

ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA CUENCA DE LA RAMBLA DE LOS ALJIBILLOS A SU PASO POR EL SUS-14-EN

Promotor: JUNTA DE COMPENSACIÓN DEL SUS-14-EN

Situación: SUS-14-EN, El Ejido (Almería)

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos: Gustavo Valdivia Fernández

Fecha: Mayo de 2.012

I. ESTUDIO HIDROLÓGICO	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA APLICADA	3
3. MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO	4
3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA	4
3.2. ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS	4
3.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	9
3.4. INTENSIDAD DE CÁLCULO	9
3.5. ESCORRENTÍA	12
3.6. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AVENIDA	17
4. FÓRMULAS EMPÍRICAS DEL CEDEX	18
5. CONCLUSIÓN	19
II. ESTUDIO HIDRÁULICO	20
1. INTRODUCCIÓN	21
2. CÁLCULOS SEGÚN LA FÓRMULA DE MANNING	21
3. ENCAUZAMIENTO CON MUROS DE ESCOLLERA DEL CAUCE DE LA RAMBLA DE LOS ALJIBILLOS	24
4. CRUCE DE LA RAMBLA BAJO LA CALZADA EN LA ROTONDA	25
5. SECCIÓN EN “U” CON MUROS DE HORMIGÓN	26
6. CONCLUSIONES	27
III. PLANOS	28

ESTUDIO HIDROLÓGICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio Hidrológico se redacta para la obtención del caudal de avenida en el cauce de la Rambla de los Aljibillos, a su paso por la unidad de planeamiento SUS-14-EN del Plan General de Ordenación Urbana de El Ejido (Almería).

Los procedimientos utilizados para el cálculo del caudal de avenida requieren el conocimiento del régimen de lluvias máximas en la zona y una caracterización del territorio atravesado para determinar las funciones de pérdidas de agua en la cuenca y para el tiempo de concentración.

Para la elaboración del presente estudio se ha seguido la metodología de previsión de avenidas aplicable a las obras de ingeniería civil. En primer lugar se desarrolla el estudio hidrológico que pretende estimar los caudales de avenida que se producen para un período de retorno determinado en una cuenca dada. Posteriormente se estudia el comportamiento del barranco en el tramo objeto del estudio.

2. METODOLOGÍA APLICADA

Para la estimación de los caudales máximos de avenida se empleará el método hidrometeorológico desarrollado por la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial, de la Dirección General de Carreteras.

En dicho método es preciso definir la cuenca y caracterizar el uso del suelo que hay en la cuenca que nos va a permitir estimar la escorrentía previsible.

El caudal obtenido por este método se incrementará un 25% para tener en cuenta el posible arrastre de sólidos.

Además, se realiza el cálculo de la máxima avenida utilizando las Fórmulas Empíricas del CEDEX.

3. MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA

La definición de la cuenca hidrográfica de la Rambla de los Aljibillos, que afecta a este estudio, se representa gráficamente en el Plano N° 1.

Las características físicas de la cuenca son las siguientes:

- Superficie:	13,012 km ²
- Longitud cauce:	8,642 km
- Cota superior:	1.275,50 m
- Cota inferior:	92,50 m
- Pendiente media:	13,69 %

3.2. ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS

La precipitación máxima diaria es una variable que depende del período de retorno considerado, por lo que es una variable estadística. En este caso, el objetivo es la obtención del nivel que alcanzarían las aguas en el cauce de la Rambla de los Aljibillos para las máximas avenidas excepcionales, para lo cual se toma un período de retorno de 500 años. También se estima el caudal correspondiente al período de retorno de 10, 50 y 100 años.

La estimación de la precipitación máxima diaria se hace aplicando un modelo estadístico a las precipitaciones diarias observadas en la cuenca en un período histórico, destacando entre ellos el método de Gumbel o el de SQRT-ET max.

Dada la inexistencia de datos de series de precipitaciones máximas en estaciones cercanas a la cuenca estudiada, se analiza la precipitación máxima mediante el método desarrollado por la Dirección General de Carreteras. Éste es un método regional que trata de reducir la varianza de los parámetros estimados con una única muestra, empleando la información de estaciones con similar comportamiento.

En dicho método se asume la existencia de una región homogénea respecto a ciertas características estadísticas, lo que permite aprovechar el conjunto de información disponible en dicha región. Se han agrupado las 1.545 estaciones básicas con 30 o más años de registro

en 26 regiones geográficas, donde la variable Y resultante de dividir en cada estación los valores máximos de precipitación entre su media siguen idéntica distribución de frecuencia.

El modelo estadístico aplicado ha sido el SQRT-ET max, el cual proporciona resultados más conservadores que la tradicional ley de Gumbel y demuestra una buena capacidad para reproducir las propiedades estadísticas observadas en los datos. Dicho modelo viene definido por la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-k(1+\sqrt{\alpha \cdot x})e^{-\sqrt{\alpha \cdot x}}}$$

El resultado de dicho estudio es la edición de un Sistema de Información Geográfico, que para la zona de estudio de este proyecto se expresa en la Figura 1.

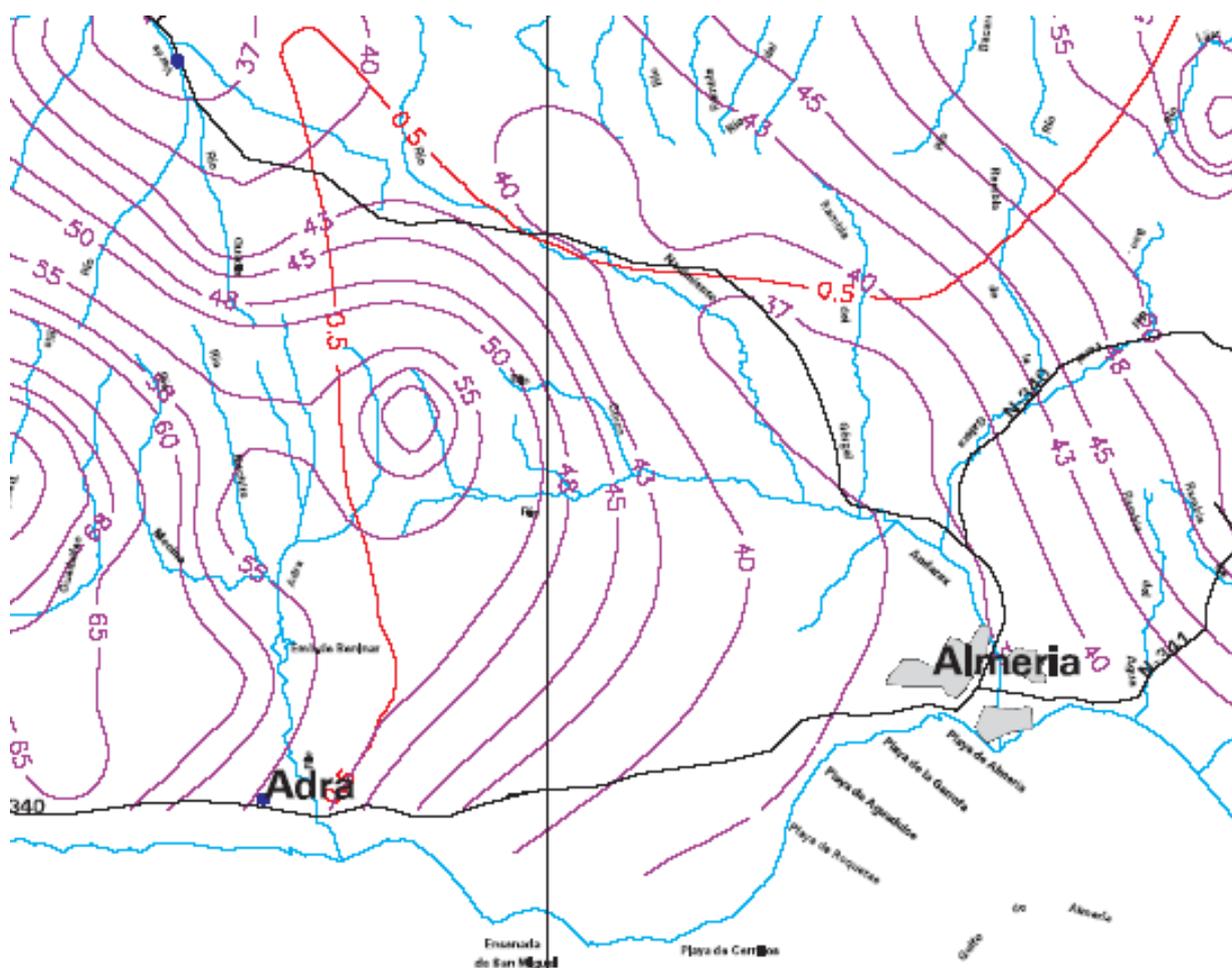


Figura 1: Mapa de cálculo máximas precipitaciones

En el mapa se representan tanto las isolíneas del Coeficiente de Variación C_V como las del Valor Medio de la Máxima Precipitación Diaria \bar{P} .

Localizando en el mapa la cuenca en estudio, se estima mediante las isolíneas representadas el Coeficiente de Variación C_V y el Valor Medio \bar{P} de la Máxima Precipitación Diaria. Para el Período de Retorno T y el valor de C_V , se obtiene el Factor de Amplificación K_T mediante el uso de la Tabla 1.

C_V	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.908	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla1: Valores del Factor de Amplificación K_T

Para obtener el valor de la Precipitación Diaria para un Período de Retorno T, se multiplica el Factor de Amplificación por el Valor Medio de la Máxima Precipitación Diaria:

$$P_d = K_T \cdot \bar{P}$$

Para facilitar el cálculo, el Ministerio de Fomento ha editado la aplicación informática MAXPLU en la cual se introducen como datos las coordenadas geográficas de la cuenca o las coordenadas UTM referidas a los husos 29, 30 ó 31 y se obtiene, para cada Período de Retorno, el valor de la Precipitación Diaria Máxima previsible en mm/día.

Para la Cuenca de la Rambla de los Aljibillos se obtienen los siguientes resultados:

	PERÍODO DE RETORNO (Años)			
	10	50	100	500
P_{med} (mm/día)	43	43	43	43
C_v	0,5	0,5	0,5	0,5
P_t (mm/día)	69	103	120	162

$P_{med} = \bar{P}$ = Valor medio de la máxima precipitación diaria anual.

C_v = Coeficiente de Variación.

$P_t = P_d$ = Precipitación diaria máxima correspondiente a diferentes períodos de retorno.

De la Figura 1 y de la Tabla 1, se obtienen:

	PERÍODO DE RETORNO (Años)			
	10	50	100	500
\bar{P} (mm/día)	43	43	43	43
C_v	0,5	0,5	0,5	0,5
Y_t	1,610	2,403	2,785	3,738
X_t (mm/día)	69	103	120	161

$$X_t = Y_t \cdot \bar{P} = P_t$$

$$Y_t = K_t$$

Por tanto, la precipitación diaria máxima para los diferentes períodos de retorno queda de la siguiente manera:

RAMBLA DE LOS ALJIBILLOS

	PERÍODO DE RETORNO (Años)			
	10	50	100	500
P_d (mm/día)	69	103	120	162

3.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

En el presente apartado se estima el Tiempo de Concentración de la cuenca, siguiendo la fórmula de la Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial:

$$T_c = 0,30 \cdot \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76}$$

Siendo:

- T_c : Tiempo de Concentración, en horas.
- L : Longitud del cauce principal, en Km.
- J : Pendiente media del cauce principal, en m/m.

En consecuencia, el valor del tiempo de concentración es de:

$$T_c = 2,25 \text{ horas.}$$

3.4. INTENSIDAD DE CÁLCULO

Las curvas de intensidad-duración en una estación, son las que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o periodo de retorno.

Se ha comprobado experimentalmente que todas las curvas de una misma estación, correspondiente a los diferentes T_i , son afines, es decir, sólo se diferencian en la escala de I y, por tanto, se pueden reducir a una ley única adimensional si los valores de cada curva se expresan en porcentaje del correspondiente a una duración dada, que se ha elegido como referencia.

Esta ley, debido a su carácter adimensional, es independiente de los valores absolutos de la lluvia, lo cual no solo permite su aplicación a cualquier periodo de retorno, sino que también facilita su extrapolación a otros lugares donde no es posible obtenerla directamente por carácter de pluviógrafo.

Pensando en esta extrapolación, conviene elegir como valor de referencia el relativo a lluvia diaria $I_d = P_d/24$, puesto que éste es el más fácilmente conocible en la generalidad de los casos. La ley adimensional adopta así la forma:

$$\frac{I_d}{P_d} = \varphi(D)$$

Esta ley es característica en cada estación, y función de la distribución temporal de sus aguaceros tipo. Variará por tanto de unos puntos a otros, y tanto más cuanto mayores sean las diferencias climáticas.

Las curvas adimensionales son susceptibles de expresarse, con suficiente aproximación, por medio de una ley general con un parámetro indeterminado K , variable de unos lugares a otros, es decir, $I/I_d = \varphi(D, K)$ que en ejes $(I/I_d, D)$ se traduce en una familia de curvas.

Para caracterizar las diversas curvas, se elige el parámetro $K = I_1/I_d$, siendo I_1 la intensidad horaria correspondiente.

Témez propone como expresión universal de cualquier curva Intensidad-Duración:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\left(\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- I_t : La intensidad media de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración, en mm/h.
- I_d : La intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al periodo de retorno considerado, en mm/h. Es igual a $P_d/24$.
- P_d : La precipitación total diaria, correspondiente a dicho periodo de retorno, en mm.
- I_1 : La intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho periodo de retorno, en mm/h.

- t: Duración del intervalo al que se refiere I_1 , que se tomará igual al tiempo de concentración, en horas.

Temez ha calculado el valor del parámetro I_1/I_d , correspondiente a las leyes Intensidad-Duración en diversas estaciones pluviográficas y con estos resultados ha obtenido las isólineas de la figura siguiente:



Figura 2: Mapa de Isólineas I_1/I_d

Como puede observarse, en este caso $I_1/I_d = 10,3$.

Por lo tanto, para una duración t igual al tiempo de concentración T_c , tendremos:

$$I_t = I_d \cdot 10,3^{\left(\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}\right)} = I_d \cdot 10,3^{\left(\frac{28^{0,1} - 2,25^{0,1}}{28^{0,1} - 1}\right)}$$

Luego:

RAMBLA DE LOS ALJIBILLOS

PERÍODO DE RETORNO (Años)				
	10	50	100	500
I_t (mm/h)	17,99	26,86	31,29	42,25

3.5. ESCORRENTÍA

Parte de las precipitaciones atmosféricas se infiltran en el terreno, denominándose escorrentía a la parte del agua de lluvia que discurre por el terreno.

El coeficiente de escorrentía depende de las características geológico-geotécnicas del terreno, del uso que tiene el suelo y del tiempo transcurrido desde la precipitación anterior.

3.5.1. UMBRAL DE ESCORRENTÍA

De acuerdo con la Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial, el umbral de escorrentía P_0 se determina según los valores indicados en la Tabla 2, multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector K dado por la Figura 4:

$$P_0 = K \cdot P_{0i}$$

El umbral de escorrentía es función del uso de la tierra, de la pendiente, del tipo de cultivo (N si el cultivo se dispone según las curvas de nivel o R si se dispone según la línea de máxima pendiente) y del grupo de suelo.

Los suelos del grupo A tienen una textura arenosa o areno-limosa con un drenaje perfecto. Los suelos del grupo B tienen una textura franco-arenosa, franco-arcillosa o franco limosa con un drenaje bueno a moderado. Los del grupo C son franco-arcillosos o arcillo-

arenosos con drenaje imperfecto. Los del grupo D son suelos arcillosos con drenaje pobre o muy pobre, o con nivel freático alto.

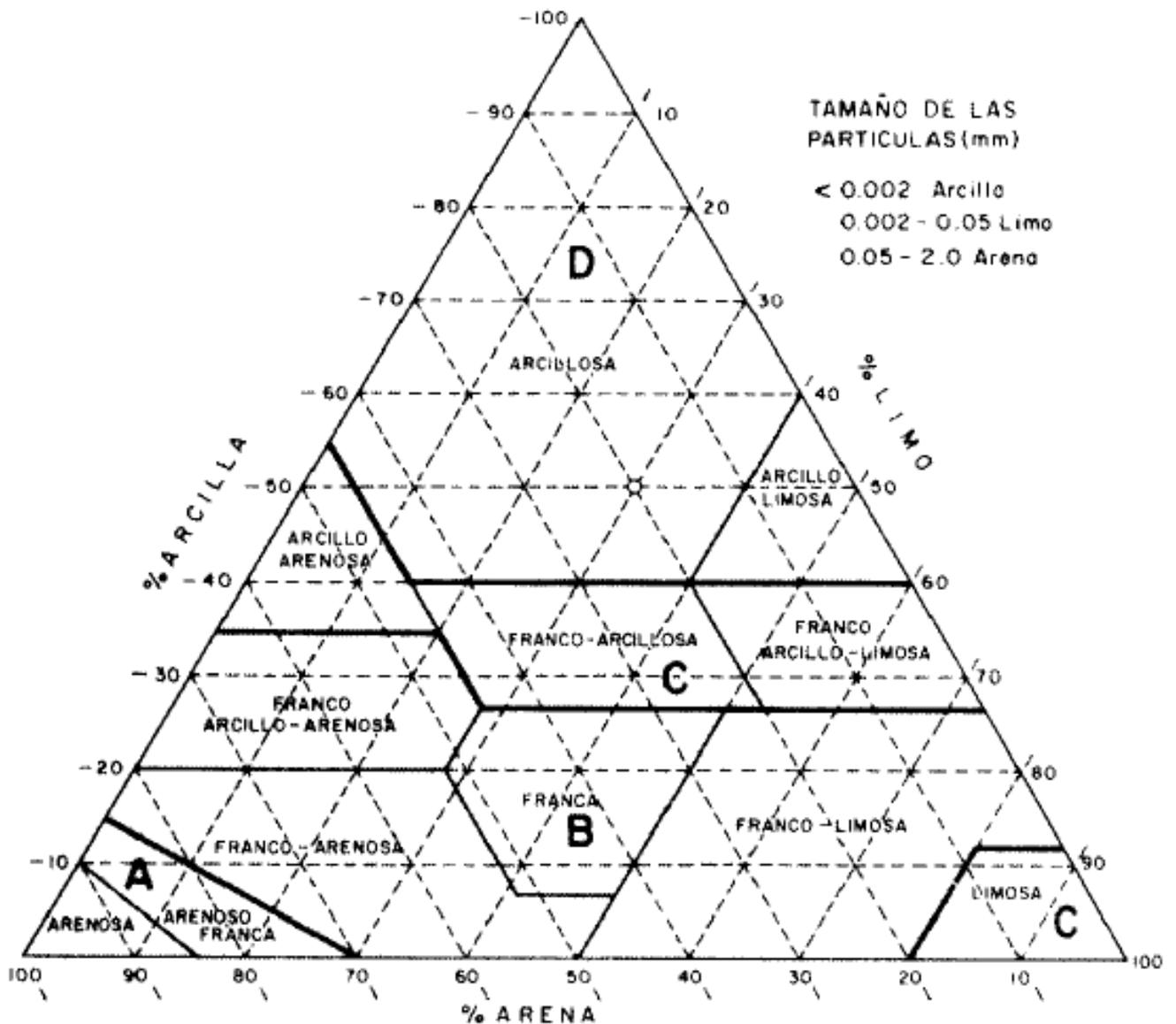


Figura 3: Diagrama triangular para determinación de la textura

En este caso, el suelo de la cuenca de la Rambla de los Aljibillos puede caracterizarse como del grupo D.

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Tipo de cultivo	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	≥ 3	R	15	8	6	4
		N	17	11	8	6
	< 3	R / N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	≥ 3	R	23	13	8	6
		N	25	16	11	8
	< 3	R / N	28	19	14	11
Cereales de invierno	≥ 3	R	29	17	10	8
		N	32	19	12	10
	< 3	R / N	34	21	14	12
Rotación de cultivos pobres	≥ 3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	< 3	R / N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	≥ 3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
	< 3	R / N	47	25	16	13
Praderas	≥ 3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	-	33	18	13
		Muy buena	-	41	22	15
	< 3	Pobre	58	25	12	7
		Media	-	35	17	10
		Buena	-	-	22	14
		Muy buena	-	-	25	16
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥ 3	Pobre	62	26	15	10
		Media	-	34	19	14
		Buena	-	42	22	15
	< 3	Pobre	-	34	19	14
		Media	-	42	22	15
		Buena	-	50	25	16
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc.)		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	-	34	22	16
		Espesa	-	47	31	23
		Muy espesa	-	65	43	33

Tipo de terreno	Pendiente (%)	Umbral de escorrentía (mm)
Rocas permeables	≥ 3	3
	< 3	5
Rocas impermeables	≥ 3	2
	< 3	4
Firmes granulares sin pavimento		2
Adoquinados		1,5
Pavimentos bituminosos o de hormigón		1

Tabla 2: Estimación inicial del umbral de escorrentía P_{0i} (mm)



Figura 4: Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía K

Se estima un valor del umbral de escorrentía de:

$$P_0 = 10 \text{ mm.}$$

3.5.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía C define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I , y depende de la razón entre la precipitación diaria P_d correspondiente al período de retorno y al umbral de escorrentía P_0 a partir del cual se inicia ésta.

Si la razón P_d/P_0 es inferior a la unidad, el coeficiente C podrá considerarse como nulo. En caso contrario, el valor de C podrá obtenerse de la fórmula:

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

En este caso, el coeficiente de escorrentía resultante para cada período de retorno es:

		PERÍODO DE RETORNO (Años)			
		10	50	100	500
C		0,55	0,68	0,73	0,81

Dicho caudal se incrementará un 25% para tener en cuenta el posible arrastre de sólidos, con lo que:

	PERÍODO DE RETORNO (Años)			
	10	50	100	500
Q (m ³ /s)	53,65	99,03	123,84	185,54

4. FÓRMULAS EMPÍRICAS DEL CEDEX

Según la formulación empírica del Cedex, las fórmulas para la obtención del caudal de avenida para los períodos de retorno de 100 y 500 años son las siguientes:

$$Q_{100} = 20 \cdot S^{0,682}, \text{ para } S \leq 25 \text{Km}^2$$

$$Q_{500} = \frac{200}{15} \cdot S + \frac{100}{3}, \text{ para } 5 \text{Km}^2 < S \leq 20 \text{Km}^2$$

donde:

- Q: Caudal en m³/s
- S: Superficie de la cuenca en Km²

Por tanto, se obtiene:

$$Q_{100} = 115,08 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_{500} = 206,83 \text{ m}^3/\text{s}$$

5. CONCLUSIÓN

El resumen de los caudales obtenidos en el presente estudio, es el siguiente:

	PERÍODO DE RETORNO (Años)			
	10	50	100	500
Q (m³/s) según método Hidrometeorológico incrementado un 25%	53,65	99,03	123,84	185,54
Q (m³/s) según fórmulas empíricas del CEDEX	-	-	115,08	206,83

El caudal obtenido mediante las fórmulas empíricas del Cedex para el periodo de retorno de 500 años es muy superior al obtenido con el método hidrometeorológico incrementado un 25%, con lo que se considera que las fórmulas empíricas del Cedex no se adaptan a esta cuenca, por lo que no se tienen en cuenta.

Se adoptan como caudales de cálculo los obtenidos con el método hidrometeorológico incrementado un 25% para tener en cuenta el posible arrastre de sólidos, con lo que se toman como caudales definitivos los siguientes:

	PERÍODO DE RETORNO (Años)			
	10	50	100	500
Q (m³/s)	53,65	99,03	123,84	185,54

En El Ejido, a 3 de Mayo de 2.012

Fdo.: Gustavo Valdivia Fernández
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ESTUDIO HIDRÁULICO

1. INTRODUCCIÓN

Una vez obtenidos los caudales de avenida de la cuenca de la Rambla de los Aljibillos para el período de retorno de 500 años, en el presente Estudio se evalúa la capacidad de desagüe para dicho caudal y se determinan las zonas inundables teniendo en cuenta las obras de encauzamiento que también se incluyen. Para su cálculo se ha empleado la fórmula de Manning.

Se adoptan tres secciones diferentes, en función de por dónde discurre la rambla:

1. Sección trapezoidal de escollera, allí donde la rambla discurre dentro del SUS-14-EN, salvo en la calzada.
2. Sección rectangular formada por dos muros de hormigón sobre los que se apoya una losa de hormigón armado, allí donde la rambla discurre bajo la calzada en la rotonda que hay dentro del SUS-14-EN.
3. Sección en U formada por muro de hormigón en el lado del cauce que linda con el SUS-14-EN y muro en el otro extremo, quedando la totalidad del cauce fuera de los límites del sector. De esta manera se protege al SUS-14-EN de las posibles inundaciones.

2. CÁLCULOS SEGÚN LA FÓRMULA DE MANNING

Para el cálculo de la capacidad para desaguar el caudal de avenida de período de retorno de 500 años, se ha utilizado la fórmula de Manning

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

siendo:

- Q: Caudal, en m³/s
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning
- A: Área de la sección, en m²
- R: Radio hidráulico, en m
- i: Pendiente del cauce

Para los cálculos, se ha considerado la longitud del cauce de la Rambla de los Aljibillos colindante con el sector en estudio, de 214 m. La pendiente del cauce se considera uniforme y de valor $i = 0,0215$.

Para la determinación del coeficiente de rugosidad de Manning se emplea la tabla 4-1 de la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial, en la que aparece un coeficiente de rugosidad K relacionado con el coeficiente n mediante la expresión:

$$n = \frac{1}{K}$$

En tierra desnuda:	Superficie uniforme	40-50
	Superficie irregular	30-50
En tierra:	Con ligera vegetación	25-30
	Con vegetación espesa	20-25
En roca:	Superficie uniforme	30-35
	Superficie irregular	20-30
Fondo de grava:	Cajeros de hormigón	50-60
	Cajeros enchachados	30-45
Encachado		35-50
Revestimiento bituminoso		65-75
Hormigón proyectado		45-60
Tubo corrugado:	Sin pavimentar	30-40
	Pavimentado	35-50
Tubo de fibrocemento:	Sin juntas	100
	Con juntas	85
Tubo de hormigón		60-75

Tabla 1: Coeficiente de rugosidad K ($\frac{m^{1/3}}{s}$)

El valor de K es función del material del cauce o del conducto por el que discurre el agua. Dicho valor viene dado por un intervalo en el que el mayor de los valores se refiere a un conducto corto recién construido, mientras que el menor tiene en cuenta su envejecimiento, pequeñas irregularidades, ligeros defectos de limpieza, pequeños cambios de dirección y forma, así como el paso de conductos a través de arquetas cuyo fondo tenga una forma favorable al flujo del agua, siempre que estos obstáculos sean locales y limitados, el conducto no sea muy corto y la velocidad no sea muy grande. Estos valores inferiores pueden valer también para empalmes con conductos menores, siempre que se procure que el agua llegue por arriba y, a ser posible, oblicuamente de modo que se incorpore en la dirección del conducto principal.

3. ENCAUZAMIENTO CON MUROS DE ESCOLLERA DEL CAUCE DE LA RAMBLA DE LOS ALJIBILLOS

Se considera que se encauzará la rambla con cajón abierto de escollera, cuya base inferior tiene un ancho de 10 metros y las paredes laterales tienen una pendiente 4V:1H.

Se considera un coeficiente de rugosidad de Manning:

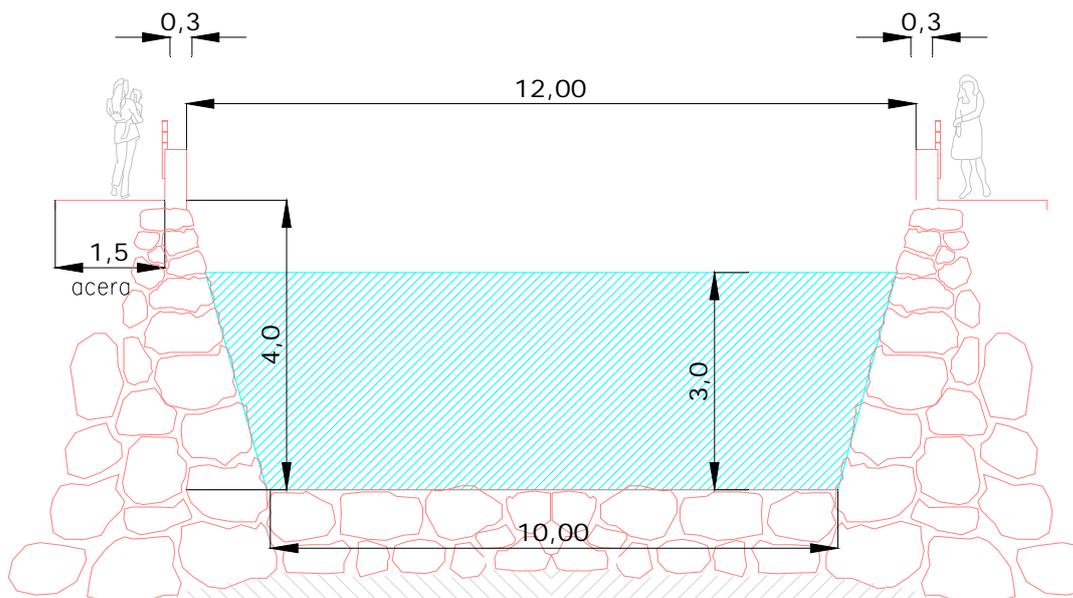
$$n = 0,04$$

La pendiente del cauce es: $i = 0,0215$

Aplicando la fórmula de Manning al caudal para el período de retorno de 500 años, se obtienen los siguientes valores:

$Q_{500} = 185,54 \text{ m}^3/\text{s}$	Altura lámina de agua = 2,98 m	$V = 5,79 \text{ m/s}$
---	--------------------------------	------------------------

Por tanto, dejando un resguardo de 1 metro de altura, se considera suficiente una sección de 10 metros de ancho en la parte inferior, 4 metros de alto y 12 metros de ancho en la parte superior:



4. CRUCE DE LA RAMBLA BAJO LA CALZADA EN LA ROTONDA

El cruce de la rambla con la calzada en la rotonda se realizará mediante dos muros de hormigón armado de 4 metros de alto y separados una distancia de 12 metros, sobre los que se apoya una losa de hormigón armado. El fondo sobre el que discurrirá la rambla será de piedra.

Se considera un coeficiente de rugosidad de Manning intermedio entre el hormigón y la piedra:

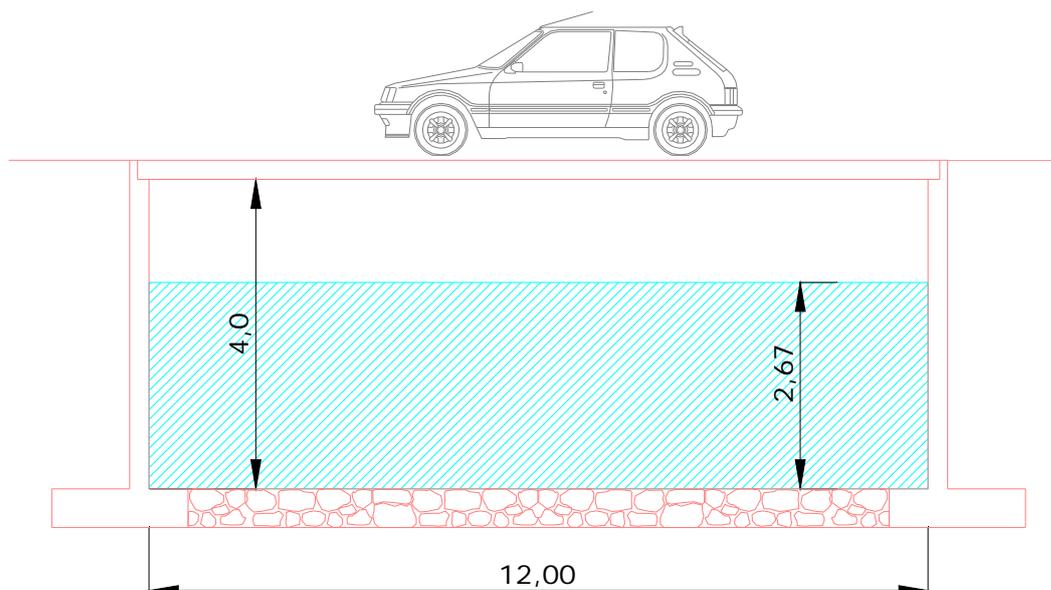
$$n = 0,038$$

La pendiente del cauce es: $i = 0,0215$

Aplicando la fórmula de Manning al caudal para el período de retorno de 500 años, se obtienen los siguientes valores:

$Q_{500} = 185,54 \text{ m}^3/\text{s}$	Altura lámina de agua = 2,67 m	$V = 5,79 \text{ m/s}$
---	--------------------------------	------------------------

Por tanto, dejando al menos un 25% de aireación, se considera suficiente una sección de dos muros de hormigón de 4 metros de alto y separados 12 metros:



5. SECCIÓN EN “U” CON MUROS DE HORMIGÓN

El tramo de la rambla que discurre fuera de los límites del sector y lindando con el mismo tiene una sección en U y se construirá un muro de hormigón para la defensa del sector frente a posibles inundaciones.

Se considera un coeficiente de rugosidad de Manning intermedio entre el hormigón y el cauce natural:

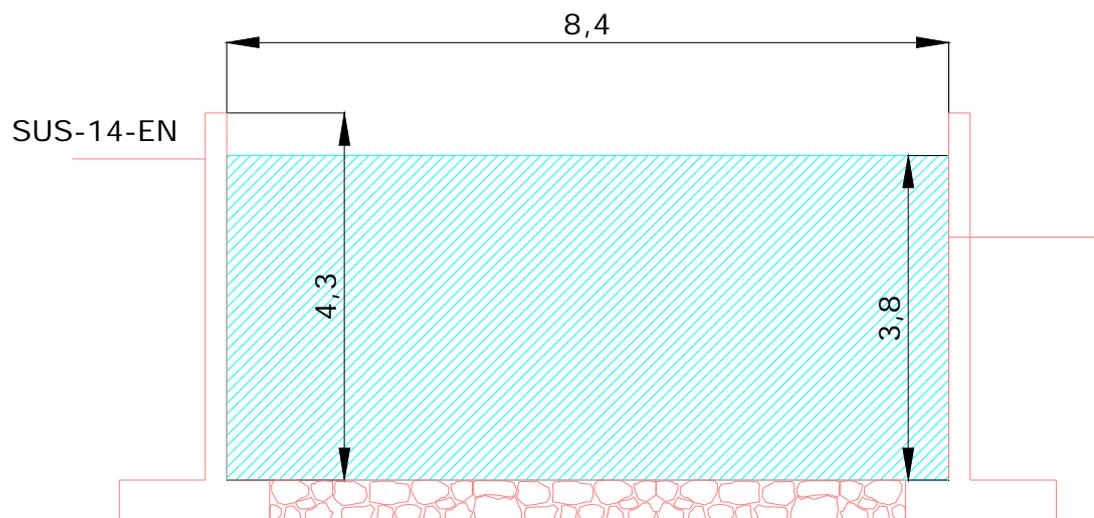
$$n = 0,040$$

La pendiente del cauce es: $i = 0,0215$

Aplicando la fórmula de Manning al caudal para el período de retorno de 500 años, se obtienen los siguientes valores:

$Q_{500} = 185,54 \text{ m}^3/\text{s}$	Altura lámina de agua = 3,80 m	$V = 5,81 \text{ m/s}$
---	--------------------------------	------------------------

Por tanto, dejando 0,5 metros de resguardo, se considera suficiente una altura de muro de hormigón de 4,30 metros:



6. CONCLUSIONES

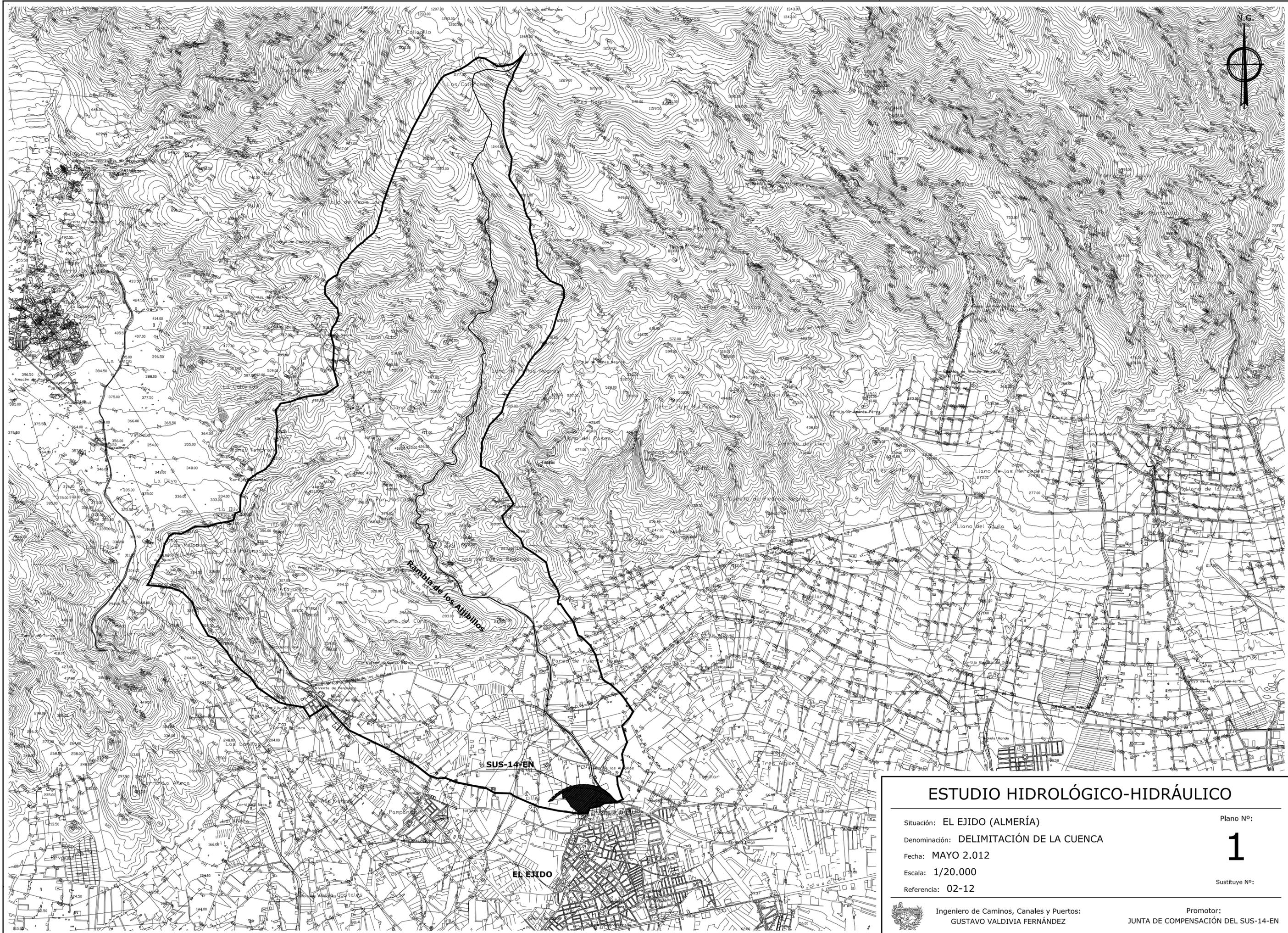
De todo lo anteriormente expuesto se deduce que el encauzamiento de dicho tramo de la rambla es viable para el caudal de la máxima avenida con período de retorno de 500 años.

A continuación se representan los planos con la delimitación del encauzamiento que se propone hacer, para así obtener el límite del Dominio Público Hidráulico.

En El Ejido, a 3 de Mayo de 2.012

Fdo.: Gustavo Valdivia Fernández
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

PLANOS



ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO

Situación: EL EJIDO (ALMERÍA)

Plano N°:

Denominación: DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

1

Fecha: MAYO 2.012

Escala: 1/20.000

Referencia: 02-12

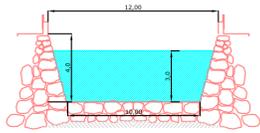
Sustituye N°:



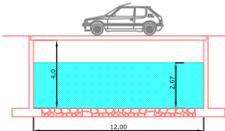
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos:
GUSTAVO VALDIVIA FERNÁNDEZ

Promotor:
JUNTA DE COMPENSACIÓN DEL SUS-14-EN

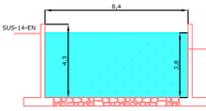
1



2



3



SGV-CNA/II-14-EN/1

SUS-14-EN

SUS-13-EN

SUS-15-EN

Rambla de Los Aljibillos



ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO

Situación: EL EJIDO (ALMERÍA)
 Denominación: TOPOGRAFÍA
 Fecha: MAYO 2.012
 Escala: 1/1.000
 Referencia: 02-12

Plano Nº:
2
 Sustituye Nº:



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos:
 GUSTAVO VALDIVIA FERNÁNDEZ

Promotor:
 JUNTA DE COMPENSACIÓN DEL SUS-14-EN



ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO

Situación: EL EJIDO (ALMERÍA)
 Denominación: AFECCIONES DE LA RAMBLA
 Fecha: MAYO 2.012
 Escala: 1/1.000
 Referencia: 02-12

Plano Nº:

3

Sustituye Nº:



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos:
 GUSTAVO VALDIVIA FERNÁNDEZ

Promotor:
 JUNTA DE COMPENSACIÓN DEL SUS-14-EN