

Se presenta a continuación el estudio de avenidas del río Dujé en el tramo correspondiente a la implantación de las escolleras proyectadas en Tielve, y la comprobación de la capacidad hidráulica de las secciones disponibles para desaguar la avenida correspondiente a un período de retorno de 500 años.

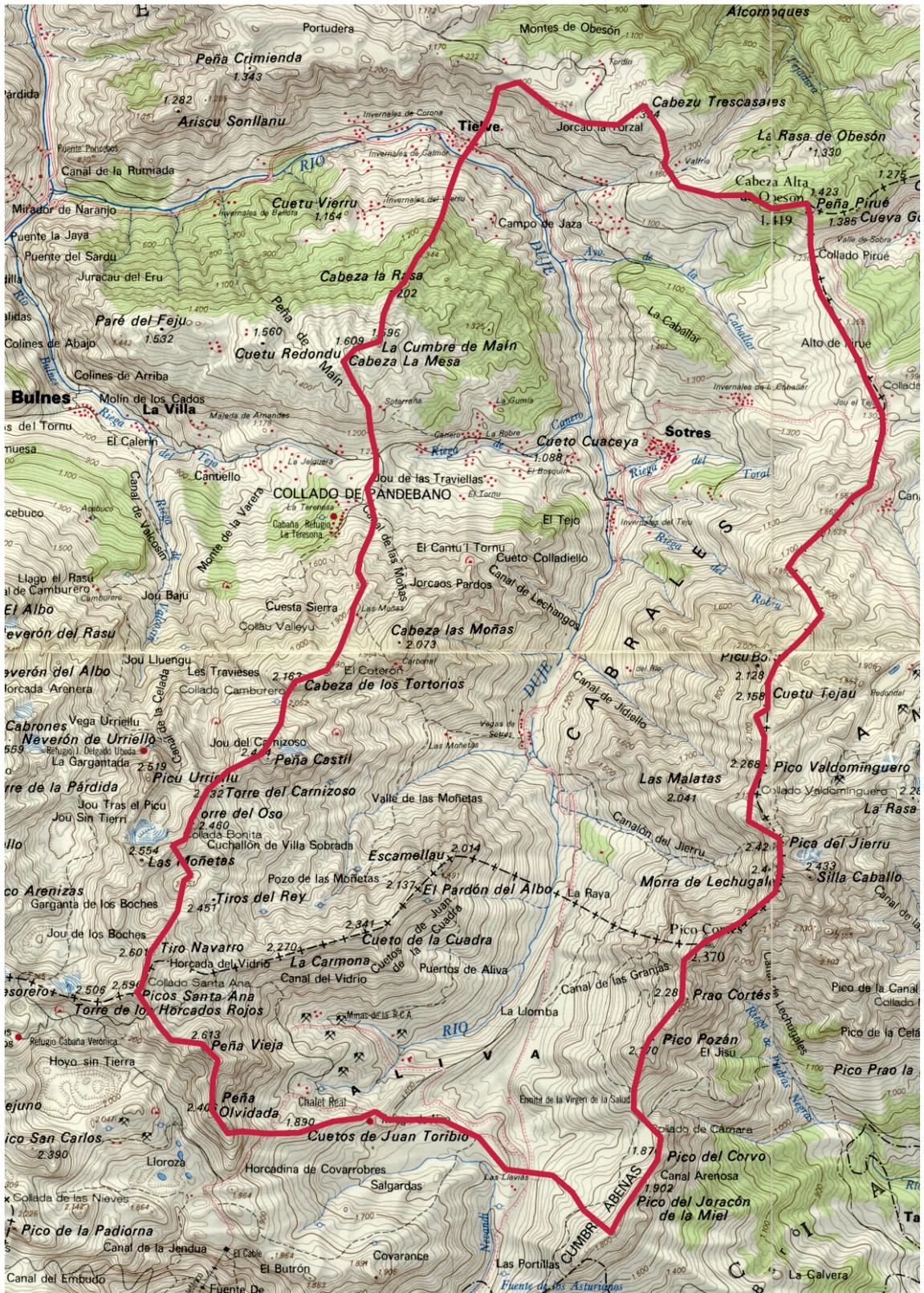
ESTUDIO DE AVENIDAS DEL RÍO DUJE.

SITUACIÓN Y CUENCA VERTIENTE

Las obras objeto del estudio consisten en la consolidación de la margen derecha del río Dujé a la altura de la localidad de Tielve, en término municipal de Cabrales.

La cuenca vertiente se determina por medición directa sobre los planos a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico y Catastral, resultando una superficie de 5.718,71 Ha.

Se adjunta a continuación plano a escala 1/50.000, sobre el que se ha superpuesto la cuenca vertiente correspondiente al emplazamiento de la actuación que se proyecta.



Plano de cuenca vertiente del río Duje en Tielve
 Escala 1:50.000
 Superficie 5.718,71 Ha

CÁLCULO DE AVENIDAS

Los procedimientos habitualmente utilizados para la determinación de avenidas son métodos empíricos o hidrológicos. Entre los primeros, viene utilizándose la fórmula de Zapata, de amplia y contrastada utilización en las cuencas del Norte, donde presenta la mayor fiabilidad.

La avenida correspondiente a un período de retorno de 100 años, determinada de acuerdo con esta fórmula es $Q_{100} = 21 S^{0,6}$, resultando en nuestro caso, $Q_{100} = 238,01 \text{ m}^3/\text{s}$. Las características de la cuenca altitud y situación geográfica no aconsejan la aplicación de ningún factor de corrección, por lo que se considera como Q_{100} según el método citado, la cifra obtenida sin correcciones.

No obstante, las proporciones de la cuenca resultan algo justas para la aplicación de Zapata, que da resultados más fiables en cuencas de mayor extensión, lo que unido a sus características topográficas, correspondientes a un tramo de cabecera con fuertes pendientes, aconseja la utilización de otra fórmula empírica habitualmente empleada por los Servicios hidrológicos, donde el caudal de avenidas viene dado por la expresión: $Q_{100} = (16,8-4,3/S) S^{(0,65-0,4/S)}$, fórmula que arroja un valor $Q_{100} = 225,59 \text{ m}^3/\text{s}$, que se establece finalmente como valor de la avenida centenaria.

Una vez obtenida la avenida correspondiente al período de 100 años pueden determinarse las correspondientes a otros períodos de retorno por varios métodos, pero se ha preferido utilizar el de Fuller por ser el de aplicación más extendida.

La fórmula de Fuller para una avenida de periodo de retorno T, es:

$$Q_T = Q_1(1 + 0,8 \log T)$$

siendo Q_1 el caudal máximo que se da todos los años.

Con unas simples operaciones esta fórmula se transforma en:

$$Q_{T_1} = Q_{T_2} (1 + 0,8 \log T_1)/(1 + 0,8 \log T_2)$$

En particular se obtiene el valor correspondiente a un período de retorno de 500 años, que es el utilizado en los cálculos, $Q_{500} = 274,11 \text{ m}^3/\text{s}$.

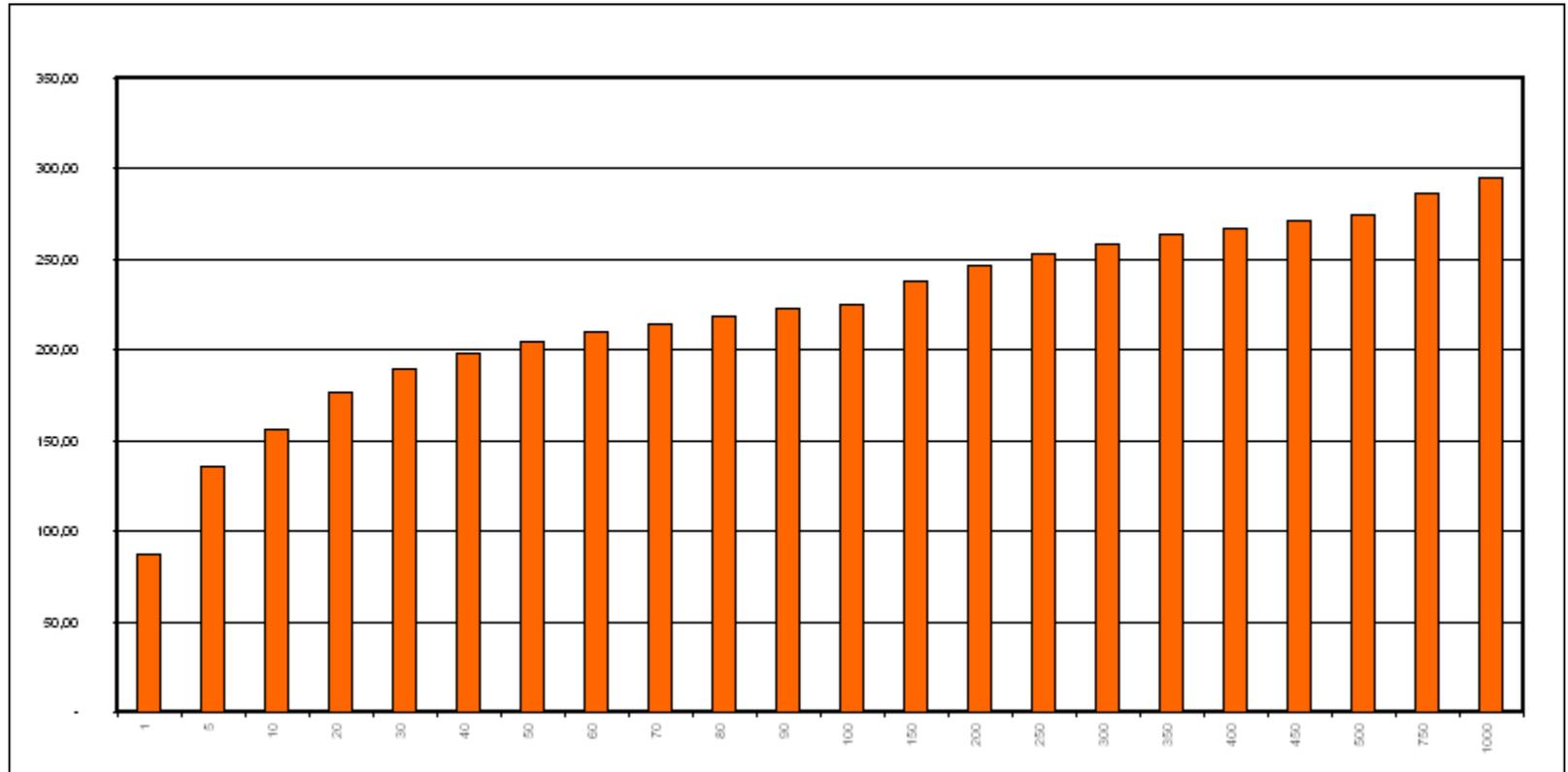
AVENIDAS CARACTERISTICAS DEL RÍO DUJE EN TIELVE

Desarrollando todos los cálculos relacionados anteriormente, se obtienen las avenidas para diversos períodos de retorno.

El resultado de las distintas operaciones se presenta en el siguiente cuadro y gráfico: RELACIÓN DE AVENIDAS CARACTERISTICAS, en el que se indica en la primera columna el período de retorno y en la segunda el caudal correspondiente expresado en m^3/s .

RELACIÓN DE AVENIDAS CARACTERÍSTICAS

Período (años)	Avenida (m ³ /s)
1	86,77
5	135,28
10	156,18
20	177,07
30	189,30
40	197,97
50	204,69
60	210,19
70	214,84
80	218,86
90	222,41
100	225,59
150	237,81
200	246,49
250	253,21
300	258,71
350	263,36
400	267,38
450	270,93
500	274,11
750	286,33
1000	295,00



COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LA SECCIÓN DE DESAGÜE

CURVA DE CAUDALES DE LA SECCIÓN PROYECTADA

Se determina la capacidad de desagüe de las secciones disponibles en la zona de instalación de la escollera, por aplicación de la fórmula de Bazin, aplicando un valor para el coeficiente de rozamiento $\gamma = 1,75$.

Vistas las singulares características del cauce, con distintas pendientes, anchos de cauce y en algún caso presencia de edificaciones, se ha considerado necesario considerar tres secciones distintas, situadas a lo largo de la zona de actuación para poder cubrir con seguridad la incidencia de las avenidas todo a lo largo de la escollera proyectada.

A partir de los planos topográficos se han definido tres secciones de control, cuya situación se indica a continuación:

SECCIÓN-1

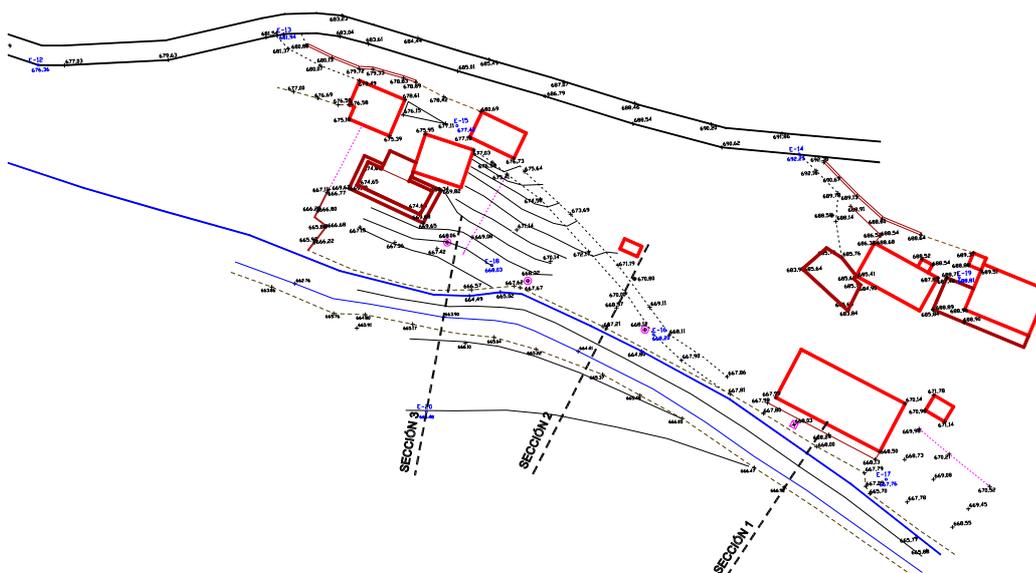
Se sitúa coincidente con la primera cuadra (Establo nº 1), seis metros aguas arriba de la arqueta del camino a cota 668,03. Está a 35 m del inicio (el inicio es el punto del cauce a cota 665,88).

SECCIÓN-2

Está a 90,52 metros del inicio (el inicio es el punto del cauce a cota 665,88).

SECCIÓN-3

Está a 128,00 metros del inicio (el inicio es el punto del cauce a cota 665,88), situada coincidente con la estación E-20 a cota 666,48.



La pendiente del cauce se determina en un tramo de 298,37 m de longitud, que incluye las secciones de cálculo, en el que el río cuenta con tres tramos con pendientes diferenciadas:

En el primer tramo de 80,42 m de longitud, la cota del cauce desciende desde la 665,88 hasta la 664,80, resultando una pendiente media del 13,429 por mil.

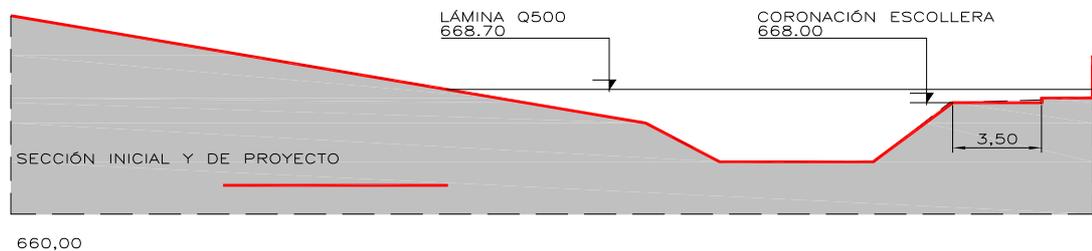
En el segundo tramo, de 82,08 m de longitud, situado inmediatamente aguas abajo del anterior, la cota del cauce desciende desde la 664,80 hasta la 662,76, resultando una pendiente media del 24,854 por mil.

En el tercer tramo, de 135,87 m de longitud, situado inmediatamente aguas abajo del anterior, la cota del cauce desciende desde la 662,76 hasta la 660,67, resultando una pendiente media del 15,382 por mil.

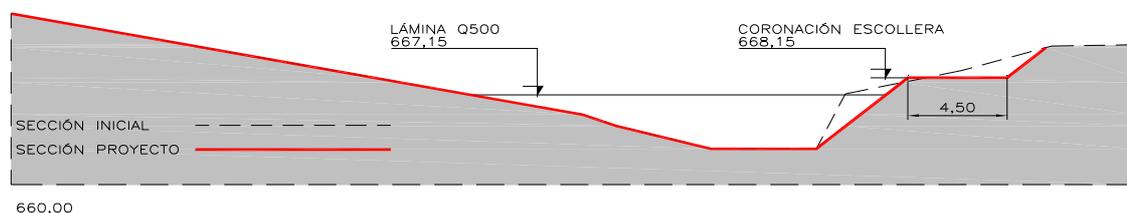
Las secciones de cálculo están a 35,00 – 90,58 y 128 m respectivamente del inicio, por lo que se sitúan en los tramos primero y segundo antes determinados.

A partir de los datos topográficos se ha procedido a dibujar las características geométricas de cada una de las tres secciones de desagüe consideradas, medidas ortogonalmente a las líneas de corriente, que en esquema se presentan a continuación indicando las cotas más características.

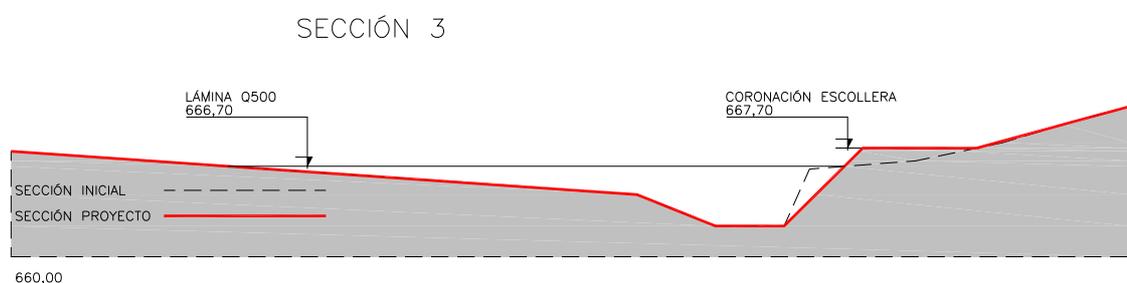
SECCIÓN-1



SECCIÓN-2



SECCIÓN-3



A partir de las secciones anteriores se han calculado las secciones hidráulicas y los perímetros mojados para distintos calados, con intervalos de 0,50 metros procediendo a desarrollar los cálculos que figuran en los siguientes cuadros.

CARACTERÍSTICAS DE DESAGÜE DE LA SECCIÓN 1

Calado (m)	Sección (m ²)	Perímetro (m)	R. Hidráulico (m)	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/seg.)	Caudal (m ³ /seg.)
0,50	3,33	7,63	0,44	0,013429	1,825	6,07
1,00	7,26	9,20	0,79	0,013429	3,015	21,89
1,50	11,80	10,78	1,09	0,013429	3,946	46,56
2,00	16,95	12,36	1,37	0,013429	4,733	80,20
2,50	23,00	15,18	1,51	0,013429	5,123	117,83
3,00	30,40	18,15	1,68	0,013429	5,548	168,66
3,50	40,63	26,46	1,54	0,013429	5,180	210,45
3,80	48,03	28,11	1,71	0,013429	5,635	270,61
3,90	50,58	28,66	1,76	0,013429	5,780	292,34
4,00	53,18	29,21	1,82	0,013429	5,922	314,92

De los cálculos se desprende que la avenida de 500 años (274,11 m/s) pasa con un calado de 3,83 metros sobre el fondo del cauce situado a la cota 664,87, es decir a la cota 668,70, es decir 66 cm por encima de la cota de la arqueta en el camino actual, que resulta inundado al igual que el estable 1.

CARACTERÍSTICAS DE DESAGÜE DE LA SECCIÓN 2

Calado (m)	Sección (m ²)	Perímetro (m)	R. Hidráulico (m)	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/seg.)	Caudal (m ³ /seg.)
0,50	2,92	7,17	0,41	0,024854	2,339	6,83
1,00	6,89	9,56	0,72	0,024854	3,803	26,21
1,50	11,90	11,81	1,01	0,024854	5,019	59,72
2,00	17,79	13,78	1,29	0,024854	6,135	109,14
2,50	24,77	16,75	1,48	0,024854	6,838	169,38
3,00	33,10	19,71	1,68	0,024854	7,562	250,31
3,15	35,87	20,60	1,74	0,024854	7,780	279,08
3,50	42,78	22,67	1,89	0,024854	8,286	354,47

En esta sección-2 la avenida de 500 años pasa con un calado de 3,15 metros sobre el fondo del cauce, situado a la cota 664,00, es decir a la cota 667,15, conviene dejar un resguardo de al menos 1,00 m, por lo que la cota de coronación de la obra de defensa o rasante del camino no debe ser inferior a los 668,15 m.s.n.m.

CARACTERÍSTICAS DE DESAGÜE DE LA SECCIÓN 3

Calado (m)	Sección (m ²)	Perímetro (m)	R. Hidráulico (m)	Pendiente (m/m)	Velocidad (m/seg.)	Caudal (m ³ /seg.)
0,50	2,31	5,79	0,40	0,024854	2,298	5,31
1,00	5,49	7,84	0,70	0,024854	3,714	20,38
1,50	9,54	9,88	0,97	0,024854	4,846	46,24
2,00	14,85	14,97	0,99	0,024854	4,955	73,58
2,50	23,67	22,87	1,03	0,024854	5,130	121,42
3,00	36,32	30,77	1,18	0,024854	5,708	207,30
3,20	42,45	33,92	1,25	0,024854	5,983	254,00
3,30	45,75	35,50	1,29	0,024854	6,126	280,28
3,40	49,20	37,08	1,33	0,024854	6,271	308,55

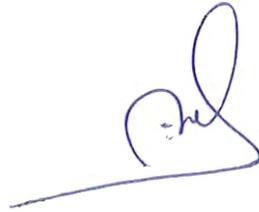
La avenida de 500 años pasa por la sección-3 con un calado de 3,30 metros sobre el fondo del cauce situado a la cota 663,40, es decir, a la cota 666,70, conviene dejar un resguardo de al menos 1,00 m, por lo que la cota de coronación de la obra de defensa o de la rasante del camino no debe ser inferior a los 667,70 m.s.n.m.

Como puede observarse en las secciones 2, 3 y en el resto del río hacia aguas abajo (de características similares a la sección 3) las secciones proyectadas, que mejoran la capacidad hidráulica del cauce, son válidas para desaguar la avenida correspondiente a un período de retorno de 500 años, determinada anteriormente con un caudal de 274,11 m³/s.

Por lo que respecta a la sección 1 hay que señalar que permanece inalterada, su geometría es exactamente la misma que en la actualidad, y en consecuencia se mantienen las mismas condiciones de inundabilidad en avenidas, resultando afectados camino y establo con el paso de la avenida correspondiente a un período de retorno de 500 años a cota 668,70 (la esquina de aguas arriba del establo está a cota 668,50).

Citar finalmente que la construcción de la obra de defensa proyectada no produce ninguna nueva afección a terceros, e incluso las reduce aguas abajo del establo nº 1.

Oviedo, Mayo de 2013

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop on the right side and a smaller loop on the left side, with a horizontal line extending to the left from the bottom of the loops.

Fdo: Manuel E. Arias del Valle
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos