



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros
de Caminos, Canales y Puertos

CÁLCULO HIDRÁULICO PARA “PROYECTO BÁSICO PARA LA MEJORA DEL PASO SOBRE EL RÍO SERPIS EN EL ENTORNO DE L’ALQUERIA D’ASNAR”

TRABAJO FINAL DE GRADO

SILVIA VELASCO PÉREZ

RICARDO VALIENTE SANZ

MIGUEL ÁNGEL EGUIBAR GALÁN

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

MAYO 2014

ÍNDICE

1. RESUMEN
2. MEMORIA
3. ANEJO Nº1 INFORMACIÓN BÁSICA
4. ANEJO Nº2 TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO
5. ANEJO Nº3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
6. ANEJO Nº4 HIDROLOGÍA
7. ANEJO Nº5 HIDRÁULICA
8. BIBLIOGRAFÍA



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros
de Caminos, Canales y Puertos

MEMORIA

CÁLCULO HIDRÁULICO PARA "PROYECTO BÁSICO PARA LA MEJORA DEL PASO SOBRE EL RÍO SERPIS
EN EL ENTORNO DE L'ALQUERIA D'ASNAR"

VELASCO PÉREZ, SILVIA

MAYO 2014

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	9
3. ANTECEDENTES	13
3.1 ESTADO ACTUAL	15
3.2 CLIMATOLOGÍA	15
4. ESTUDIOS PREVIOS	17
3.3 TOPOGRAFÍA	19
3.4 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	19
5. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA	21
6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS	25
5.1 MÉTODO D.G.C	27
5.2 ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	27
7. CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO	29
6.1 MÉTODO RACIONAL MODIFICADO	31
5.3 PROGRAMA HEC-HMS	36
5.4 CONCLUSIONES	36
8. MODELIZACIÓN EN HEC-RAS	37
9. CONCLUSIÓN	43

INTRODUCCIÓN

El objeto del presente proyecto es mejorar la comunicación vial existente entre L'Alqueria d'Asnar y la Rambla de Domínguez.

Este proyecto se divide en dos partes:

- Cálculo Hidráulico para Proyecto Básico para la mejora del paso sobre el río Serpis en el entorno de L'Alqueria d'Asnar.
- Proyecto Básico para la mejora del paso sobre el río Serpis en el entorno de L'Alqueria d'Asnar.

La primera de ellas consiste en la realización de los cálculos hidráulicos del cauce del río Serpis tras la ejecución de la estructura. En esta parte del proyecto, se determinarán tanto los caudales de diseño para tres periodos de retorno (25, 100 y 500 años) así como el funcionamiento hidráulico del cauce.

La segunda de ellas tiene como objeto definir, valorar y justificar las obras que se llevarán a cabo. Para ello, se procede a analizar los requerimientos básicos intervinientes en la definición de la tipología a utilizar, luego se realiza la justificación de las dimensiones geométricas, los cálculos estructurales y, finalmente, se realiza una sucinta valoración económica.

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

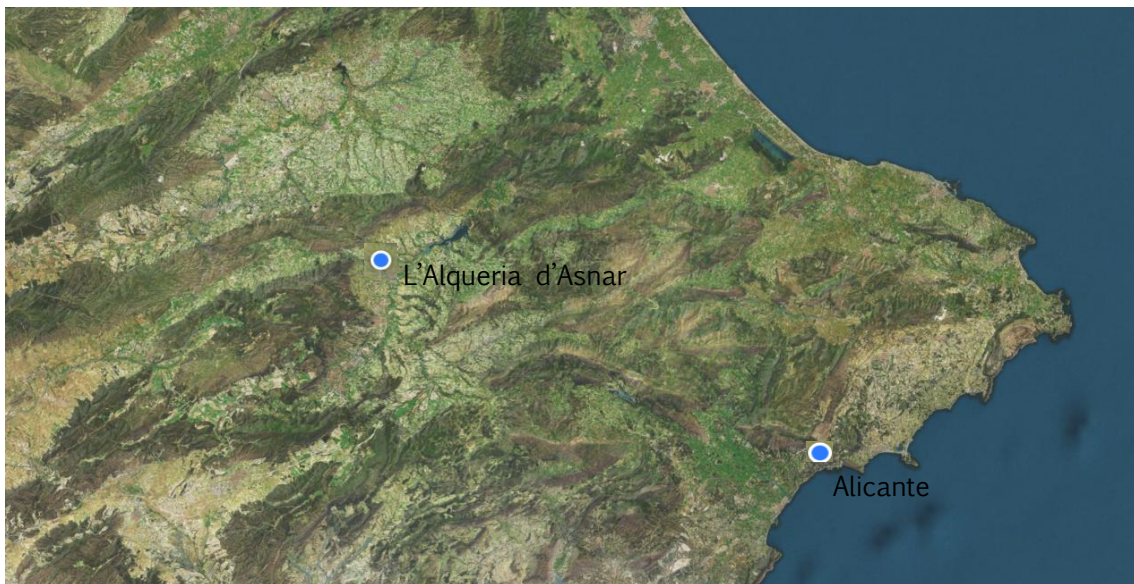
La obra se sitúa en el sur del municipio de L'Alqueria d'Asnar (Alicante), sobre el río Serpis.

Este municipio está situado al norte de la provincia de Alicante, perteneciente a la Comunidad Valencia (España).

El paso comunica el término municipal de L'Alqueria d'Asnar con la Rambla de Domínguez.

Las coordenadas en las que se sitúa la obra son:

38°46'10.83"N 0°25'25.46"O



INFORMACIÓN BÁSICA

3.1 ESTADO ACTUAL.

Existe en la actualidad un terraplén que salvaguarda el paso sobre el río Serpis.

Se pretende reemplazar dicho terraplén por una infraestructura que mejore las condiciones de tránsito.

Por la orografía del terreno existente y el cauce pasante, se puede decir que la luz a salvar es mínima.

Los terrenos no presentan ningún problema de expropiación ya que pertenecen al Ayuntamiento.

El terraplén existente se procede a quitar después de la finalización de las obras, evitando así la detención del tráfico a los terrenos colindantes al municipio.



3.2 CLIMATOLOGÍA.

Alcoy posee un clima característico del mediterráneo con inviernos fríos y veranos calurosos.

La temperatura media anual es de 15°C. Los meses más calurosos son julio y agosto con temperaturas medias ligeramente superiores a los 21°C. Las temperaturas máximas pueden alcanzar los 40°C en verano y las mínimas -11°C en invierno.

La precipitación media anual de la zona es aproximadamente de 500 mm/año. Se observa un máximo absoluto en el mes de octubre y un mínimo en el mes de julio, seguido del mes de febrero.

ESTUDIOS PREVIOS

4.1 TOPOGRAFÍA.

Se ha utilizado como sistema de referencia el sistema de coordenadas UTM30.

Se ha obtenido un mapa topográfico con curvas de nivel representadas cada metro a partir del mapa obtenido de la página web de Terrasit (portal de información geográfica de la Comunidad Valenciana).

Además, se han definido 8 bases de replanteo numeradas desde P1 hasta P8. Cuatro de las bases se localizan en L'Alqueria d'Asnar, y otras cuatro en la Rambla de Domínguez.

4.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.

Respecto a la geología, la zona de estudio es de topografía ondulada y alomada que, transversalmente, se ve cortada bruscamente por numerosos y fuertes barrancos correspondientes a los afluentes del río Serpis, que originan escarpes subverticales de entre 10 y 30 m de altura.

Los acuíferos principales son de naturaleza carbonatada o detríticos. La erosión más importante que puede darse en la zona de estudio es la hídrico-fluvial.

En la zona se encuentran materiales del tipo margas y calizas, estas últimas con muy poco espesor. Las margas son materiales poco o nada permeables, hecho que favorece una importante escorrentía superficial que provoca la erosión de las margas.

De acuerdo a la geotecnia, la cota de cimentación se encuentra a los 2 metros. La σ_{adm} recomendada es de 16.75 t/m². El factor de seguridad para cimentaciones superficiales en suelos cohesivos es ≥ 3 .

En los casos más desfavorables, los asentos calculados son perfectamente admisibles para las estructuras proyectadas. Se recomienda dejar un espesor de suelo de unos 15 cm sin excavar en el fondo de cajeo de todas las zapatas, al objeto de preservar el plano de cimiento de cambios bruscos de humedad que alteran las características geotécnicas del terreno. Estos 15 cm de protección del plano de cimentación, se excavarán inmediatamente antes del hormigonado de cimientos.

CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

La cuenca del río Serpis tiene una superficie de 756 km² aproximadamente. Se pueden definir tres subcuencas dentro de ésta.

Cuenca total

La superficie de la cuenca es de 756'20 km². El cauce principal, el río Serpis, tiene una longitud de 65'37 km.



La cuenca se caracteriza por tener una pendiente media de 10'7 % y un umbral de esorrentía medio de 22'94.

El punto de desagüe se localiza en el punto cuyas coordenadas en UTM30 son:

$$X=746851.72 \quad Y=4319448.77$$

Subcuenca 1

Correspondiente a la cuenca del río Bernisa. Tiene una superficie de 138'14 km². El cauce principal, el río Bernisa, tiene una longitud de 31'8 km.



La subcuenca se caracteriza por tener una pendiente media de 91'93 % y un umbral de esorrentía medio de 24'41.

El punto de desagüe se localiza en el punto cuyas coordenadas en UTM30 son:

$$X=741564.36 \quad Y=4312751.56$$

Subcuenca 2

Correspondiente a la cuenca del río Barchell. Tiene una superficie de 187'83 km². El cauce principal, el río Barchell, tiene una longitud de 21'35 km.



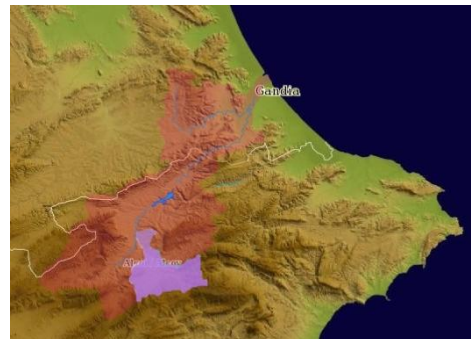
La subcuenca se caracteriza por tener una pendiente media de 46'82 % y un umbral de escorrentía medio de 24'67.

El punto de desagüe se localiza en el punto cuyas coordenadas en UTM30 son:

$$X=723868.66 \quad Y=4291563.94$$

Subcuenca 3

Correspondiente a la cuenca del río Vallaseta. Tiene una superficie de 141'44 km². El cauce principal, el río Vallaseta, tiene una longitud de 23'20 km.



La subcuenca se caracteriza por tener una pendiente media de 42'41 % y un umbral de escorrentía medio de 18'74.

El punto de desagüe se localiza en el punto cuyas coordenadas en UTM30 son:

$$X=723975.75 \quad Y=4291557.24$$

PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS

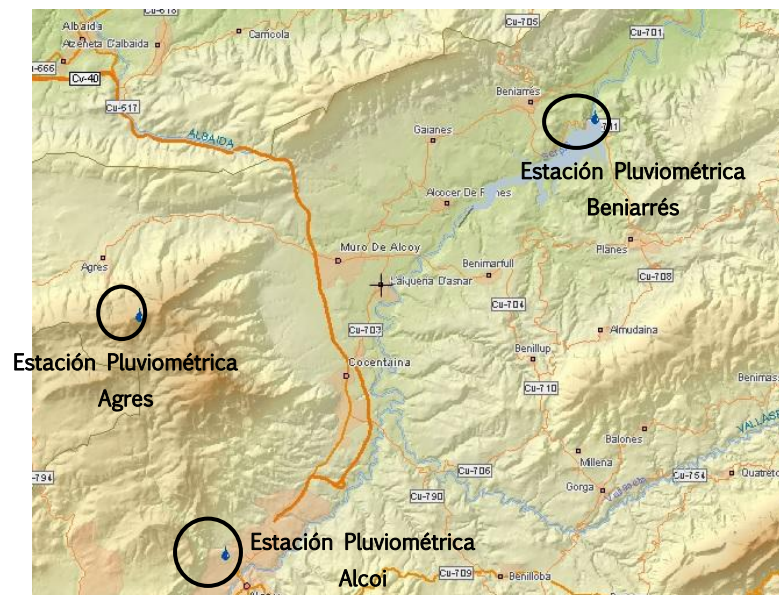
5.1 MÉTODO D.G.C

Este método consiste en usar los planos y las tablas incluidas en la publicación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” para obtener la precipitación máxima diaria.

T	Cv	P _{MÁX ANUAL}	K _T	P _{MÁX DIARIA (mm/día)}
25	0.51	85.5	2.068	176.81
100	0.51	85.5	2.815	240.68
500	0.51	85.5	3.799	323.10

5.2 ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS.

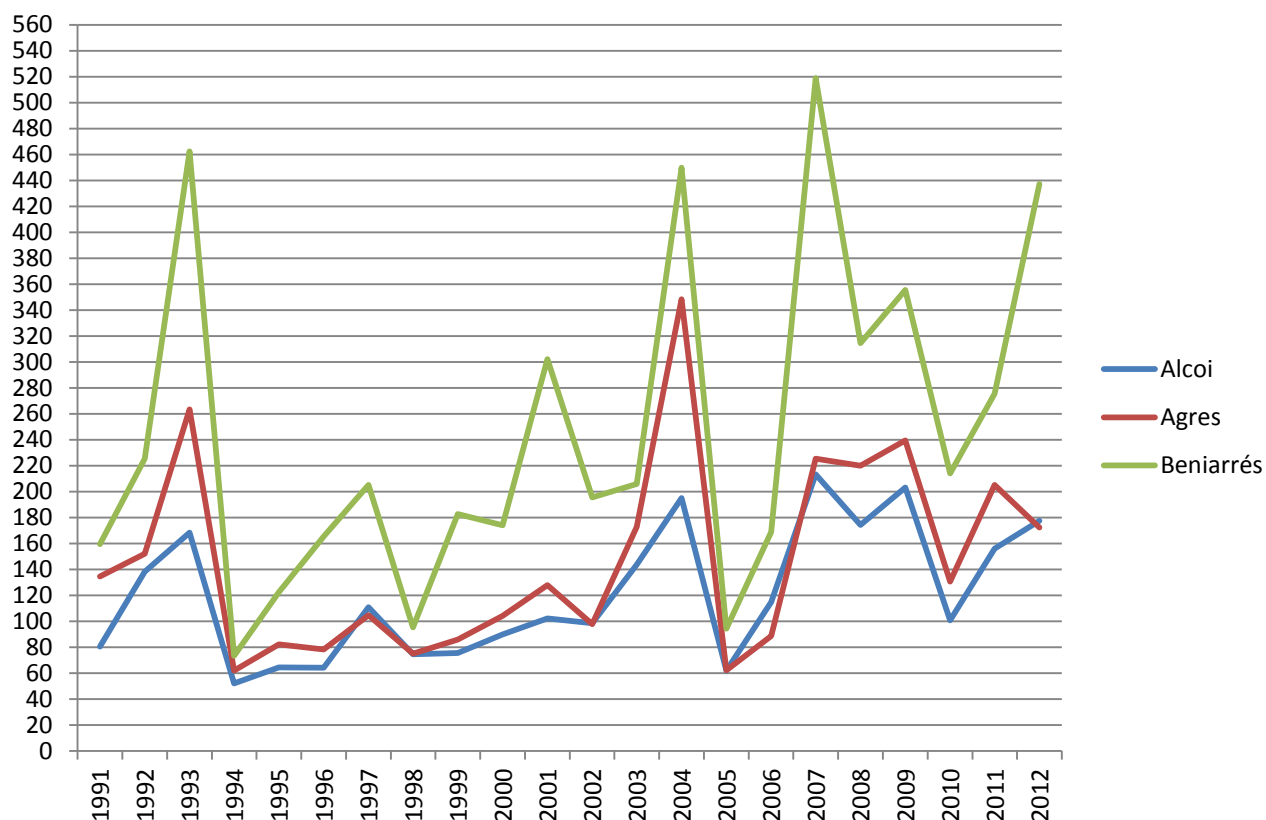
El segundo de los métodos consiste en analizar los datos de precipitaciones que se obtienen de estaciones pluviométricas. En este caso, se analizarán los datos de tres estaciones: Alcoi, Agres y Beniarrés.



CARACTERIZACIÓN ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS			
ESTACIÓN	CUENCA SAIH	COORDENADA X	COORDENADA Y
AGRES	JÚCAR	716774	4294188
ALCOI	JÚCAR	719216	4287390
BENIARRÉS	JÚCAR	729736	4299805

La serie de precipitación máxima anual para cada una de las estaciones está comprendida entre el año 1991 y el año 2012.

Precipitaciones Máximas Anuales



Para obtener la precipitación máxima anual es necesario realizar un ajuste de los datos a una función de distribución. En este caso, se ha utilizado la función SQRT-Etmax.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)			
PERIODO DE RETORNO	ALCOI	AGRES	BENIARRÉS
25	250.41	304.39	508.17
100	341.07	414.60	692.16
500	461.06	560.45	935.65

CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

6.1 MÉTODO RACIONAL MODIFICADO.

Se han calculado los caudales para cuatro supuestos:

- Para la cuenca total, sin tener en cuenta las subcuencas, mediante los datos obtenidos de la publicación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”.
- Para la cuenca total, sin tener en cuenta las subcuencas, mediante los datos obtenidos de las estaciones pluviométricas.
- Para la cuenca total, sin tener en cuenta las subcuencas, mediante los datos obtenidos de las estaciones pluviométricas. En este caso, se tendrá en cuenta el área de influencia de cada pluviómetro en la cuenca.
- Para cada subcuenca, mediante los datos obtenidos de las estaciones pluviométricas. En este caso, también se tendrá en cuenta el área de influencia de cada pluviómetro en cada una de las subcuencas.

Para la cuenca total, sin tener en cuenta las subcuencas, mediante los datos obtenidos de la publicación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”.

CAUDAL DE DISEÑO _ SUPUESTO 1			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
ÁREA (km²)	756.19	756.19	756.19
LONGITUD (km)	75	75	75
PENDIENTE (m/m)	10.70	10.70	10.70
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	12.20	12.20	12.20
PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA (mm/día)	176.814	240.682	323.104
KA	0.808	0.808	0.808
ID (mm/h)	7.367	10.028	13.462
I₁/ID	11	11	11
I_T (mm/h)	14.46	19.68	26.42
P0 (mm)	22.937	22.937	22.937
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	0.588	0.688	0.771
Q (m³/s)	1444.46	2299.27	3458.46

Para la cuenca total, sin tener en cuenta las subcuencas, mediante los datos obtenidos de las estaciones pluviométricas.

CAUDAL DE DISEÑO _ SUPUESTO 2 _ ALCOI			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
ÁREA (km²)	756.19	756.19	756.19
LONGITUD (km)	75	75	75
PENDIENTE (m/m)	10.70	10.70	10.70
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	12.20	12.20	12.20
PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA (mm/día)	250.41	341.07	461.06
KA	0.808	0.808	0.808
ID (mm/h)	10.43	14.21	19.21
I₁/ID	11	11	11
I_T (mm/h)	20.47	27.88	37.70
P0 (mm)	22.937	22.937	22.937
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	0.70	0.78	0.85
Q (m³/s)	2433.78	3715.43	5446.70

CAUDAL DE DISEÑO _ SUPUESTO 2 _ AGRES			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
ÁREA (km²)	756.19	756.19	756.19
LONGITUD (km)	75	75	75
PENDIENTE (m/m)	10.70	10.70	10.70
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	12.20	12.20	12.20
PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA (mm/día)	304.39	414.6	560.45
KA	0.808	0.808	0.808
ID (mm/h)	12.68	17.27	23.35
I₁/ID	11	11	11
I_T (mm/h)	24.88	33.90	45.83
P0 (mm)	22.937	22.937	22.937
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	0.75	0.82	0.88
Q (m³/s)	3192.05	4774.33	6886.76

CAUDAL DE DISEÑO _ SUPUESTO 2 _ BENIARRÉS			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
ÁREA (km²)	756.19	756.19	756.19
LONGITUD (km)	75	75	75
PENDIENTE (m/m)	10.70	10.70	10.70
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	12.20	12.20	12.20
PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA (mm/día)	508.17	692.16	935.65
KA	0.808	0.808	0.808
ID (mm/h)	21.17	28.84	38.98
I₁/ID	11	11	11
I_T (mm/h)	41.55	56.59	76.51
P0 (mm)	22.937	22.937	22.937
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	0.87	0.91	0.94
Q (m³/s)	6129.30	8791.08	12289.45

Para la cuenca total, sin tener en cuenta las subcuencas, mediante los datos obtenidos de las estaciones pluviométricas. En este caso, se tendrá en cuenta el área de influencia de cada pluviómetro en la cuenca.

CAUDAL DE DISEÑO _ SUPUESTO 3			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
ÁREA (km²)	756.19	756.19	756.19
LONGITUD (km)	75	75	75
PENDIENTE (m/m)	10.70	10.70	10.70
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	12.20	12.20	12.20
PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA (mm/día)	399.49	544.13	735.55
KA	0.808	0.808	0.808
ID (mm/h)	16.64	22.67	30.64
I₁/ID	11	11	11
I_T (mm/h)	32.66	44.49	60.14
P0 (mm)	22.937	22.937	22.937
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	0.82	0.88	0.92
Q (m³/s)	4556.06	6650.40	9416.67

Para cada subcuenca, mediante los datos obtenidos de las estaciones pluviométricas. En este caso, también se tendrá en cuenta el área de influencia de cada pluviómetro en cada una de las subcuencas.

CAUDAL DE DISEÑO _ SUPUESTO 4 _ SUBCUENCA 1			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
ÁREA (km²)	138.14	138.14	138.14
LONGITUD (km)	29	29	29
PENDIENTE (m/m)	91.93	91.93	91.93
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	3.93	3.93	3.93
PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA (mm/día)	508.17	692.16	935.65
KA	0.857	0.857	0.857
ID (mm/h)	21.17	28.84	38.98
I₁/ID	11	11	11
I_T (mm/h)	95.54	130.13	175.91
P0 (mm)	24.41	24.41	24.41
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	0.85	0.90	0.94
Q (m³/s)	2695.87	3882.86	5444.39

CAUDAL DE DISEÑO _ SUPUESTO 4 _ SUBCUENCA 2			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
ÁREA (km²)	187.83	187.83	187.83
LONGITUD (km)	21.35	21.35	21.35
PENDIENTE (m/m)	46.82	46.82	46.82
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	3.54	3.54	3.54
PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA (mm/día)	258.64	352.28	476.22
KA	0.848	0.848	0.848
ID (mm/h)	10.77	14.67	19.84
I₁/ID	11	11	11
I_T (mm/h)	52.27	71.20	96.25
P0 (mm)	24.67	24.67	24.67
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	0.68	0.77	0.84
Q (m³/s)	1591.87	2441.36	3592.17

CAUDAL DE DISEÑO _ SUPUESTO 4 _ SUBCUENCA 3			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
ÁREA (km²)	141.44	141.44	141.44
LONGITUD (km)	23.2	23.2	23.2
PENDIENTE (m/m)	42.41	42.41	42.41
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	3.85	3.85	3.85
PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA (mm/día)	340.75	464.13	627.40
KA	3.6	3.6	3.6
ID (mm/h)	14.19	19.33	26.14
I₁/ID	11	11	11
I_T (mm/h)	65.07	88.64	119.82
P0 (mm)	18.74	18.74	18.74
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	0.83	0.88	0.92
Q (m³/s)	1819.91	2647.42	3739.18

6.2 PROGRAMA HEC-HMS.

Otra manera de obtener el caudal de diseño es mediante el programa informático HEC-HMS.

La cuenca se ha modelado con tres subcuencas y dos tramos de propagación.

Introduciendo los datos de cada una de las subcuencas y de los tramos de propagación, así como los datos de precipitaciones hallados anteriormente, se obtienen los siguientes caudales:

CAUDALES DE DISEÑO			
PERIODO DE RETORNO	25	100	500
CAUDAL PICO (m ³ /s)	1195.8	1934.9	2949.6

6.3 CONCLUSIONES.

Los caudales obtenidos por los diferentes métodos y supuesto se resumen a continuación:

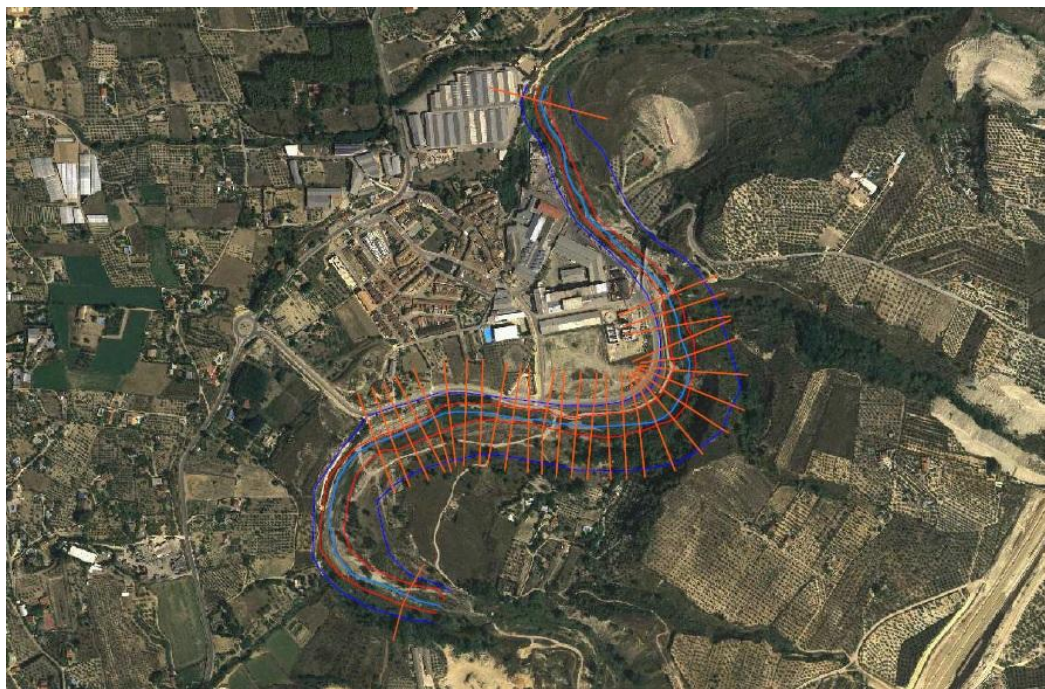
CAUDALES DE DISEÑO (m ³ /s)					
PERIODO DE RETORNO		25	100	500	
SUPUESTO 1					
PRECIPITACIONES OBTENIDAS DE LA PUBLICACIÓN "MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR"		1444.46	2299.27	3458.46	
MÉTODO 1	SUPUESTO 2	ALCOI	2433.78	3715.43	5446.70
	PRECIPITACIONES OBTENIDAS DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA LA CUENCA TOTAL	AGRES	3192.05	4774.33	6886.76
		BENIARRÉS	6129.30	8791.08	12289.45
	SUPUESTO 3				
PRECIPITACIONES OBTENIDAS DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA LA CUENCA TOTAL CON POLÍGONOS DE THIESSEN		4556.06	6650.40	9416.67	
MÉTODO 2	SUPUESTO 4	SUBCUENCA 1	2695.87	3882.86	5444.39
	PRECIPITACIONES OBTENIDAS DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA LAS SUBCUENCAS CON POLÍGONOS DE THIESSEN	SUBCUENCA 2	1591.87	2441.36	3592.17
		SUBCUENCA 3	1819.91	2647.42	3739.18
	HEC-HMS		1195.80	1934.90	2949.60

Para el Estudio Hidráulico, se han seleccionado los caudales obtenidos mediante el Método 2 ya que tienden a ser más parecidos a la realidad.

MODELIZACIÓN EN HEC-RAS

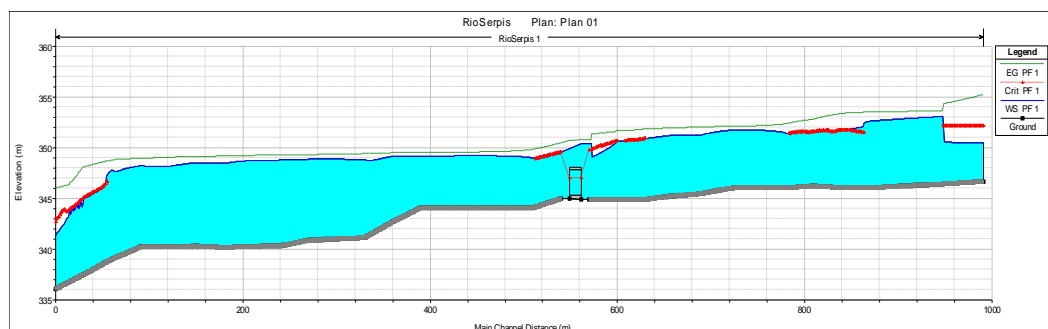
El estudio del comportamiento hidráulico de la situación propuesta se ha llevado a cabo mediante el programa informático HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System).

Se han interpolado un total de 965 secciones transversales que adecúan el perfil de la lámina libre para los diversos caudales de estudio, representativas de las singularidades en planta y alzado correspondientes a un tramo de aproximadamente 1000 metros de longitud.

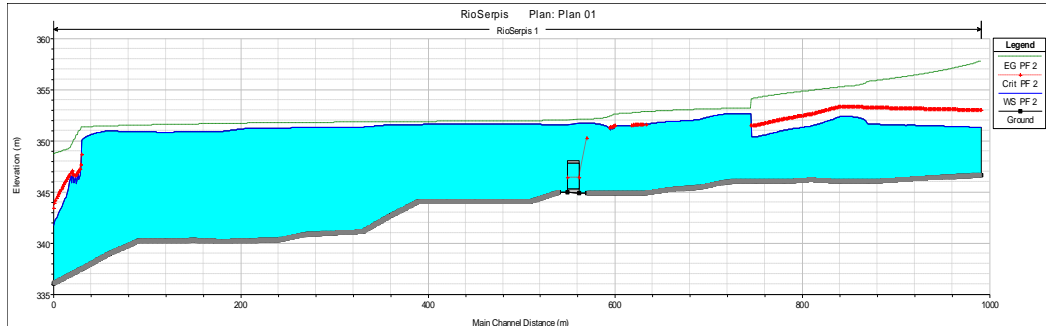


Tras la ejecución del modelo, se ha llegado a los siguientes resultados:

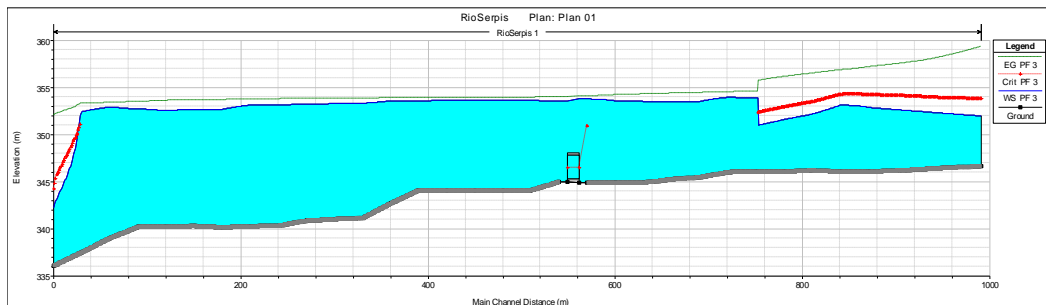
Para un periodo de retorno de 25 años, el perfil longitudinal que se obtiene es el siguiente:



Para un periodo de retorno de 100 años, el perfil longitudinal que se obtiene es el siguiente:

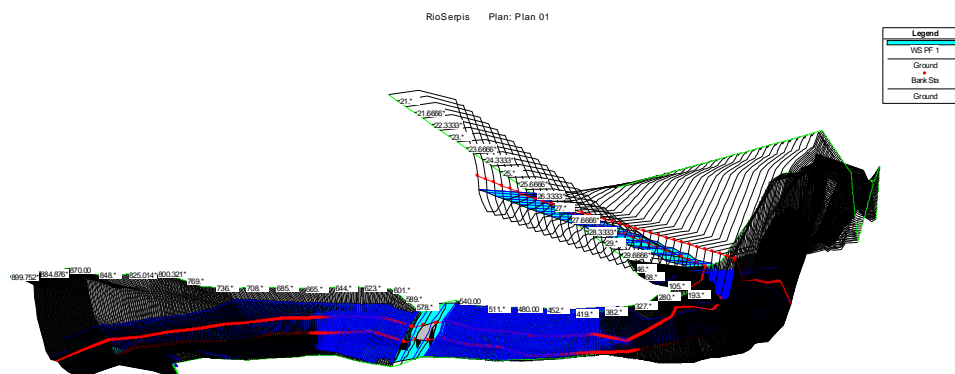


Para un periodo de retorno de 500 años, el perfil longitudinal que se obtiene es el siguiente:

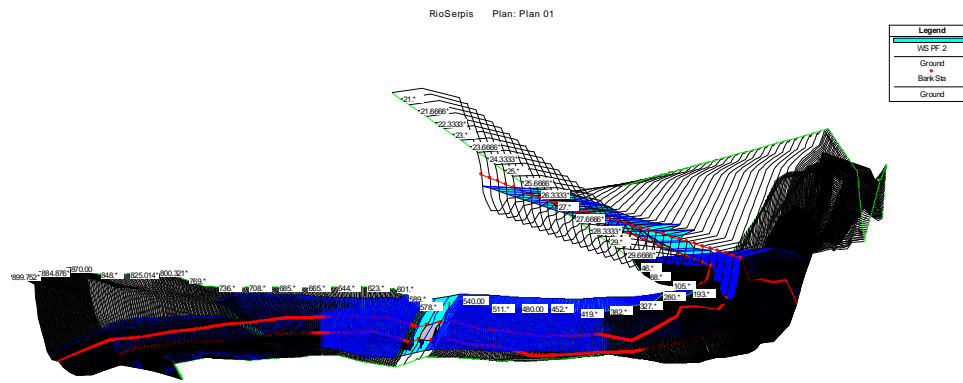


Para una mejor visualización, se adjuntan una imagen en tres dimensiones del cauce del río para cada uno de los diferentes periodos de retorno.

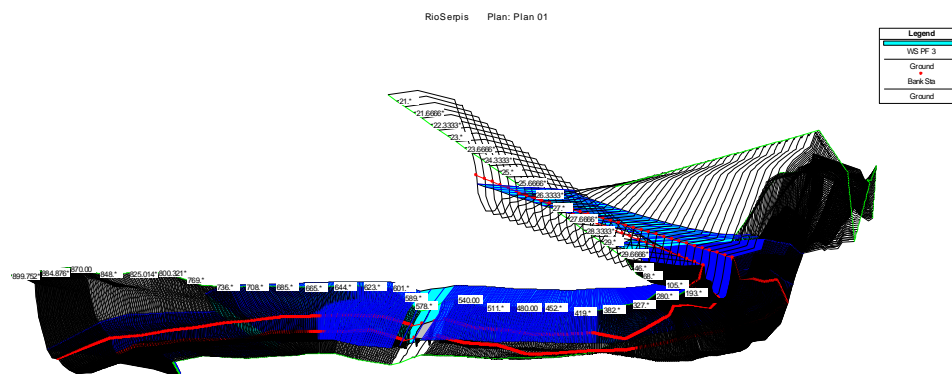
Para un periodo de retorno de 25 años, la imagen tridimensional que se obtiene es la siguiente:



Para un periodo de retorno de 100 años, la imagen tridimensional que se obtiene es la siguiente:



Para un periodo de retorno de 500 años, la imagen tridimensional que se obtiene es la siguiente:



De este estudio se ha determinado el funcionamiento en régimen alterno del cauce.

Además, se han obtenido las velocidades presentes en el cauce, las cuales están comprendidas entre 0 y 10 m/s.

CONCLUSIÓN

El presente proyecto “Cálculo Hidráulico pasa Proyecto Básico para la mejora del paso sobre el río Serpis en el entorno de L’Alqueria d’Asnar” define todo el procedimiento llevado a cabo para el objeto del mismo y contiene todos los documentos que se indican en el mismo.

Valencia, Mayo de 2014

La autora del proyecto

Silvia Velasco Pérez

BIBLIOGRAFÍA

CÁLCULO HIDRÁULICO PARA "PROYECTO BÁSICO PARA LA MEJORA DEL PASO SOBRE EL RÍO
SERPIS EN EL ENTORNO DE L'ALQUERIA D'ASNAR"

La Bibliografía consultada para la redacción de este proyecto es:

- IZQUIERDO, FRANCISCO (2012). *Apuntes de Geotecnia y Cimientos*. Valencia: UPV.
- VALLÉS, FRANCISCO (2012). *Apuntes de Hidráulica del flujo en canales*. Valencia: UPV.
- IZQUIERDO, F. A. y CARRIÓN, M.A. (2012). Cimentaciones superficiales. *Problemas de Geotecnia y Cimientos* (pp. 269-315). Valencia: Editorial UPV.
- IZQUIERDO, F. A. (2011). Cimentaciones superficiales. *Cuestiones de Geotecnia y Cimientos* (pp. 177 - 204). Valencia: Editorial UPV.
- UNE-EN 1997-1:2010. *Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Parte 1: Reglas generales*.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2007). *Norma de construcción sismorresistente: Puentes (NCSP-07)*.
- MINISTERIO DE FOMENTO (1999). *Máxima Lluvias Diarias en la España Peninsular*.
- CHOW, VEN TE (1983). *Open Channel Hydraulics*. México: Diana.
- CHOW, VEN TE (1964). *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill