

CÁLCULOS HIDROLÓGICOS.

1.- DOCUMENTACIÓN UTILIZADA.

Para la realización del presente estudio hidrológico hemos utilizado la documentación siguiente, que es la recomendada por los Técnicos del Departamento de Hidrología en la Cuenca Mediterránea Andaluza de la Agencia Andaluza del Agua:

- 1.- Criterios para la autorización de actuaciones en la zona de policía.
- 2.- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (Dirección general de Carreteras del Ministerio de Fomento).
- 3.- Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España – Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente).

Dentro de la documentación que debe presentar cualquier solicitante en la Agencia Andaluza del Agua, se precisa un Estudio Hidrológico que se debe realizar atendiendo a las consideraciones siguientes:

Se deben determinar los caudales asociados a periodos de retorno de 100 y 500 años. Para cuencas que se puedan considerar unitarias, con superficie de hasta 3.000 km² y tiempos de concentración comprendidos entre 1 y 24 horas, se recomienda como método hidrometeorológico la variante del método racional reflejado en la Instrucción de Carreteras 5.2. IC "Drenaje Superficial". Este método resulta adecuado para una cuenca, como la que nos ocupa, con un suficiente grado de homogeneidad espacial tanto en sus características de escorrentía como en la estructura de las tormentas en la región.

Para la aplicación del método hay que determinar, en primer lugar, la precipitación máxima para los periodos de retorno considerados. Se recomienda utilizar el "Mapa para el cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" realizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS UTILIZANDO EL MÉTODO REGIONAL.

Este procedimiento se basa en la determinación de los caudales de cálculo utilizando la publicación "Máximas lluvias en la España Peninsular" editada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Esta publicación nos permite obtener las máximas precipitaciones en un lugar de la España Peninsular con solo conocer sus coordenadas UTM. La determinación de precipitaciones se basa en cálculos hidrometeorológicos y en las nuevas tecnologías estadísticas.

El método regional adoptado, denominado tradicionalmente "índice de avenida", asume que la variable Y resultante de dividir, en cada estación, los valores máximos anuales por su media, sigue idéntica distribución de frecuencia en toda la región considerada. Es decir, se cumple que $Y = P_{max} / P_{med}$

Los parámetros de dicha distribución son obtenidos a partir del conjunto de datos de las estaciones de la región, mientras que el valor local de la media P_{med} se estima exclusivamente a partir de los datos de las estaciones.

La estimación de los cuantiles locales X_t en un determinado punto se reduce a reescalar los cuantiles regionales Y_t con la media local P_{med} según la siguiente expresión: $X_t = Y_t \times P_{med}$

Para realizar el cálculo, en principio, utilizamos el método gráfico. Incluimos al final de este anejo un plano elaborado a partir de los mapas incluidos en el anejo nº 1 de la publicación citada, pero con una información geográfica mayor de nuestra zona de estudio.

Las coordenadas del punto que tomamos como representativo de la cuenca y los valores de los parámetros que se obtienen, para los periodos de retorno consignados, los hemos consignado y calculado en la TABLA Nº 1 que consignamos en la hoja electrónica que figura en la última parte del anejo.

Hemos verificado que los valores obtenidos, aplicando el procedimiento gráfico, coinciden razonablemente con los que proporciona la aplicación informática MAXPLU que acompaña a esta publicación.

Los valores de Y_t se obtienen de la tabla 7.1 de la publicación, que reproducimos abreviadamente, con la denominación "TABLA Nº 2" en la hoja electrónica que adjuntamos al final de este anejo. Los valores de Y_t obtenidos los hemos utilizado en la TABLA Nº 1 para fijar los valores del citado cuantil.

3.- CÁLCULOS UTILIZANDO LA PUBLICACIÓN DEL INSTITUTO DE METEOROLOGÍA.

En la publicación - Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España; Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente) -, encontramos 3 estaciones pluviométricas que se puedan relacionar con nuestra cuenca. Sus valores de lluvia esperada en 24 h los reproducimos en la TABLA Nº 3.

4.- VALORES DE LA PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS ADOPTADOS.

El resumen de las precipitaciones máximas en periodos de 24 horas para los periodos de retorno consignados y los dos métodos de cálculo utilizados se recoge en el cuadrante siguiente, es decir en la TABLA Nº 4.

Hemos adoptado, para todos los periodos de retorno el valor máximo obtenido en los dos procedimientos de cálculo, con lo que nos quedamos claramente del lado de la seguridad. Esta información se consiga en la última fila de la citada TABLA Nº 4.

5.- CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Utilizamos para el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca el método generalmente aceptado. No obstante nos quedamos del lado de la seguridad mayorando la velocidad media de circulación del agua por parecernos baja la que se obtiene del cálculo realizado

6.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA UTILIZADO.

El coeficiente de escorrentía C define la proporción de la intensidad de lluvia, I, que genera escorrentía superficial. Se ha determinado el valor de los coeficientes de escorrentía en una tabla que también adjuntamos en este anejo, resultando los valores que se han consignado en la TABLA nº 6.

7.- CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA PARA CADA PERIODO DE RETORNO.

Utilizamos la fórmula de Nadal que es la que determina mejores ajustes en la zona considerada para lluvias de corta duración; su expresión es la siguiente: $I_t = 9.25 \times I_h \times t^{(-0.55)}$. Siendo:

I_t - la intensidad media horaria que corresponde a la precipitación de duración "t" minutos, expresada en mm / hora.

I_h - la intensidad media de la precipitación horaria máxima, también expresada en mm/hora.

t - es la duración de la precipitación expresada en minutos = T_c .

La intensidad media horaria de la precipitación correspondiente a $60 \times 24 = 1440$ minutos, es el valor de $P_d/24$ determinado anteriormente para los diferentes periodos de retorno. De ello podemos deducir I_h en la fórmula anterior de la siguiente forma:

$$P_d / 24 = 9.25 \times I_h \times 1.440^{(-0.55)} - \text{De donde obtenemos: } I_h = 0.246 \times P_d$$

Es decir, que la precipitación del chubasco de una hora de duración es aproximadamente el 25% del valor de la precipitación máxima diaria del periodo de retorno correspondiente.

Aplicando nuevamente la fórmula de Nadal para el valor del Tiempo de Concentración obtenido anteriormente obtendremos las Intensidades máximas de lluvia para los distintos periodos de retorno considerados

Con la fórmula anterior y los valores de P_d antes consignados, obtenemos en la siguiente TABLA, la N° 5, para cada periodo de retorno, las intensidades horarias correspondientes al chubasco de una hora de duración y el de la lluvia de cálculo, con duración igual al tiempo de concentración.

8.- EXPRESIÓN A UTILIZAR PARA DETERMINAR LOS CAUDALES DE CÁLCULO.

La determinación de los caudales de cálculo, en el ámbito de este anejo, sólo tiene una razón de ser que es la obtención de los caudales específicos QE (escorrentía producida en 1 km²) que resultan para cada periodo de retorno en función de las hipótesis realizadas. Dichos caudales específicos nos permiten tener una idea fundamentada del nivel de corrección de nuestros cálculos. Para determinar estos caudales aplicamos la fórmula Racional a una superficie de 1 km². La expresión es: $Q = C \times I \times A / 3,6$. Siendo:

C: Coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce I.

I (mm/h): Máxima intensidad media en el intervalo de duración igual a T_c .

A (Km²): Superficie de la cuenca; en este caso: $A = 1$.

Q (m³/seg): Caudal punta.

En la TABLA siguiente, es decir en la N° 6, calculamos los caudales de cálculo para los periodos de retorno que estamos utilizando. Dado que empleamos una superficie de 1 km² coinciden con los caudales específicos (QE) que, como hemos comentado, son los valores medios generados por una superficie de cuenca de un kilómetro cuadrado.

9.- CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta que la Agencia Andaluza del Agua recomienda la utilización (en base a criterios estadísticos de carácter genérico en la zona mediterránea para cuencas de bastante extensión) de caudales específicos de 20 m³ / seg / km², creemos que es correcta la utilización del periodo de retorno y caudal que hemos resaltado en la tabla anterior. El valor obtenido algo superior al caudal de referencia antes mencionado se justifica al considerar que las superficies son bastante pequeñas.

10.- CONSIDERACIONES PARTICULARES DE LA CUENCA DEL ARROYO ACEITEROS.

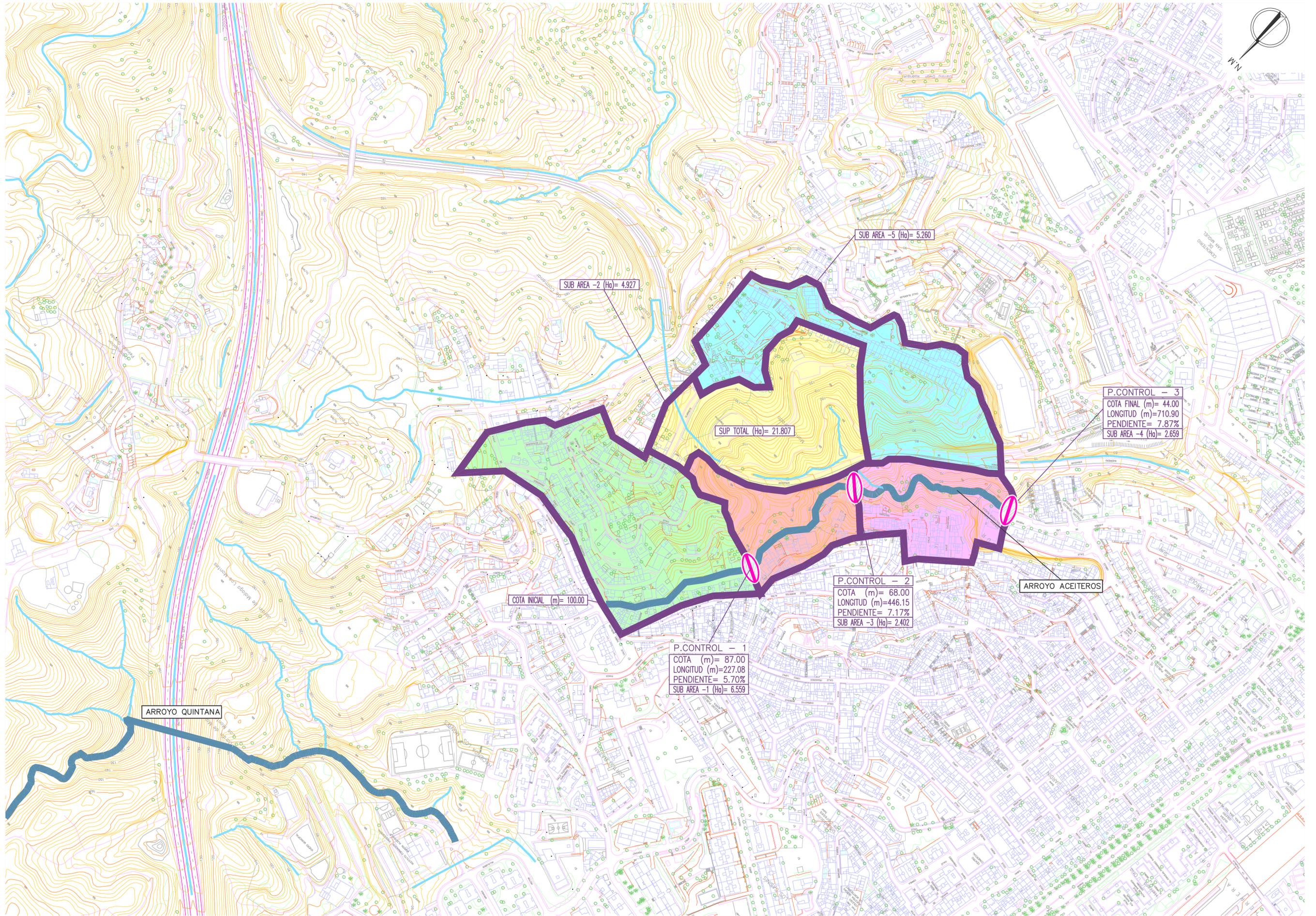
La cuenca del Arroyo Aceiteros presenta una morfología bastante regular, por lo que hemos considerado que los coeficientes de escorrentía van a ser homogéneos para cada periodo de retorno en todo el área vertiente.

Partiendo de esta hipótesis hemos obtenido los coeficientes de escorrentía para cada periodo de retorno y el caudal específico considerando el área total, a partir del cual, obtenemos los caudales de cálculo para cada punto de control sin más que multiplicar el caudal específico por el área que recoge cada punto.

A continuación consignamos una tabla resumen con los caudales de cálculo de cada punto de control:

PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS			PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS		
CAUDAL ESPECIFICO (m ³ /seg):	8.25		CAUDAL ESPECIFICO (m ³ /seg):	23.66	
TRAMO	AREA (Ha)	CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	TRAMO	AREA (Ha)	CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)
P.C. 1	6.559	0.54	P.C. 1	6.559	1.55
P.C. 2	8.961	0.74	P.C. 2	8.961	2.12
P.C. 3	21.807	1.80	P.C. 3	21.807	5.16

Con los planos y las hojas electrónicas que complementan este anejo creemos que queda perfectamente claro el método de cálculo empleado.



SUB AREA -2 (Ha)= 4.927

SUB AREA -5 (Ha)= 5.260

SUP TOTAL (Ha)= 21.807

P.CONTROL - 3
 COTA FINAL (m)= 44.00
 LONGITUD (m)=710.90
 PENDIENTE= 7.87%
 SUB AREA -4 (Ha)= 2.659

COTA INICIAL (m)= 100.00

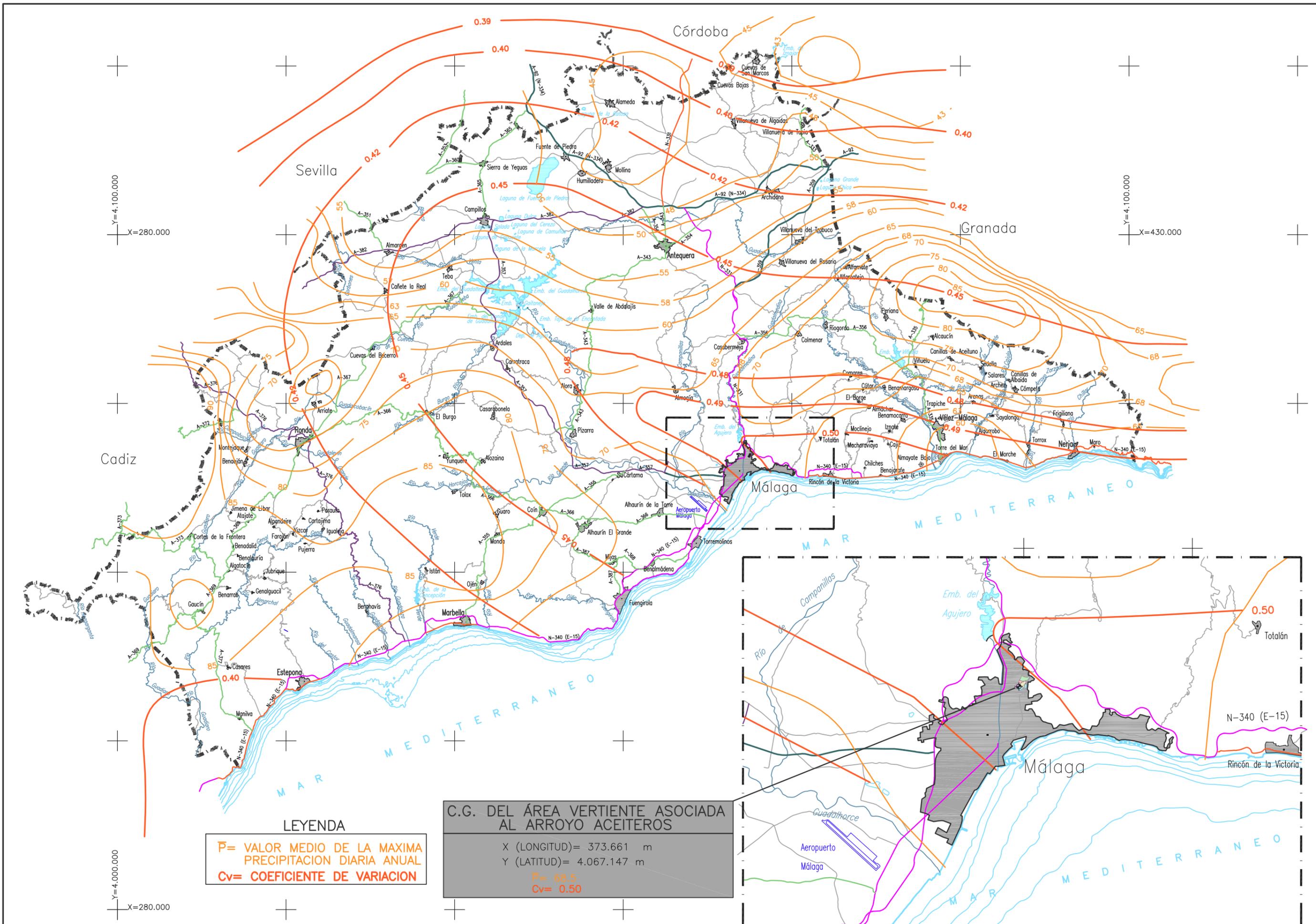
ARROYO ACEITEROS

P.CONTROL - 2
 COTA (m)= 68.00
 LONGITUD (m)=446.15
 PENDIENTE= 7.17%
 SUB AREA -3 (Ha)= 2.402

P.CONTROL - 1
 COTA (m)= 87.00
 LONGITUD (m)=227.08
 PENDIENTE= 5.70%
 SUB AREA -1 (Ha)= 6.559

ARROYO QUINTANA





Y=4.100.000
X=280.000

Y=4.100.000
X=430.000

Y=4.000.000
X=280.000

LEYENDA
 \bar{P} = VALOR MEDIO DE LA MAXIMA PRECIPITACION DIARIA ANUAL
 Cv = COEFICIENTE DE VARIACION

C.G. DEL ÁREA VERTIENTE ASOCIADA AL ARROYO ACEITEROS
 X (LONGITUD) = 373.661 m
 Y (LATITUD) = 4.067.147 m
 \bar{P} = 68.5
 Cv = 0.50

CÁLCULO DE COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA - ARROYO ACEITEROS

Utilizamos el contenido del capítulo 2 de la Instrucción 5.2-IC (Drenaje Superficial). En la misma, se reconoce que para pequeñas cuencas (tiempos de concentración inferiores a seis horas) son apropiados los métodos hidrometeorológicos.

El coeficiente de escorrentía se puede obtener de la aplicación de la fórmula siguiente, en el que las variables están referidas al tiempo de retorno considerado.

$$C = [(Pd/Po) - 1] \times [(Pd/Po) + 23] / [(Pd/Po) + 11]^2$$

Pd: Precipitación total diaria (mm)
Po: Umbral de escorrentía

En el proyecto que nos ocupa determinaremos los coeficientes a utilizar en la determinación del umbral de escorrentía. Utilizamos los valores de la tabla que se adjunta a continuación, clasificando los suelos en varios grupos que suman la superficie total

La superficie total de la cuenca es : 21.807 Ha.

Totales:	100.0%	21.8
----------	--------	------

Descripción de la zona	Tipo	Grupo	Po	Porc.	Ha.
Zonas de monte bajo con escasa vegetación	31	C	14	20.0%	4.4
Zonas próximas al núcleo urbano	34	C	43	35.0%	7.6
Zonas Urbanas	41		1	45.0%	9.8

	Periodo de Retorno	Precipitación en 24 h (Pd)	Umbral E. (Po)			Valores medios	
			14	43	1	C	Po
Utilizando los datos de precipitaciones en 24 horas, obtenidos con anterioridad, obtenemos los siguientes valores de C:	5	88.4	0.52	0.16	0.99	0.60	19.8
	10	110.7	0.60	0.22	0.99	0.64	19.4
	25	140.6	0.67	0.29	0.99	0.68	19.7
	50	164.6	0.72	0.35	1.00	0.71	19.6
	100	190.8	0.76	0.40	1.00	0.74	19.4
	200	218.4	0.80	0.44	1.00	0.76	20.1
	500	256.4	0.83	0.50	1.00	0.79	20.1

CLASIFICACIÓN DE SUELOS A EFECTOS DE LA TABLA SIGUIENTE				
Grupo	Infiltración	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa	Perfecto
			Areno-limosa	
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa	Bueno a moderado
			Franca	
			Franco-arcillo-arenosa	
			Franco-limosa	
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa	Imperfecto
			Franco-arcillo-limosa	
			Arcillo-arenosa	
			Arcillosa	
D	Muy lenta	Pequeña u Horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

ESTIMACIÓN INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA							
Uso de la tierra	Tipo	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
Barbecho	1	>=3	R	15	8	6	4
	2	<3	N	17	11	8	6
	3	<3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	4	>=3	R	23	13	8	6
	5	<3	N	25	16	11	8
	6	<3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	7	>=3	R	29	17	10	8
	8	<3	N	32	19	12	10
	9	<3	R/N	34	21	14	12
Rotación cultivos pobres	10	>=3	R	26	15	9	6
	11	<3	N	28	17	11	8
	12	<3	R/N	30	19	13	10
Rotación cultivos densos	13	>=3	R	37	20	12	9
	14	<3	N	42	23	14	11
	15	<3	R/N	47	25	16	13
Praderas	16	>=3	Pobre	24	14	8	6
	17		Media	53	23	14	9
	18		Buena	*	33	18	13
	19		Muy Buena	*	41	22	15
	20	<3	Pobre	58	25	12	7
	21		Media	*	35	17	10
	22		Buena	*	*	22	14
	23		Muy Buena	*	*	25	16
Plantaciones regulares (aprovechamiento forestal)	24	>=3	Pobre	62	26	15	10
	25		Media	*	34	19	14
	26		Buena	*	42	22	15
	27	<3	Pobre	*	34	19	14
	28		Media	*	42	22	15
	29		Buena	*	50	25	16
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc)	30		Muy clara	40	17	8	5
	31		Clara	60	24	14	10
	32		Media	*	34	22	16
	33		Espesa	*	47	31	23
	34		Muy espesa	*	65	43	33
Tipo de terreno		Pendiente	Umbral de escorrentía				
Rocas permeables	35	>=3		3			
	36	<3		5			
Rocas impermeables	37	>=3		2			
	38	<3		4			
Firmes granu.sin pavimento	39			2			
Adoquinados	40			1.5			
Pavim. Bitumin./Hormigón	41			1			

Nota: N: Cultivo según líneas de nivel; R: cultivo según máxima pendiente

CÁLCULOS HIDROLÓGICOS (CUENCAS DE MENOS DE 3.000 Ha) - ARROYO ACEITEROS

TABLA N° 1 - Estimación de los Cuantiles Locales Xt							
Longitud:	Latitud:	P. Retorno	Columna	Cv	Pmed	Yt	Xt
373,661	4,067,147	5	1	0.500	68.5	1.297	88.8
		10	2			1.610	110.3
		25	3			2.052	140.6
		50	4			2.403	164.6
		100	5			2.785	190.8
		200	6			3.189	218.4
		500	7			3.738	256.1
TABLA N° 2 - Determinación de Yt en función de Cv							
P.Retorno	5	10	25	50	100	200	500
Columna	1	2	3	4	5	6	7
0.30	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

TABLA N° 3: Determinación de Pd - (INSTITUTO DE METEOROLOGÍA)							
Lluvia esperada en 24 horas según periodos de retorno (mm)							
Periodos	5	10	25	50	100	200	500
6-168	94.4	116.5	144.4	165.1	185.6	206.1	233.1
Málaga - El Boticario							
6-170	84.9	102.0	123.5	139.5	155.4	171.2	192.0
Málaga - Pantano del Agujero							
6-171A	85.8	102.9	124.4	140.4	156.3	172.1	193.0
Málaga Carmelita							
Valor medio	88.4	107.1	130.8	148.3	165.8	183.1	206.0
TABLA N° 4 - Determinación de los valores Pd de cálculo							
Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)							
Periodos	5	10	25	50	100	200	500
M.Regional	88.8	110.3	140.6	164.6	190.8	218.4	256.1
I.Meteoro.	88.4	107.1	130.8	148.3	165.8	183.1	206.0
Adoptados	88.8	110.3	140.6	164.6	190.8	218.4	256.1
TABLA N° 5 - Determinación del Tiempo de Concentración y de las intensidad de lluvia							
$T_c = 60 \times 0.3 \times (L/J)^{0.25 \times 0.76}$	L (Km) =	0.71	J (m/m) =	0.079	Tc (minutos)	22.5	
$V_{med} (m/seg) =$	0.55	$V_{med} adoptada (m/seg) =$	0.55	Tc Propuesto (minutos) =	21.5		
Cálculo de la intensidad de lluvia para cada periodo de retorno (mm)							
Periodo	5	10	25	50	100	200	500
$P_d (mm/día)$	88.8	110.3	140.6	164.6	190.8	218.4	256.1
$P_o (mm/día)$	19.9	19.3	19.7	19.6	19.4	20.1	20.1
$I_h (mm/h)$	21.8	27.1	34.6	40.5	46.9	53.7	63
$I_t (mm/h)$	37.3	46.4	59.2	69.3	80.3	91.9	107.8
I_h : Intens.horaria del chubasco de una hora de duración; I_t : Intensidad horaria del de duración Tc							
TABLA N° 6 - Determinación de los caudales específicos y de cálculo						$S_{cuenc. (Ha)} =$	21.807
Caudales específicos para los distintos periodos de retorno (m^3/seg)							
Periodo R.	5	10	25	50	100	200	500
$I_t (mm/h)$	37.30	46.40	59.20	69.30	80.30	91.90	107.80
$C_{escorrentía}$	0.60	0.64	0.68	0.71	0.74	0.76	0.79
Q_e	6.22	8.25	11.18	13.67	16.51	19.40	23.66
$Q_{cálculo}$	1.36	1.80	2.44	2.98	3.60	4.23	5.16
Para los cálculos posteriores, dadas las condiciones de proyecto, seleccionamos como periodos de retorno (años)						10	500

OBRAS DE DRENAJE RECTANGULAR - CONTROL A LA ENTRADA - ARROYO ACEITEROS (P.C.-3)

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO					CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	5.16
DIMENSIONES: A: Ancho (m) ...	1.50	F: Altura (m) ...	2.00	Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	
S: Superficie a sección llena: (m ²)	3.00	Ht: Calado aguas arriba entrada	k: coefic. Strickler Recomendada TABLA 4.1 - 5.2-IC		60 - 75	
Pt: Perímetro a sección llena (m)	7.00	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q	Adoptado según criterio A.A.A. →		40	
H ₁ : Calado de sección mojada con J crítica	de cálculo); valor inicial (m) =		1.50	Ke: Coef. pérdida carga entrada .	0.50	

CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA						Utilizamos la expresión → →	H ₁ = 2 x H ₀ / 3	
Ho	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht
1.50	1.00	2.56	1.500	3.84	3.50	0.429	0.01266	1.67
1.60	1.07	2.63	1.605	4.22	3.64	0.441	0.01288	1.78
1.70	1.13	2.73	1.695	4.63	3.76	0.451	0.01347	1.89
1.80	1.20	2.80	1.800	5.04	3.90	0.462	0.01372	2.00
1.90	1.27	2.87	1.905	5.47	4.04	0.472	0.01401	2.11
2.00	1.33	2.96	1.995	5.91	4.16	0.480	0.01457	2.22
2.10	1.40	3.03	2.100	6.36	4.30	0.488	0.01494	2.33
2.20	1.47	3.09	2.205	6.81	4.44	0.497	0.01516	2.44
2.30	1.53	3.17	2.295	7.28	4.56	0.503	0.01570	2.56
2.40	1.60	3.23	2.400	7.75	4.70	0.511	0.01596	2.67

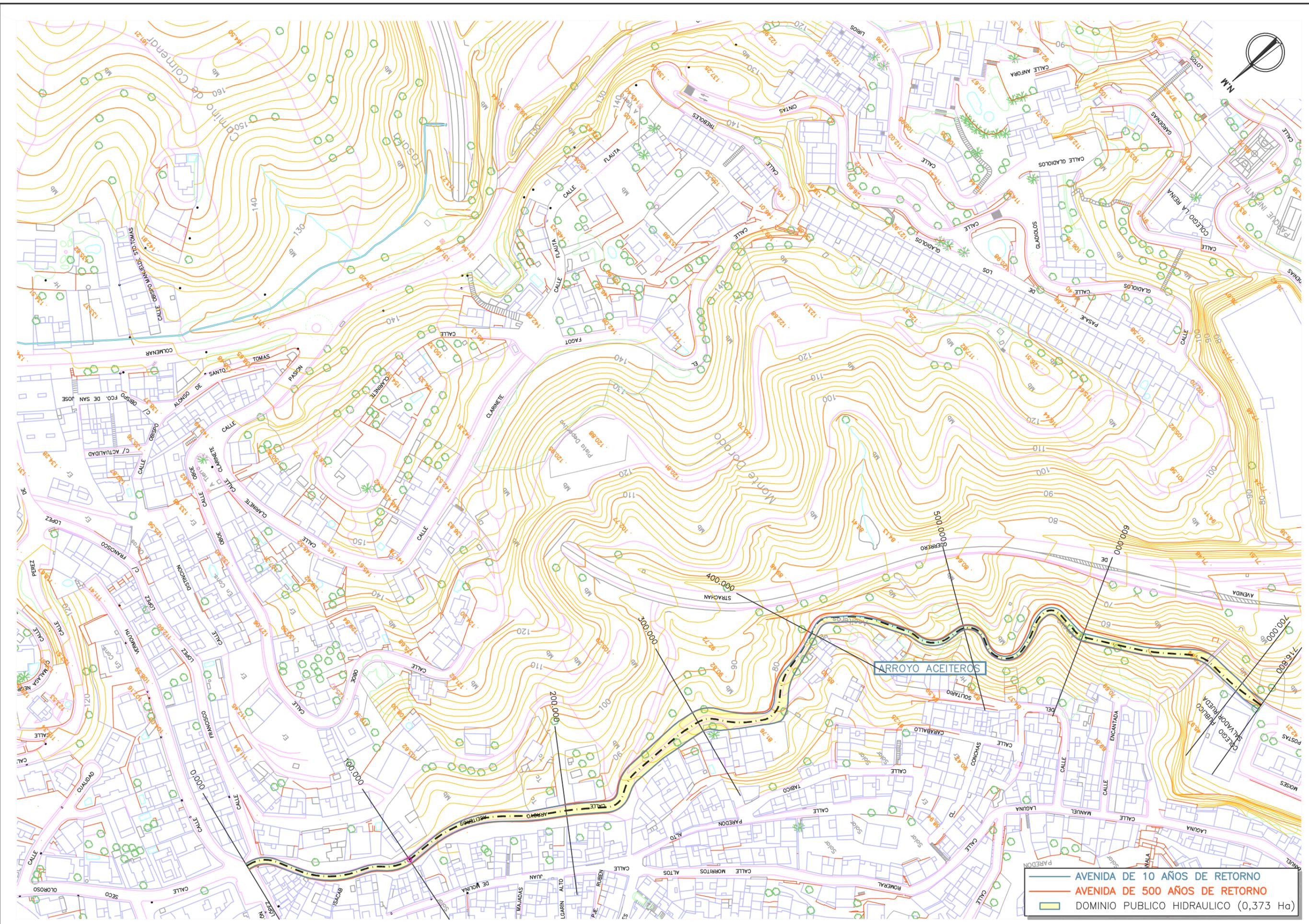
DIMENSIONAMIENTO DEL CUERPO DE LA OBRA		J(%)	Las fórmulas a aplicar son:	$V = k \times R^{2/3} \times J^{1/2}$		$Q = V \times S$
h	S	1.00		R _h ^{2/3}	V	Q
1.20	1.800	3.90	0.462	0.598	2.39	4.30
1.25	1.875	4.00	0.469	0.604	2.42	4.54
1.30	1.950	4.10	0.476	0.610	2.44	4.76
1.35	2.025	4.20	0.482	0.615	2.46	4.98
1.40	2.100	4.30	0.488	0.620	2.48	5.21
1.45	2.175	4.40	0.494	0.625	2.50	5.44
1.50	2.250	4.50	0.500	0.630	2.52	5.67
1.55	2.325	4.60	0.505	0.634	2.54	5.91
1.60	2.400	4.70	0.511	0.639	2.56	6.14
1.65	2.475	4.80	0.516	0.643	2.57	6.36

SITUACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA PARA LAS AVENIDAS CON DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO ARROYO ACEITEROS

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO						$V = k \times R^{2/3} \times J^{1/2}$			$Q = V \times S$							
Para el dimensionamiento utilizaremos la formula de Manning - Strickler, que tiene la expresión y la interpretación siguientes:						P : perímetro mojado en m.			J : pendiente en tanto por uno							
Tipo de material constitutivo del canal:		Tierra con ligera vegetación				S : Sección mojada en m ² .			V : Velocidad en m./seg.							
k: coefic. Recomendado TABLA 4.1 DE LA 5.2-IC:		25-30	Adoptado →	30		R : Radio hidráulico en m. (S/P)			Q : Caudal en m3/seg.							
DETERMINACIÓN DE LAS INTENSIDADES						Periodo →			5	10	25	50	100	200	500	
Coeficientes de escorrentía para cada periodo de retorno						0.60			0.64	0.68	0.71	0.74	0.76	0.79		
Lluvia esperada →	Periodo→		5	10	25	50	100	200	500	$T_c = 60 \times 0.3 \times (L/J)^{0.25 \times 0.76}$						
	lh (mm/h) →		21.8	27.1	34.6	40.5	46.9	53.7	63.0							
	lt (mm/h) →		37.3	46.4	59.2	69.3	80.3	91.9	107.8							
Superficie (Ha)	Long.cauce(Km)	Cota superior	Cota Inferior	Pendiente (m/m)	Tc (minutos)	Veloc.calculada	Veloc.adoptada	Tc utilizado→	Utilizamos 21.5 minutos para calcular las Intensidades horarias de las lluvias de cálculo							
21.807	0.711	100.00	44.00	0.079	22.5	0.53	0.55	21.5								
DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE CÁLCULO						Carácter de la lluvia:			Habitual	Media	Excepcional	Caudales a aproximar en ← los campos siguientes				
Carácter de la lluvia:						Habitual			Medio	Excepcional	Intensidades de lluvia (mm/h):			46.4	80.3	107.8
Periodo de retorno (años):						10			100	500	Caudal Cálculo C x I x A / 360.....			1.80	3.60	5.16
Coeficientes de escorrentía:						0.640			0.740	0.790	Q especificos (m ³ /seg/Km ²):			8.25	16.51	23.66
CÁLCULO DE CALADOS PARA UNA LLUVIA DE CARÁCTER HABITUAL CON 10 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO Y CAUDAL TOTAL DE CÁLCULO IGUAL A												1.80				
NºPerfil	%	Q en la Sección	Pendiente (%)	Anchura inferior	Talud (H/V) izq.	Talud derecho	Calado	Perímetro (m)	Sección (m ²)	Radio Hidra.(m)	Velocidad(m/seg)	Caudal (m ³ /seg)				
1	0%	0.00														
2	5%	0.09	7.56%	4.68	2.16	15.88	0.03	5.23	0.15	0.03	0.80	0.12				
3	28%	0.50	3.49%	5.70	6.85	7.75	0.09	7.03	0.57	0.08	1.04	0.59				
4	36%	0.65	7.56%	12.10	3.91	3.40	0.05	12.48	0.61	0.05	1.12	0.68				
5	40%	0.72	11.10%	5.62	1.33	2.33	0.08	5.96	0.46	0.08	1.86	0.86				
6	56%	1.01	8.60%	3.20	1.55	1.62	0.14	3.72	0.48	0.13	2.26	1.08				
7	70%	1.26	8.60%	6.38	1.10	1.21	0.11	6.72	0.72	0.11	2.02	1.45				
8	88%	1.58	3.75%	6.00	0.21	0.28	0.16	6.33	0.97	0.15	1.64	1.59				
9	100%	1.80	3.75%	6.00	0.00	0.00	0.18	6.36	1.08	0.17	1.78	1.92				
CÁLCULO DE CALADOS PARA UNA LLUVIA DE CARÁCTER EXCEPCIONAL CON 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO Y CAUDAL TOTAL DE CÁLCULO IGUAL A												5.16				
NºPerfil	%	Q en la Sección	Pendiente (%)	Anchura inferior	Talud (H/V) izq.	Talud derecho	Calado	Perímetro (m)	Sección (m ²)	Radio Hidra.(m)	Velocidad(m/seg)	Caudal (m ³ /seg)				
2	5%	0.26	7.56%	4.68	2.16	15.88	0.05	5.59	0.26	0.05	1.12	0.29				
3	28%	1.44	3.49%	5.70	6.85	7.75	0.15	7.91	1.02	0.13	1.44	1.47				
4	36%	1.86	7.56%	12.10	3.91	3.40	0.09	12.78	1.12	0.09	1.66	1.86				
5	40%	2.06	11.10%	5.62	1.33	2.33	0.14	6.21	0.82	0.13	2.56	2.10				
6	56%	2.89	8.60%	3.20	1.55	1.62	0.25	4.14	0.90	0.22	3.21	2.89				
7	70%	3.61	8.60%	6.38	1.10	1.21	0.20	6.99	1.32	0.19	2.91	3.84				
8	88%	4.54	3.75%	6.00	0.21	0.28	0.31	6.64	1.88	0.28	2.49	4.68				
9	100%	5.16	3.75%	6.00	0.00	0.00	0.34	6.68	2.04	0.31	2.66	5.43				

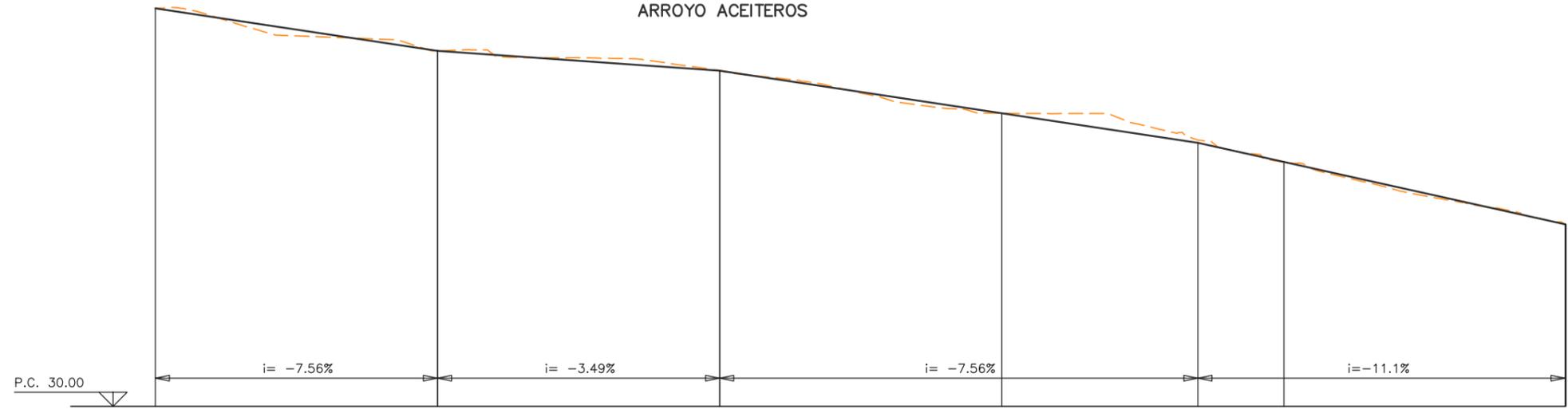


ARROYO ACEITEROS

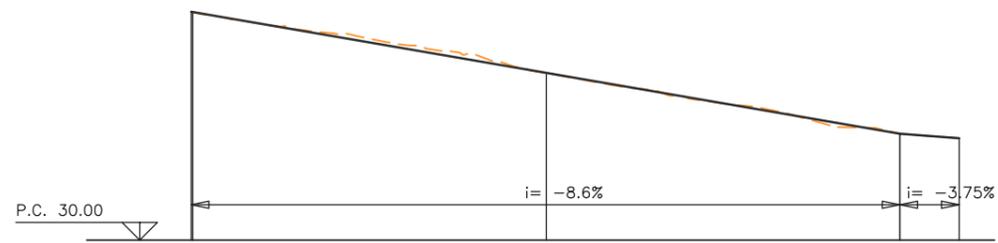


- AVENIDA DE 10 AÑOS DE RETORNO
- AVENIDA DE 500 AÑOS DE RETORNO
- DOMINIO PUBLICO HIDRAULICO (0,373 Ha)

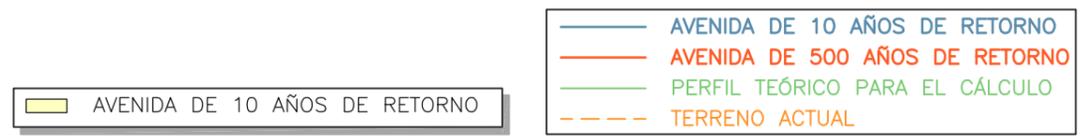
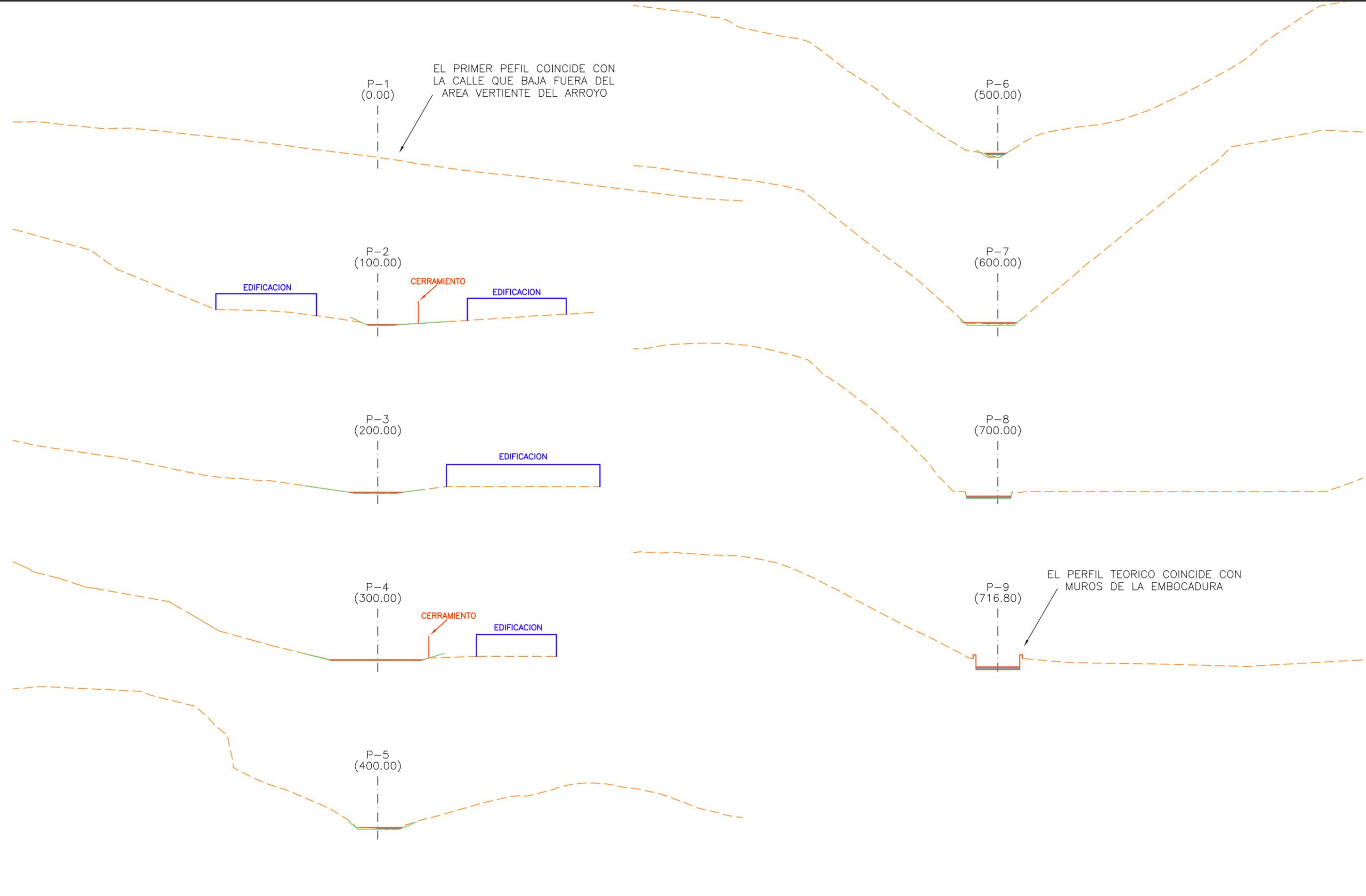
ARROYO ACEITEROS



COTA ROJA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
ORDENADAS	TERRENO	93.008	89.519	81.958	73.319	62.222	
	RASANTE	93.01	89.52	81.96	76.71	73.32	62.23
DISTANCIAS	AL ORIGEN	100.00	200.00	300.00	369.49	400.00	499.60
	PARCIALES	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
N. DE PERFIL	1	2	3	4	5	6	



COTA ROJA	0.01	0.01	0.00	0.00
ORDENADAS	TERRENO	53.625	45.030	44.400
	RASANTE	53.63	45.03	44.40
DISTANCIAS	AL ORIGEN	600.00	700.00	716.80
	PARCIALES	100.00	100.00	16.80
N. DE PERFIL	6	7	8	9



MEMORIA ESPECÍFICA DEL ARROYO WITTEMBERG

1.- DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA.

El arroyo Wittemberg termina en el arroyo Gálica pasando por debajo de la carretera de Olías y de un centro escolar mediante un marco con dimensión libre vertical de 1,20 m y anchura variable que se aproxima finalmente a cinco metros. A esta obra de drenaje longitudinal llega el arroyo, perfectamente encauzado, mediante una solera de hormigón de unos ocho metros de ancho y axiales laterales que se coronan con un murete rematado con una albardilla. La altura total de esa contención lateral es de 1,40 m la pendiente longitudinal del arroyo es en todo el recorrido muy fuerte y especialmente en este tramo encauzado que cuenta con algún resalto para disminuir, en lo posible, la pendiente longitudinal.

El tramo del arroyo existente entre el encauzamiento antes descrito y las obras de drenaje transversal de la A-7 y del ramal de conexión de esta autovía con Laraña, cuenta con algunos azudes para retener arrastres y disminuir la pendiente longitudinal. Todos los elementos que hemos comentado están perfectamente recogidos en las fotografías que acompañamos en el correspondiente anejo, que recomendamos sean visualizadas para entender adecuadamente nuestras propuestas.

Tenemos alguna incertidumbre sobre como se coordinan los tramos embovedados que hemos localizado en el campo e incluido en el anejo fotográfico. Al norte de la A-7 nos encontramos con un cajón con dimensión 3,00 x 2,50 m que coincide exactamente con la última salida embovedada que se corresponde con la fotografía nº 8. Bajo el ramal que conecta la A-7 con Laraña, hemos observado la salida de una alcantarilla con sección inferior que, tras un tránsito descubierto de solo unas decenas de metros, continúa con otro marco armado de sección inferior a la antes comentada. La interrelación entre estas dos obras no la tenemos clara, pero, dado que no es significativo aclararlo para definir bien nuestro trabajo, dejamos esta duda en el aire.

El tramo de cauce primitivo situado entre la A-7 y el ramal que conduce a Laraña estará situado bajo la explanación realizada por esta vía por lo que el suelo ocupado también es propiedad estatal y no tiene interés diferenciarlo. Al sur del ramal, desde la embocadura situada al pie del terraplén, realizamos la determinación del Dominio Público Hidráulico, por lo que entendemos debió ser el cauce primitivo.

2.- CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS.

En base a la que antecede hemos situado sólo tres puntos de control para determinar los caudales de cálculo, el primero al norte de la A-7, para verificar la situación hidráulica del primer cajón; el segundo en el límite norte de la zona en la que determinamos el D.P.H. y el tercero en el embovedado existente en la carretera de Olías.

Aportamos unas hojas de cálculo en las que casi siempre tenemos que hacer una corrección, que aumenta los caudales de cálculo. Tenemos que atender, para obtener la aprobación sin problemas del documento, los criterios establecidos por la Cuenca Mediterránea Andaluza, que recomienda la utilización (en base a criterios estadísticos de carácter genérico en la zona mediterránea, para cuencas de carácter rústico de extensión inferior a 20 Km² <> 2.000 Ha) de caudales específicos mínimos de 20 m³ / seg / km².

Atendemos esos criterios con la utilización de los procedimientos de cálculo genéricamente establecidos, con la modificación siguiente: aumentamos la velocidad media calculada de circulación del agua por el cauce principal de la cuenca desde 0,71 hasta 1,45 m/seg, con ello conseguimos aumentar el caudal específico del punto de

control, con 500 años de periodo de retorno, desde 13,70 hasta 20,37 m³/seg. Con ello demostramos que nos quedamos claramente del lado de la seguridad.

En la hoja de cálculos hidráulicos con la que determinamos las láminas de agua que nos permiten determinar las ocupaciones en el arroyo, variamos el caudal de la forma siguiente:

- Con el periodo de retorno de 10 años entre 9,24 m³/seg en el P1 hasta 11,26 m³/seg en el P3. Ello supone aplicar una variación lineal al caudal de cálculo del P3 desde el 82 % hasta el 100 %.
- Con el periodo de retorno de 500 años entre 21,56 m³/seg en el P1 hasta 26,26 m³/seg en el P3. Ello supone aplicar una variación lineal al caudal de cálculo del P3 desde el 82 % hasta el 100 %.

3.- CONSIDERACIONES HIDRÁULICAS.

Hay dos puntos en los que podemos verificar la capacidad hidráulica de obras de drenaje longitudinal existentes. El primero es al norte de la A-7. En este punto hemos podido determinar perfectamente las dimensiones del marco que atraviesa por debajo de la autovía, que tiene 3,00 x 2,50 m.

Verificamos en la hoja de cálculo en la que determinamos la capacidad de evacuación, que con un calado a la entrada de sólo 2,60 m, sólo 0,10 m por encima de la clave del cajón, entra el caudal de cálculo con 500 años de periodo de retorno.

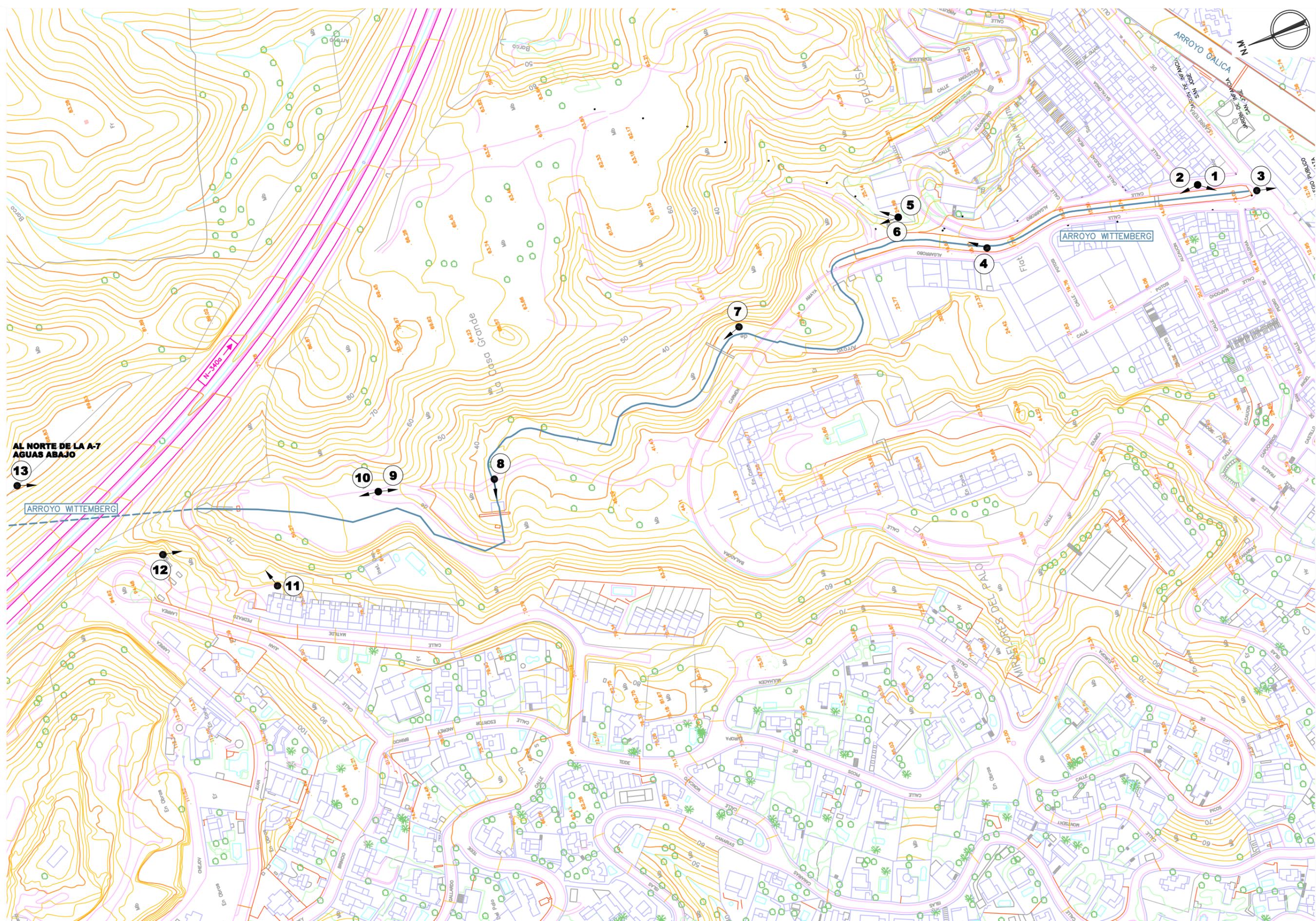
Respecto de la capacidad hidráulica del embovedado, en la parte inferior de la hoja determinamos que se precisa una pendiente de sólo el 0,40 % para que pueda transitar en caudal de cálculo con 500 años de periodo de retorno, pendiente que, sin duda, es superada por el marco.

El otro punto en el que hemos determinado la capacidad hidráulica, es el paso por debajo de la carretera de Olías. En este caso no tiene sentido determinar la capacidad de la embocadura dado que llega hasta este punto el río encauzado con una anchura de 8,00 y una altura del resguardo lateral de 1,40. Esta sección se va estrechando hasta llegar en su tramo final, tal como muestra la fotografía nº 3, a una sección de 5,0 x 1,20 m. En la hoja electrónica en la que hemos suprimido el rango en el que se calcula la embocadura, nos demuestra que con una pendiente del 2 % circularía el caudal correspondiente a 500 años de periodo de retorno con una velocidad de 4,83 m/seg, que es totalmente razonable, máxime si tenemos en cuenta, lo reiterado repetidamente en este documento, el haber utilizado un coeficiente de Stricker con valor de sólo 40.

Las hojas electrónicas con las que determinamos el dominio público hidráulico no nos han dado ningún problema en su elaboración. Los límites del Dominio Público Hidráulico y de la Zona de Inundación están bien definidos y tienen una continuidad razonable. La superficie que hemos fijado con el primer deslinde, de 0,809 Ha, nos parece suficientemente exacta y representativa.

4.- CONCLUSIONES.

Entendemos que la información técnica aportada en este arroyo es suficiente para definir lo que se nos ha solicitado, no obstante quedamos a disposición de los Técnicos Municipales o de la A.A.A. para aclarar cualquier parte de su contenido.



c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 1 – El arroyo está perfectamente encauzado antes de llegar al Gálica



Fotografía 2 – Hacia aguas arriba se mantiene un buen tramo con el mismo encauzamiento. La anchura alcanza 8,0 m y la altura hasta la albardilla es de 1,40 m.



Fotografía 3 – Nos hemos introducido dentro de la obra y hemos tomado esta fotografía de su tránsito por debajo del vial. La altura libre es de 1.20 m y el ancho final, tras el estrechamiento de 5,0 m.



Fotografía 4 – La fuerte pendiente del tramo encauzado del arroyo se pone de manifiesto con la existencia de resaltes como el que muestra la fotografía.

c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 5 – Vemos un afluente de cierta importancia que llega por el este



Fotografía 7 – Tras volver de nuevo a la margen este del vial sigue hacia el norte sin tener mas interrelación con elementos urbanizados



Fotografía 6 – El arroyo tiene un cambio de alineación importante que evidencia esta fotografía y la siguiente



Fotografía 8 – Al pie del terraplén situado bajo los edificios que vemos al fondo de la fotografía anterior nos encontramos este marco, de 3,00 x 2,50 m, que tiene un giro importante de su alineación justo antes de su salida.

c/ Manuel Azuaga (Conjunto Azucarera) 29740 Torre del Mar (Málaga) Aptdo. de Correos 145 tlf: 95 254 70 54 fax: 95 254 14 95 e-mail: ics@ics-es.com web: www.ics-es.com



Fotografía 9 – Esta cuneta revestida evacua hacia el cauce principal el área vertiente de la vaguada que mostramos en la fotografía siguiente. En el centro de la imagen vemos la salida del cajón que veíamos con más detalle en la fotografía anterior.



Fotografía 11 – Un pequeño espacio no embovedado existente entre dos obras de drenaje longitudinal. A nuestra izquierda está la boquilla que veíamos en el centro de la fotografía anterior.



Fotografía 10 – Girando la cámara 180° vemos el final de la obra de drenaje longitudinal que atraviesa el ramal de la A-7 que une esta vía con Laraña. Tiene menos sección que el cajón anterior.



Fotografía 12 – El final del tramo descubierto es un cajón con menos sección que el mostrado en la fotografía nº 8.



Fotografía 13 – Al norte de la A_7 existen esta embocadura de un cajón con la misma sección, 3,00 x 2,50 m, que tiene el de la fotografía nº 8. A partir de este punto el cauce , y su área vertiente, ya se implantan al norte de la Autovía y son perfectamente identificables con la cartografía digital.

CÁLCULOS HIDROLÓGICOS.

1.- DOCUMENTACIÓN UTILIZADA.

Para la realización del presente estudio hidrológico hemos utilizado la documentación siguiente, que es la recomendada por los Técnicos del Departamento de Hidrología en la Cuenca Mediterránea Andaluza de la Agencia Andaluza del Agua:

- 1.- Criterios para la autorización de actuaciones en la zona de policía.
- 2.- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular (Dirección general de Carreteras del Ministerio de Fomento).
- 3.- Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España – Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente).

Dentro de la documentación que debe presentar cualquier solicitante en la Agencia Andaluza del Agua, se precisa un Estudio Hidrológico que se debe realizar atendiendo a las consideraciones siguientes:

Se deben determinar los caudales asociados a periodos de retorno de 100 y 500 años. Para cuencas que se puedan considerar unitarias, con superficie de hasta 3.000 km² y tiempos de concentración comprendidos entre 1 y 24 horas, se recomienda como método hidrometeorológico la variante del método racional reflejado en la Instrucción de Carreteras 5.2. IC "Drenaje Superficial". Este método resulta adecuado para una cuenca, como la que nos ocupa, con un suficiente grado de homogeneidad espacial tanto en sus características de escorrentía como en la estructura de las tormentas en la región.

Para la aplicación del método hay que determinar, en primer lugar, la precipitación máxima para los periodos de retorno considerados. Se recomienda utilizar el "Mapa para el cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" realizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

2.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS UTILIZANDO EL MÉTODO REGIONAL.

Este procedimiento se basa en la determinación de los caudales de cálculo utilizando la publicación "Máximas lluvias en la España Peninsular" editada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Esta publicación nos permite obtener las máximas precipitaciones en un lugar de la España Peninsular con solo conocer sus coordenadas UTM. La determinación de precipitaciones se basa en cálculos hidrometeorológicos y en las nuevas tecnologías estadísticas.

El método regional adoptado, denominado tradicionalmente "índice de avenida", asume que la variable Y resultante de dividir, en cada estación, los valores máximos anuales por su media, sigue idéntica distribución de frecuencia en toda la región considerada. Es decir, se cumple que $Y = P_{max} / P_{med}$

Los parámetros de dicha distribución son obtenidos a partir del conjunto de datos de las estaciones de la región, mientras que el valor local de la media P_{med} se estima exclusivamente a partir de los datos de las estaciones.

La estimación de los cuantiles locales X_t en un determinado punto se reduce a reescalar los cuantiles regionales Y_t con la media local P_{med} según la siguiente expresión: $X_t = Y_t \times P_{med}$

Para realizar el cálculo, en principio, utilizamos el método gráfico. Incluimos al final de este anejo un plano elaborado a partir de los mapas incluidos en el anejo nº 1 de la publicación citada, pero con una información geográfica mayor de nuestra zona de estudio.

Las coordenadas del punto que tomamos como representativo de la cuenca y los valores de los parámetros que se obtienen, para los periodos de retorno consignados, los hemos consignado y calculado en la TABLA Nº 1 que consignamos en la hoja electrónica que figura en la última parte del anejo.

Hemos verificado que los valores obtenidos, aplicando el procedimiento gráfico, coinciden razonablemente con los que proporciona la aplicación informática MAXPLU que acompaña a esta publicación.

Los valores de Y_t se obtienen de la tabla 7.1 de la publicación, que reproducimos abreviadamente, con la denominación "TABLA Nº 2" en la hoja electrónica que adjuntamos al final de este anejo. Los valores de Y_t obtenidos los hemos utilizado en la TABLA Nº 1 para fijar los valores del citado cuantil.

3.- CÁLCULOS UTILIZANDO LA PUBLICACIÓN DEL INSTITUTO DE METEOROLOGÍA.

En la publicación - Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus periodos de retorno en España; Volumen 8 Andalucía Oriental (Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente) -, encontramos 3 estaciones pluviométricas que se puedan relacionar con nuestra cuenca. Sus valores de lluvia esperada en 24 h los reproducimos en la TABLA Nº 3.

4.- VALORES DE LA PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS ADOPTADOS.

El resumen de las precipitaciones máximas en periodos de 24 horas para los periodos de retorno consignados y los dos métodos de cálculo utilizados se recoge en el cuadrante siguiente, es decir en la TABLA Nº 4.

Hemos adoptado, para todos los periodos de retorno el valor máximo obtenido en los dos procedimientos de cálculo, con lo que nos quedamos claramente del lado de la seguridad. Esta información se consiga en la última fila de la citada TABLA Nº 4.

5.- CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Utilizamos para el cálculo del tiempo de concentración de la cuenca el método generalmente aceptado. No obstante nos quedamos del lado de la seguridad mayorando la velocidad media de circulación del agua por parecernos baja la que se obtiene del cálculo realizado

6.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA UTILIZADO.

El coeficiente de escorrentía C define la proporción de la intensidad de lluvia, I, que genera escorrentía superficial. Se ha determinado el valor de los coeficientes de escorrentía en una tabla que también adjuntamos en este anejo, resultando los valores que se han consignado en la TABLA nº 6.

7.- CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA PARA CADA PERIODO DE RETORNO.

Utilizamos la formula de Nadal que es la que determina mejores ajustes en la zona considerada para lluvias de corta duración; su expresión es la siguiente: $I_t = 9.25 \times I_h \times t^{(-0.55)}$. Siendo:

I_t - la intensidad media horaria que corresponde a la precipitación de duración "t" minutos, expresada en mm / hora.

I_h - la intensidad media de la precipitación horaria máxima, también expresada en mm/hora.

t - es la duración de la precipitación expresada en minutos = T_c .

La intensidad media horaria de la precipitación correspondiente a $60 \times 24 = 1440$ minutos, es el valor de $P_d/24$ determinado anteriormente para los diferentes periodos de retorno. De ello podemos deducir I_h en la formula anterior de la siguiente forma:

$$P_d / 24 = 9.25 \times I_h \times 1.440^{(-0.55)} - \text{De donde obtenemos: } I_h = 0.246 \times P_d$$

Es decir, que la precipitación del chubasco de una hora de duración es aproximadamente el 25% del valor de la precipitación máxima diaria del periodo de retorno correspondiente.

Aplicando nuevamente la formula de Nadal para el valor del Tiempo de Concentración obtenido anteriormente obtendremos las Intensidades máximas de lluvia para los distintos periodos de retorno considerados

Con la fórmula anterior y los valores de P_d antes consignados, obtenemos en la siguiente TABLA, la N° 5, para cada periodo de retorno, las intensidades horarias correspondientes al chubasco de una hora de duración y el de la lluvia de cálculo, con duración igual al tiempo de concentración.

8.- EXPRESIÓN A UTILIZAR PARA DETERMINAR LOS CAUDALES DE CÁLCULO.

La determinación de los caudales de cálculo, en el ámbito de este anejo, sólo tiene una razón de ser que es la obtención de los caudales específicos QE (escorrentía producida en 1 km²) que resultan para cada periodo de retorno en función de las hipótesis realizadas. Dichos caudales específicos nos permiten tener una idea fundamentada del nivel de corrección de nuestros cálculos. Para determinar estos caudales aplicamos la fórmula Racional a una superficie de 1 km². La expresión es: $Q = C \times I \times A / 3,6$. Siendo:

C: Coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce I.

I (mm/h): Máxima intensidad media en el intervalo de duración igual a T_c .

A (Km²): Superficie de la cuenca; en este caso: $A = 1$.

Q (m³/seg): Caudal punta.

En la TABLA siguiente, es decir en la N° 6, calculamos los caudales de cálculo para los periodos de retorno que estamos utilizando. Dado que empleamos una superficie de 1 km² coinciden con los caudales específicos (QE) que, como hemos comentado, son los valores medios generados por una superficie de cuenca de un kilómetro cuadrado.

9.- CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta que la Agencia Andaluza del Agua recomienda la utilización (en base a criterios estadísticos de carácter genérico en la zona mediterránea para cuencas de bastante extensión) de caudales específicos de 20 m³ / seg / km², creemos que es correcta la utilización del periodo de retorno y caudal que hemos resaltado en la tabla anterior.

10.- CONSIDERACIONES PARTICULARES DE LA CUENCA DEL ARROYO WITTEMBERG.

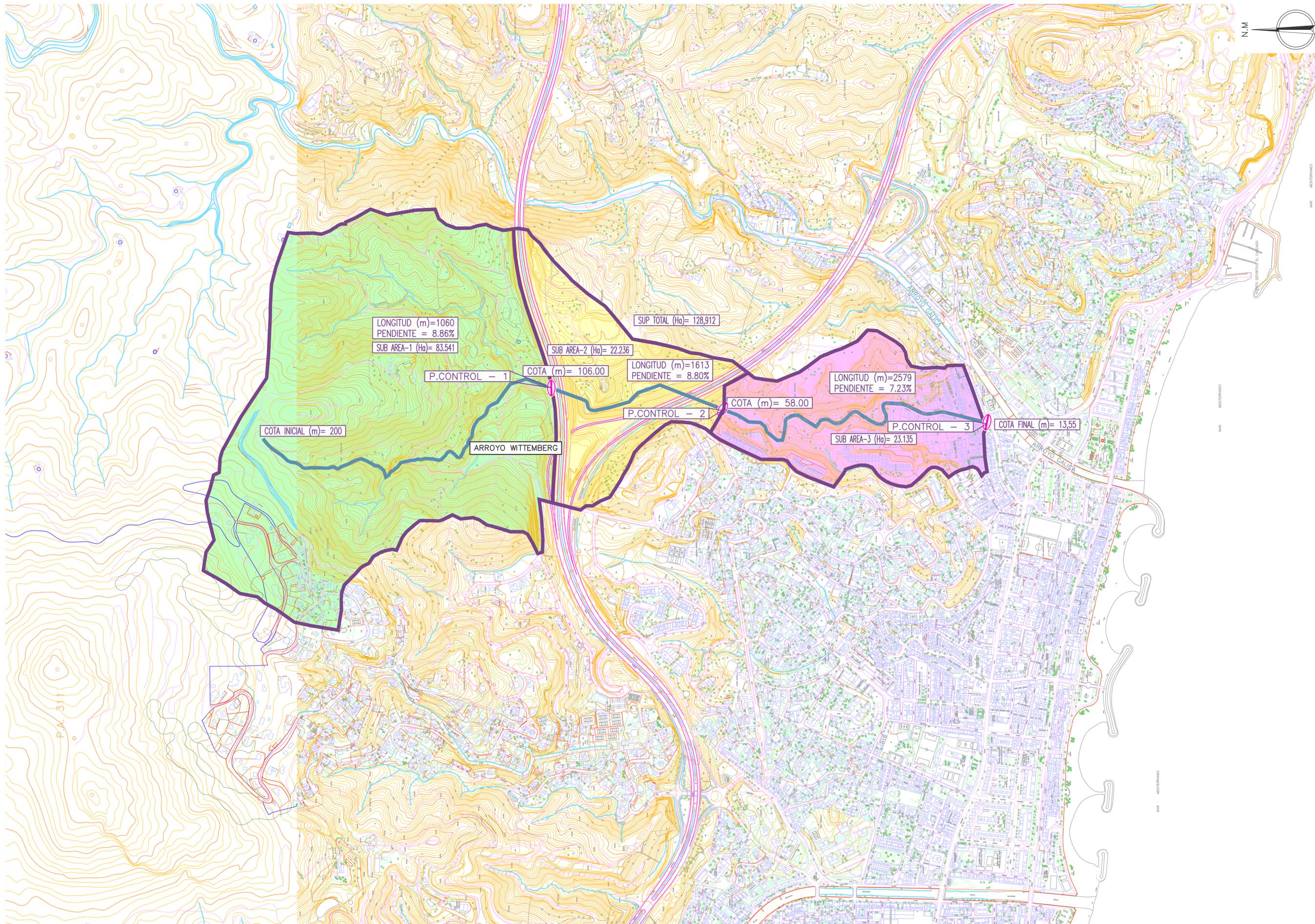
La cuenca del Arroyo Wittemberg presenta una morfología bastante regular, por lo que hemos considerado que los coeficientes de escorrentía van a ser homogéneos para cada periodo de retorno en todo el área vertiente.

Partiendo de esta hipótesis hemos obtenido los coeficientes de escorrentía para cada periodo de retorno y el caudal específico considerando el área total, a partir del cual, obtenemos los caudales de cálculo para cada punto de control sin más que multiplicar el caudal específico por el área que recoge cada punto.

A continuación consignamos una tabla resumen con los caudales de cálculo de cada punto de control:

PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS			PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS		
CAUDAL ESPECIFICO (m ³ /seg):	8.74		CAUDAL ESPECIFICO (m ³ /seg):	20.37	
TRAMO	AREA (Ha)	CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	TRAMO	AREA (Ha)	CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)
P.C. 1	83.541	7.30	P.C. 1	83.541	17.02
P.C. 2	105.777	9.24	P.C. 2	105.777	21.55
P.C. 3	128.912	11.27	P.C. 3	128.912	26.26

Con los planos y las hojas electrónicas que complementan este anejo creemos que queda perfectamente claro el método de cálculo empleado.



LONGITUD (m)=1060
 PENDIENTE = 8.86%
 SUB AREA-1 (Ha)= 83.541

SUP TOTAL (Ha)= 128,912

SUB AREA-2 (Ha)= 22.236

LONGITUD (m)=1613
 PENDIENTE = 8.80%

LONGITUD (m)=2579
 PENDIENTE = 7.23%

COTA INICIAL (m)= 200

P.CONTROL -- 1

COTA (m)= 106.00

P.CONTROL -- 2

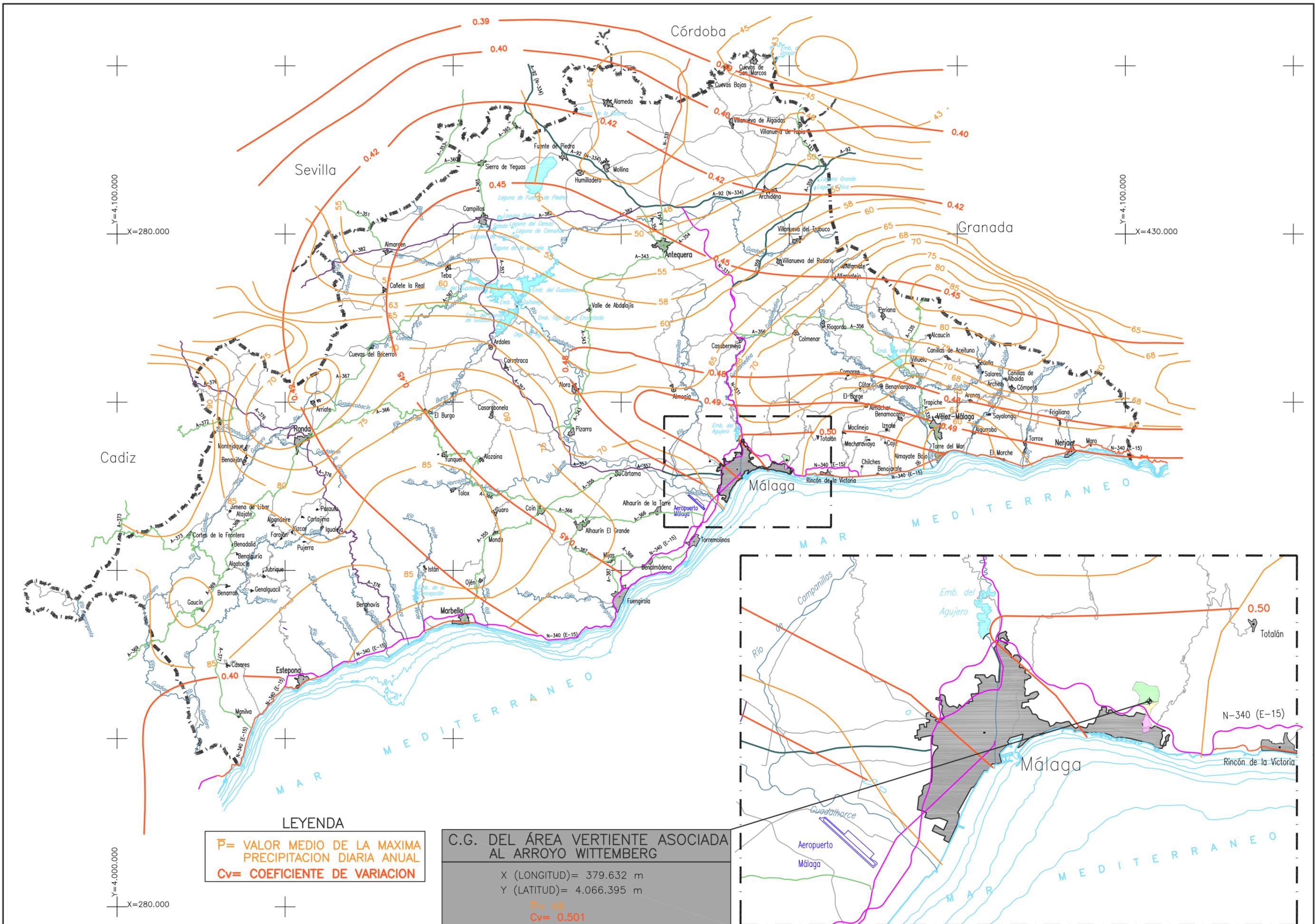
COTA (m)= 58.00

P.CONTROL -- 3

COTA FINAL (m)= 13.55

ARROYO WITTEMBERG

SUB AREA-3 (Ha)= 23.135



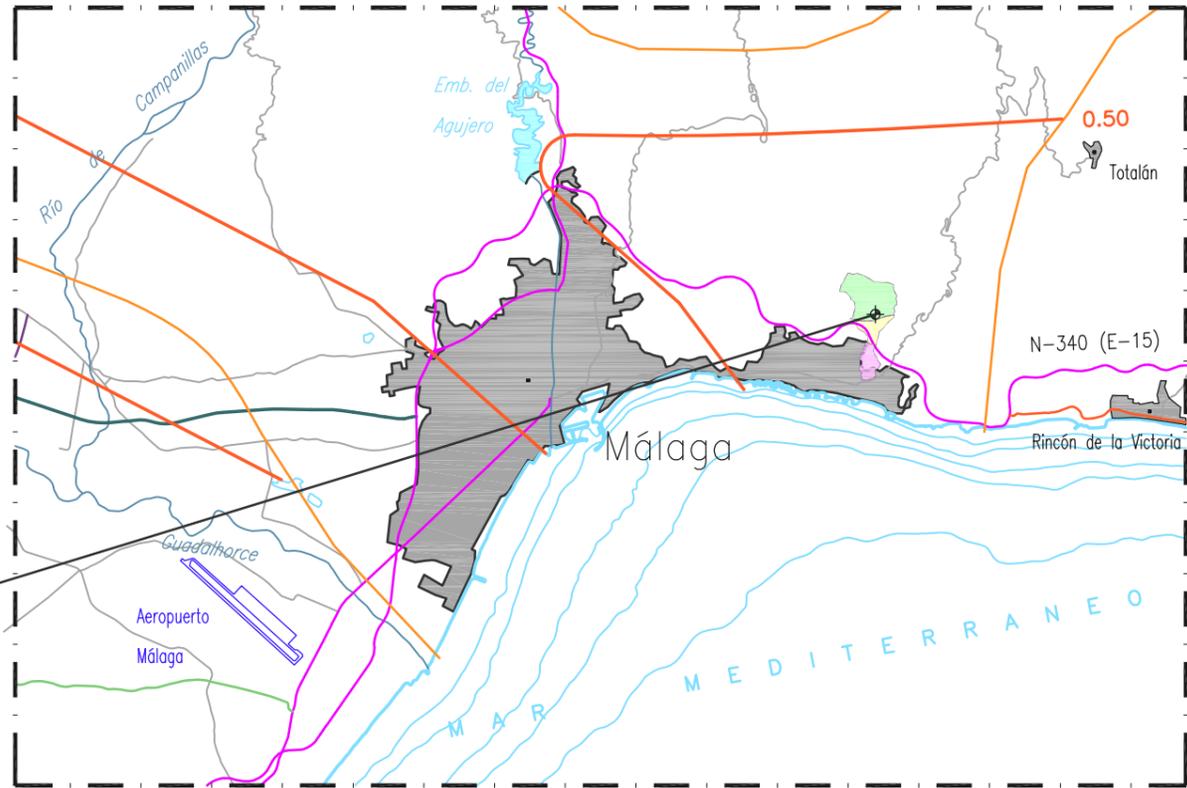
Y=4.100.000
X=280.000

Y=4.100.000
X=430.000

Y=4.000.000
X=280.000

LEYENDA
P= VALOR MEDIO DE LA MAXIMA PRECIPITACION DIARIA ANUAL
Cv= COEFICIENTE DE VARIACION

C.G. DEL ÁREA VERTIENTE ASOCIADA AL ARROYO WITTEMBERG
 X (LONGITUD)= 379.632 m
 Y (LATITUD)= 4.066.395 m
P= 66
Cv= 0.501



CÁLCULO DE COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA - ARROYO WITTEMBERG

Utilizamos el contenido del capítulo 2 de la Instrucción 5.2-IC (Drenaje Superficial). En la misma, se reconoce que para pequeñas cuencas (tiempos de concentración inferiores a seis horas) son apropiados los métodos hidrometeorológicos.

El coeficiente de escorrentía se puede obtener de la aplicación de la fórmula siguiente, en el que las variables están referidas al tiempo de retorno considerado.

$$C = [(Pd/Po) - 1] \times [(Pd/Po) + 23] / [(Pd/Po) + 11]^2$$

Pd: Precipitación total diaria (mm)
Po: Umbral de escorrentía

En el proyecto que nos ocupa determinaremos los coeficientes a utilizar en la determinación del umbral de escorrentía. Utilizamos los valores de la tabla que se adjunta a continuación, clasificando los suelos en varios grupos que suman la superficie total

La superficie total de la cuenca es : 128.912 Ha.

Totales:	100.0%	128.9
----------	--------	-------

Descripción de la zona	Tipo	Grupo	Po	Porc.	Ha.
Zonas de monte bajo con vegetación media	32	C	22	20.0%	25.8
Zonas próximas al núcleo urbano	34	C	43	20.0%	25.8
Zonas urbanizadas	41		1	60.0%	77.3

	Periodo de Retorno	Precipitación en 24 h (Pd)	Umbral E. (Po)			Valores medios	
			22	43	1	C	Po
Utilizando los datos de precipitaciones en 24 horas, obtenidos con anterioridad, obtenemos los siguientes valores de C:	5	97.0	0.39	0.18	0.99	0.71	11.6
	10	120.1	0.47	0.24	0.99	0.74	12.2
	25	149.0	0.54	0.31	0.99	0.77	13
	50	170.4	0.59	0.36	1.00	0.79	13.3
	100	191.7	0.63	0.40	1.00	0.80	14.2
	200	212.9	0.66	0.43	1.00	0.82	14.1
	500	247.1	0.71	0.49	1.00	0.84	14.6

CLASIFICACIÓN DE SUELOS A EFECTOS DE LA TABLA SIGUIENTE				
Grupo	Infiltración	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa	Perfecto
			Areno-limosa	
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa	Bueno a moderado
			Franca	
			Franco-arcillo-arenosa	
			Franco-limosa	
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa	Imperfecto
			Franco-arcillo-limosa	
			Arcillo-arenosa	
			Arcillosa	
D	Muy lenta	Pequeña u Horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

ESTIMACIÓN INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA							
Uso de la tierra	Tipo	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
Barbecho	1	>=3	R	15	8	6	4
	2	<3	N	17	11	8	6
	3	<3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	4	>=3	R	23	13	8	6
	5	<3	N	25	16	11	8
	6	<3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	7	>=3	R	29	17	10	8
	8	<3	N	32	19	12	10
	9	<3	R/N	34	21	14	12
Rotación cultivos pobres	10	>=3	R	26	15	9	6
	11	<3	N	28	17	11	8
	12	<3	R/N	30	19	13	10
Rotación cultivos densos	13	>=3	R	37	20	12	9
	14	<3	N	42	23	14	11
	15	<3	R/N	47	25	16	13
Praderas	16	>=3	Pobre	24	14	8	6
	17		Media	53	23	14	9
	18		Buena	*	33	18	13
	19	Muy Buena	*	41	22	15	
	20	<3	Pobre	58	25	12	7
	21		Media	*	35	17	10
	22		Buena	*	*	22	14
	23		Muy Buena	*	*	25	16
	24		>=3	Pobre	62	26	15
25	Media	*		34	19	14	
26	Buena	*		42	22	15	
Plantaciones regulares (aprovechamiento forestal)	27	<3	Pobre	*	34	19	14
	28		Media	*	42	22	15
	29		Buena	*	50	25	16
	30		Muy clara	40	17	8	5
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc)	31		Clara	60	24	14	10
	32		Media	*	34	22	16
	33		Espesa	*	47	31	23
	34		Muy espesa	*	65	43	33
Tipo de terreno		Pendiente	Umbral de escorrentía				
Rocas permeables	35	>=3		3			
	36	<3		5			
Rocas impermeables	37	>=3		2			
	38	<3		4			
Firmes granu.sin pavimento	39			2			
Adoquinados	40			1.5			
Pavim. Bitumin./Hormigón	41			1			

Nota: N: Cultivo según líneas de nivel; R: cultivo según máxima pendiente

CÁLCULOS HIDROLÓGICOS (CUENCAS DE MENOS DE 3.000 Ha) - ARROYO WITTEMBERG

TABLA N° 1 - Estimación de los Cuantiles Locales Xt							
Longitud:	Latitud:	P. Retorno	Columna	Cv	Pmed	Yt	Xt
379,632	4,066,395	5	1	0.501	66.0	1.297	85.6
		10	2			1.612	106.4
		25	3			2.054	135.6
		50	4			2.406	158.8
		100	5			2.788	184.0
		200	6			3.192	210.7
		500	7			3.744	247.1
TABLA N° 2 - Determinación de Yt en función de Cv							
P.Retorno	5	10	25	50	100	200	500
Columna	1	2	3	4	5	6	7
0.30	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

TABLA N° 3: Determinación de Pd - (INSTITUTO DE METEOROLOGÍA)							
Lluvia esperada en 24 horas según periodos de retorno (mm)							
Periodos	5	10	25	50	100	200	500
6-168	94.4	116.5	144.4	165.1	185.6	206.1	233.1
Málaga - El Boticario	104.5	125.9	153.0	173.1	193.1	213.0	239.2
6-174							
Olías	92.9	118.0	149.6	173.0	196.3	219.5	250.1
6-175							
Rincón de la Victoria	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	240.8
Valor medio	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	240.8
TABLA N° 4 - Determinación de los valores Pd de cálculo							
Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)							
Periodos	5	10	25	50	100	200	500
M.Regional	85.6	106.4	135.6	158.8	184.0	210.7	247.1
I.Meteoro.	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	240.8
Adoptados	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	247.1
TABLA N° 5 - Determinación del Tiempo de Concentración y de las intensidad de lluvia							
$T_c = 60 \times 0.3 \times (L/J)^{0.25 \times 0.76}$	L (Km) =	2.58	J (m/m) =	0.072	Tc (minutos)	60.9	
$V_{med} (m/seg) =$	0.71	$V_{med} adoptada (m/seg) =$	1.45	Tc Propuesto (minutos) =	29.6		
Cálculo de la intensidad de lluvia para cada periodo de retorno (mm)							
Periodo	5	10	25	50	100	200	500
$P_d (mm/día)$	97.3	120.1	149.0	170.4	191.7	212.9	247.1
$P_o (mm/día)$	11.6	12.2	13	13.3	14.2	14.1	14.6
$I_h (mm/h)$	23.9	29.6	36.7	41.9	47.2	52.4	60.8
$I_t (mm/h)$	34.3	42.5	52.7	60.1	67.7	75.2	87.3
I_h : Intens.horaria del chubasco de una hora de duración; I_t : Intensidad horaria del de duración Tc							
TABLA N° 6 - Determinación de los caudales específicos y de cálculo						$S_{cuenc. (Ha)} =$	128.912
128.912							
Periodo R.	5	10	25	50	100	200	500
$I_t (mm/h)$	34.30	42.50	52.70	60.10	67.70	75.20	87.30
$C_{escorrentia}$	0.71	0.74	0.77	0.79	0.80	0.82	0.84
Q_e	6.76	8.74	11.27	13.19	15.04	17.13	20.37
$Q_{cálculo}$	8.72	11.26	14.53	17.00	19.39	22.08	26.26
Para los cálculos posteriores, dadas las condiciones de proyecto, seleccionamos como periodos de retorno (años)						10	500



OBRAS DE DRENAJE RECTANGULAR - CONTROL A LA ENTRADA - ARROYO WITTEMBERG (P.C.-1)

VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO					CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	17.02
DIMENSIONES: A: Ancho (m) ...	3.00	F: Altura (m) ...	2.50	Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	
S: Superficie a sección llena: (m ²)	7.50	Ht: Calado aguas arriba entrada	k: coefic. Strickler Recomendada TABLA 4.1 - 5.2-IC		60 - 75	
Pt: Perímetro a sección llena (m)	11.00	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q	Adoptado según criterio A.A.A. →		40	
H ₁ : Calado de sección mojada con J crítica	de cálculo); valor inicial (m) =		2.00	Ke: Coef. perdida carga entrada .	0.50	

CÁLCULO DEL CAUDAL EN FUNCIÓN DEL CALADO H ₀ A LA ENTRADA						Utilizamos la expresión → →	H ₁ = 2 x H ₀ / 3	
Ho	H1	V	S	Q	P	Rh	J	Ht
2.00	1.33	2.96	3.990	11.81	5.66	0.705	0.00873	2.22
2.10	1.40	3.03	4.200	12.73	5.80	0.724	0.00883	2.33
2.20	1.47	3.09	4.410	13.63	5.94	0.742	0.00888	2.44
2.30	1.53	3.17	4.590	14.55	6.06	0.757	0.00910	2.56
2.40	1.60	3.23	4.800	15.50	6.20	0.774	0.00918	2.67
2.50	1.67	3.29	5.010	16.48	6.34	0.790	0.00926	2.78
2.60	1.73	3.37	5.190	17.49	6.46	0.803	0.00951	2.89
2.70	1.80	3.43	5.400	18.52	6.60	0.818	0.00961	3.00
2.80	1.87	3.49	5.610	19.58	6.74	0.832	0.00973	3.11
2.90	1.93	3.56	5.790	20.61	6.86	0.844	0.00993	3.22

DIMENSIONAMIENTO DEL CUERPO DE LA OBRA		J(%)	Las fórmulas a aplicar son:	V = k x R ^{2/3} x J ^{1/2}		Q = V x S
h	S	0.40		R _h ^{2/3}	V	Q
2.00	6.000	7.00	0.857	0.902	2.28	13.68
2.05	6.150	7.10	0.866	0.909	2.30	14.15
2.10	6.300	7.20	0.875	0.915	2.31	14.55
2.15	6.450	7.30	0.884	0.921	2.33	15.03
2.20	6.600	7.40	0.892	0.927	2.35	15.51
2.25	6.750	7.50	0.900	0.932	2.36	15.93
2.30	6.900	7.60	0.908	0.938	2.37	16.35
2.35	7.050	7.70	0.916	0.943	2.39	16.85
2.40	7.200	7.80	0.923	0.948	2.40	17.28
2.45	7.350	7.90	0.930	0.953	2.41	17.71



OBRAS DE DRENAJE RECTANGULAR - CONTROL A LA ENTRADA - ARROYO WITTEMBERG (P.C.-3)

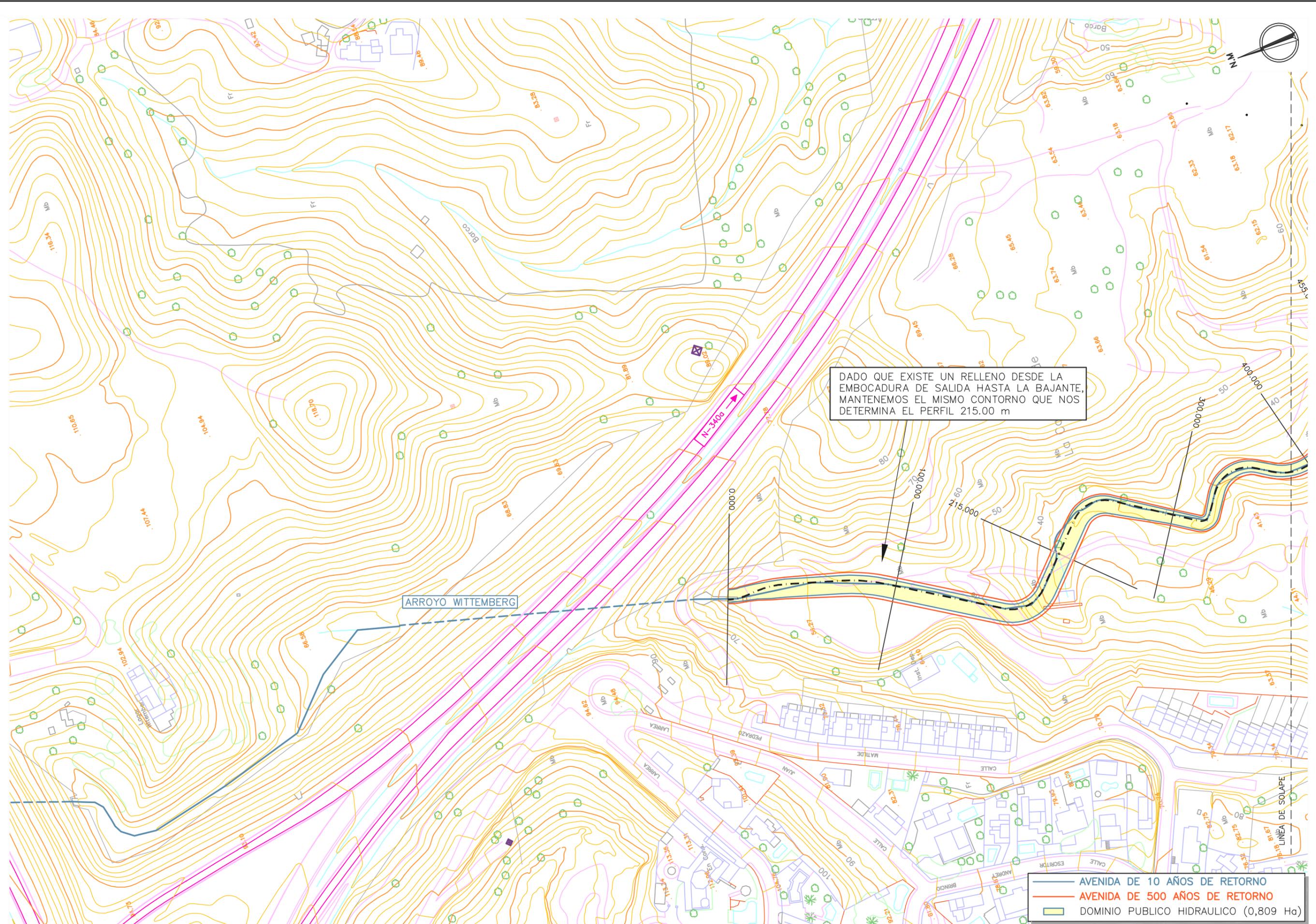
VALORES DE ENTRADA PARA REALIZAR EL CÁLCULO					CAUDAL DE CÁLCULO (m ³ /seg)	26.26
DIMENSIONES: A: Ancho (m) ...	5.00	F: Altura (m) ...	1.20	Tipo de material constitutivo del canal:	Hormigón	
S: Superficie a sección llena: (m ²)	6.00	Ht: Calado aguas arriba entrada	k: coefic. Strickler Recomendada TABLA 4.1 - 5.2-IC		60 - 75	
Pt: Perímetro a sección llena (m)	12.40	Ho: Calado a la entrada (se varia hasta obtener Q	Adoptado según criterio A.A.A.→		40	
H ₁ : Calado de sección mojada con J crítica	de cálculo); valor inicial (m) =		2.00	Ke: Coef. perdida carga entrada .	0.50	

DIMENSIONAMIENTO DEL CUERPO DE LA OBRA		J(%)	Las fórmulas a aplicar son:	V = k x R ^{2/3} x J ^{1/2}		Q = V x S
h	S	P		R _h ^{2/3}	V	Q
0.70	3.500	6.40	0.547	0.669	3.78	13.23
0.75	3.750	6.50	0.577	0.693	3.92	14.70
0.80	4.000	6.60	0.606	0.716	4.05	16.20
0.85	4.250	6.70	0.634	0.738	4.17	17.72
0.90	4.500	6.80	0.662	0.760	4.30	19.35
0.95	4.750	6.90	0.688	0.779	4.41	20.95
1.00	5.000	7.00	0.714	0.799	4.52	22.60
1.05	5.250	7.10	0.739	0.817	4.62	24.26
1.10	5.500	7.20	0.764	0.836	4.73	26.02
1.15	5.750	7.30	0.788	0.853	4.83	27.77

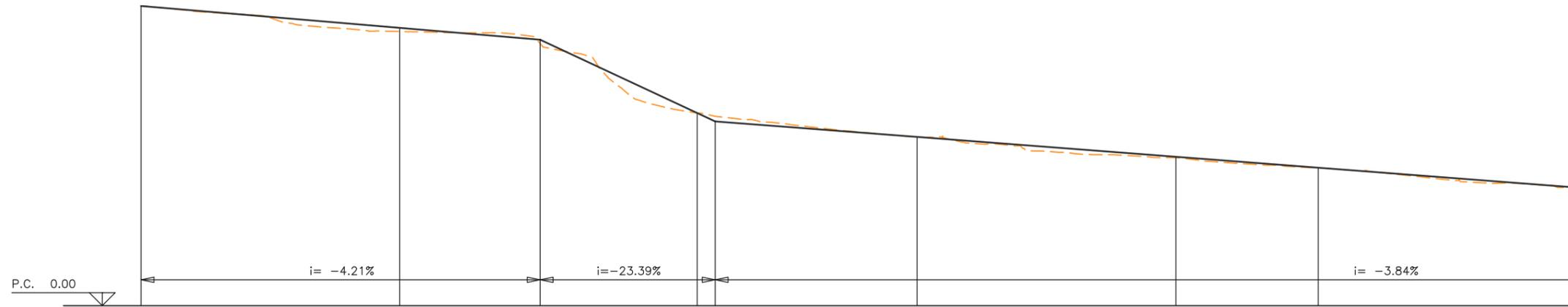
SITUACIÓN DE LA LÁMINA DE AGUA PARA LAS AVENIDAS CON DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO ARROYO WITTEMBERG

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO					$V = k \times R^{2/3} \times J^{1/2}$				$Q = V \times S$			
Para el dimensionamiento utilizaremos la formula de Manning - Strickler, que tiene la expresión y la interpretación siguientes:					P : perímetro mojado en m.				J : pendiente en tanto por uno			
Tipo de material constitutivo del canal:		Tierra con ligera vegetación			S : Sección mojada en m ² .				V : Velocidad en m./seg.			
k: coefic. Recomendado TABLA 4.1 DE LA 5.2-IC:		25-30	Adoptado →		28.5	R : Radio hidráulico en m. (S/P)				Q : Caudal en m3/seg.		
DETERMINACIÓN DE LAS INTENSIDADES					Periodo →	5	10	25	50	100	200	500
Coeficientes de escorrentía para cada periodo de retorno					0.71	0.74	0.77	0.79	0.80	0.82	0.84	
Lluvia esperada →	Periodo →		5	10	25	50	100	200	500	$T_c = 60 \times 0.3 \times (L/J)^{0.25 \times 0.76}$		
	Ih (mm/h) →		23.9	29.6	36.7	41.9	47.2	52.4	60.8			
	It (mm/h) →		34.3	42.5	52.7	60.1	67.7	75.2	87.3			
Superficie (Ha)		Long.cauce(Km)		Cota superior	Cota Inferior	Pendiente (m/m)	Tc (minutos)	Veloc.calculada	Veloc.adoptada	Tc utilizado →		
128.912		2.579		200.00	13.55	0.072	61.0	0.70	1.45	29.6		
DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE CÁLCULO					Carácter de la lluvia:			Habitual	Media	Excepcional	Caudales a aproximar en ← los campos siguientes	
Carácter de la lluvia:					Habitual	Medio	Excepcional	Intensidades de lluvia (mm/h):				
Periodo de retorno (años):					10	100	500	Caudal Cálculo C x I x A / 360.....				
Coeficientes de escorrentía:					0.740	0.800	0.840	Q específicos (m ³ /seg/Km ²):				
CÁLCULO DE CALADOS PARA UNA LLUVIA DE CARÁCTER HABITUAL CON 10 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO Y CAUDAL TOTAL DE CÁLCULO IGUAL A												11.26
NºPerfil	%	Q en la Sección	Pendiente (%)	Anchura inferior	Talud (H/V) izq.	Talud derecho	Calado	Perímetro (m)	Sección (m ²)	Radio Hidra.(m)	Velocidad(m/seg)	Caudal (m ³ /seg)
1	82%	9.24	4.21%	5.86	2.25	1.82	0.45	7.90	3.05	0.39	3.12	9.52
2	83%	9.34	3.84%	8.53	3.12	3.48	0.37	11.08	3.61	0.33	2.67	9.64
3	83%	9.34	3.84%	8.53	3.12	3.48	0.37	11.08	3.61	0.33	2.67	9.64
4	84%	9.44	3.84%	3.03	1.79	4.25	0.61	6.94	2.97	0.43	3.18	9.44
5	85%	9.57	3.84%	5.56	3.31	0.96	0.48	7.89	3.16	0.40	3.03	9.57
6	86%	9.73	3.84%	12.59	1.10	1.47	0.31	13.60	4.03	0.30	2.50	10.08
7	88%	9.92	3.84%	5.15	2.96	2.21	0.50	7.93	3.22	0.41	3.08	9.92
8	92%	10.37	3.84%	8.00	0.00	0.00	0.44	8.88	3.52	0.40	3.03	10.67
9	94%	10.64	1.69%	8.00	0.00	0.00	0.58	9.16	4.64	0.51	2.37	11.00
10	100%	11.26	1.69%	8.00	0.00	0.00	0.60	9.20	4.80	0.52	2.40	11.52
CÁLCULO DE CALADOS PARA UNA LLUVIA DE CARÁCTER EXCEPCIONAL CON 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO Y CAUDAL TOTAL DE CÁLCULO IGUAL A												26.26
NºPerfil	%	Q en la Sección	Pendiente (%)	Anchura inferior	Talud (H/V) izq.	Talud derecho	Calado	Perímetro (m)	Sección (m ²)	Radio Hidra.(m)	Velocidad(m/seg)	Caudal (m ³ /seg)
1	82%	21.56	4.21%	5.86	2.25	1.82	0.73	9.17	5.36	0.58	4.07	21.82
2	83%	21.77	3.84%	8.53	3.12	3.48	0.60	12.67	6.31	0.50	3.52	22.21
3	83%	21.77	3.84%	8.53	3.12	3.48	0.60	12.67	6.31	0.50	3.52	22.21
4	84%	22.01	3.84%	3.03	1.79	4.25	0.94	9.06	5.52	0.61	4.02	22.19
5	85%	22.33	3.84%	5.56	3.31	0.96	0.78	9.34	5.64	0.60	3.97	22.39
6	86%	22.69	3.84%	12.59	1.10	1.47	0.51	14.25	6.76	0.47	3.38	22.85
7	88%	23.13	3.84%	5.15	2.96	2.21	0.81	9.65	5.87	0.61	4.02	23.60
8	92%	24.17	3.84%	8.00	0.00	0.00	0.75	9.50	6.00	0.63	4.10	24.60
9	94%	24.81	1.69%	8.00	0.00	0.00	0.98	9.96	7.84	0.79	3.17	24.85
10	100%	26.26	1.69%	8.00	0.00	0.00	1.02	10.04	8.16	0.81	3.22	26.28

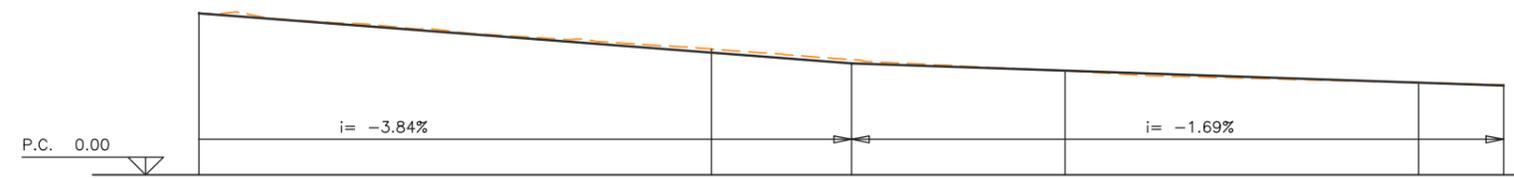




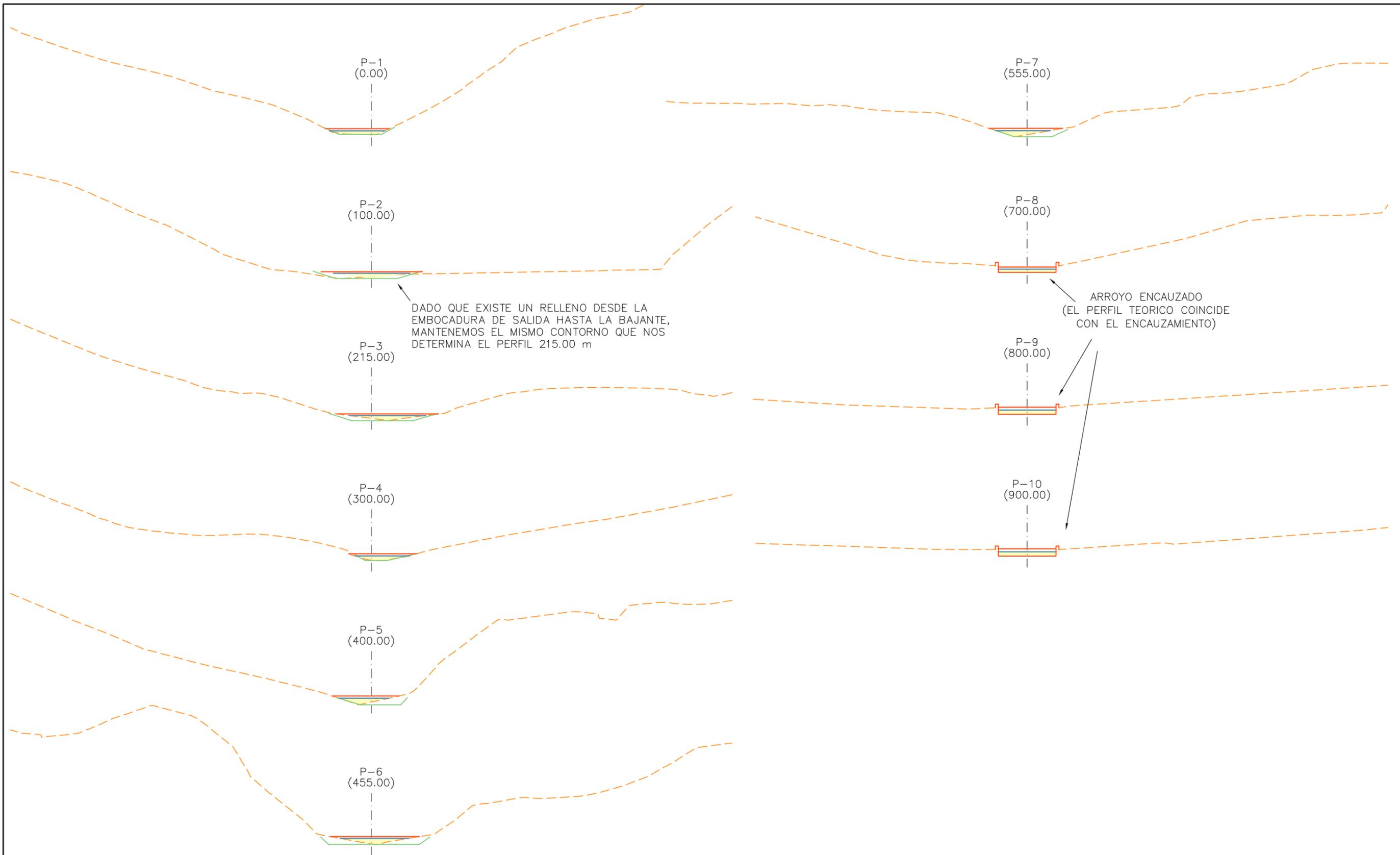
ARROYO WITTEMBERG



COTA ROJA	0.00						
	0.71		-0.04	0.00	0.12	0.00	-0.13
ORDENADAS							
TERRENO	57.930	53.009	37.271	32.607	28.649	26.659	22.953
RASANTE	57.93	53.72	51.43	37.23	35.61	28.77	26.66
AL ORIGEN	0.00	100.00	154.28	215.00	221.94	300.00	400.00
DISTANCIAS							
PARCIALES	0.00	100.00	154.28	215.00	221.94	300.00	400.00
N. DE PERFIL	1	2	3	4	5	6	7



COTA ROJA	-0.13				
	-0.49	0.00	0.00	0.00	-0.10
ORDENADAS					
TERRENO	22.953	17.744	14.705	13.015	12.710
RASANTE	22.82	17.25	15.73	14.71	13.02
AL ORIGEN	555.00	700.00	739.63	800.00	900.00
DISTANCIAS					
PARCIALES	700.00	739.63	800.00	900.00	924.00
N. DE PERFIL	7	8	9	10	11



DADO QUE EXISTE UN RELLENO DESDE LA EMBOCADURA DE SALIDA HASTA LA BAJANTE, MANTENEMOS EL MISMO CONTORNO QUE NOS DETERMINA EL PERFIL 215.00 m

ARROYO ENCAUZADO
(EL PERFIL TEORICO COINCIDE CON EL ENCAUZAMIENTO)

