A. LORENTE y Asociados, arquitectura y urbanismo, S.L.P. <small>J.a.lorente@gmail.com</small>			
 <small>Consultores en Ingeniería y Arquitectura PASEO ROSALES, 34 LOCAL 50008 ZARAGOZA TFNO: 2 99 73 20</small>			
ESCALA	FECHA	PLANO	DENOMINACIÓN
1 : 3.000	ABRIL 2014	3 HOJA 2 DE 2	CURVAS DE INUNDACIÓN