TRABAJO FINAL DE GRADO

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA RESOLVER LAS FILTRACIONES EN LA CERRADA DE LA PRESA DE ALLOZ (NAVARRA)

ANEJO Nº4: ESTUDIO HIDROLÓGICO

Titulación: *Grado en Ingeniería Civil*

Curso académico: *2017/2018*

Autor: *Valentín Marín Dumitru*

Tutor: *Julio Garzón Roca*

Cotutor: *Francisco Javier Torrijo Echarri*

Valencia, Junio de 2018

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

El objeto del presente estudio es la obtención de los caudales máximos asociados a los periodos de retorno de 1000 y 5000 años (ya que se trata de una presa de categoría A en función del riesgo potencial), a fin de estimar los hidrogramas de crecida en cada caso.

1.2 ALCANCE

El alcance del siguiente estudio comprende la recogida de datos de la estación pluviométrica, el análisis de datos por medio del método local, ajustando la serie de máximos de precipitación a una función de distribución de valores extremos, la obtención de los caudales máximos por medio del Método Racional Modificado, y la estimación de los hidrogramas de crecida para cada periodo de retorno.

2. RECOGIDA DE DATOS

En primer lugar, se obtienen los valores máximos de precipitación diaria en mm/día de la estación pluviométrica más cercana a la zona de estudio con datos de precipitación históricos. En este caso se ha escogido la estación de Pamplona, situada en las coordenadas 424903N, 013811W, y a una altitud de 442 metros sobre el nivel del mar.

La serie de máximos anuales de precipitación (en mm/día) entre 1957 y 2011 aparece reflejada en el Apéndice I. En ella se han eliminado aquellos años en los cuales no se poseía información acerca de la precipitación.

3. CARACTERÍSTICAS ESTADÍSTICAS

Las características estadísticas o momentos muestrales de la serie de máximos obtenida son las siguientes:

- Media = 50,152
- Coeficiente de variación = 0,381
- Coeficiente de asimetría = 1,414
- Kurtosis = 2,235

De los datos obtenidos cabe destacar un coeficiente de asimetría postivo que indica que la cola de la distribución se alarga para valores superiores a la media. Además, el valor positivo de la curtosis nos indica que nos encontramos ante una distribución leptocúrtica en la que los datos están muy concentrados en la media, siendo una curva muy apuntada.

4. AJUSTE ESTADÍSTICO

Una vez analizada la serie pluviométrica se ajustarán a la serie de máximos anuales una serie de funciones de distribución.

Para el cálculo de los parámetros necesarios en cada función de distribución se empleará el método de los momentos, basado en la utilización de los momentos muestrales como estimadores de los momentos poblacionales:

CARACTERÍSTICAS ESTADÍSTICAS (MOMENTOS MUESTRALES)	
MEDIA (X)	50,152
COEF. VARIACIÓN (C_v)	0,381
COEF. ASIMETRÍA (g)	1,414
KURTOSIS (k)	2,235

Tabla 1. Características estadísticas. Fuente: Propia

μ_x	=	X	=	50,152
σ_X^2	=	S_x^2	=	364,706
γ_x	=	g	=	1,414

Tabla 2. Momentos muestrales. Fuente: Propia

4.1 DISTRIBUCIÓN EMPÍRICA

Primero, se obtendrá la distribución empírica de la muestra a fin de ajustar a ella las distintas funciones de distribución que se van a emplear. Para ello, se deben ordenar los valores de la serie de mayor a menor y asignar a cada uno un valor de probabilidad (F), empleando la siguiente formulación:

$$F(x) = \frac{n + 1 - i - \alpha}{n + 1 - 2\alpha}$$

Donde:

- x = muestra ordenada de mayor a menor
- n = número total de años considerados (48 años)
- i = orden
- α = 0,4

El orden de valores de precipitación junto con la probabilidad asociada a cada uno, queda reflejado en la siguiente tabla:

ORDEN	PRECIPITACIÓN	F(x)
1	115,5	0,987551867
2	91,2	0,966804979
3	90,8	0,946058091
4	88,8	0,925311203
5	85,2	0,904564315
6	69,2	0,883817427
7	67,6	0,863070539
8	67,3	0,842323651
9	64,2	0,821576763
10	63	0,800829876
11	57,4	0,780082988
12	57,4	0,7593361
13	56,9	0,738589212
14	55,2	0,717842324
15	54,8	0,697095436
16	53,7	0,676348548
17	53,4	0,65560166
18	51,5	0,634854772
19	50,8	0,614107884
20	50,4	0,593360996
21	48,1	0,572614108
22	46,1	0,55186722
23	45,1	0,531120332
24	43,8	0,510373444
25	43,6	0,489626556
26	43,5	0,468879668
27	43,3	0,44813278
28	42,6	0,427385892
29	42,5	0,406639004
30	41,9	0,385892116
31	41,6	0,365145228
32	40,5	0,34439834
33	40,4	0,323651452
34	39,1	0,302904564
35	39	0,282157676
36	37,8	0,261410788
37	37,3	0,2406639
38	36,8	0,219917012
39	36,5	0,199170124
40	35,4	0,178423237
41	34,3	0,157676349
42	32,7	0,136929461
43	32,4	0,116182573
44	31,5	0,095435685
45	30,6	0,074688797
46	29,8	0,053941909
47	25,1	0,033195021
48	21,7	0,012448133

Tabla 3. Probabilidades Distribución Empírica. Fuente: Propia

4.2 DISTRIBUCIÓN GUMBEL

La distribución Gumbel viene definida por la siguiente función:

$$F(x)=\exp\left(-\exp\left(-\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right)$$

donde épsilon y alfa son los parámetros de la misma, cuyos valores en nuestro caso son iguales a:

α	14,89008506
ξ	41,558

Tabla 4. Parámetros Gumbel. Fuente: Propia

Algunas de las características principales de esta función de distribución son:

- Límite asintótico de una población normal.
- Pertenece a la familia *Extreme Value* (EV tipo I).
- Puede ajustar mal en clima torrencial.
- 2 parámetros.
- No presenta sesgo.

Una vez empleada la función de distribución en nuestra muestra obtenemos:

x	F(x)	T (AÑOS)
115,5	0,99305248	143,936244
91,2	0,964975294	28,55127459
90,8	0,964039009	27,80790999
88,8	0,958976826	24,37646572
85,2	0,948052899	19,25035249
69,2	0,855363626	6,913890124
67,6	0,840337961	6,263229537
67,3	0,837368216	6,148859557
64,2	0,803665824	5,093356735
63	0,78905772	4,740633316
57,4	0,708159363	3,426527613
57,4	0,708159363	3,426527613
56,9	0,699863016	3,331811983
55,2	0,67029892	3,033050423
54,8	0,663037711	2,967691141
53,7	0,642473525	2,796995665
53,4	0,636714459	2,752655655
51,5	0,598772037	2,492348722
50,8	0,584171391	2,404836942
50,4	0,575683443	2,356731036
48,1	0,524960165	2,105086617
46,1	0,478512005	1,917589685
45,1	0,45462834	1,833611963
43,8	0,423081626	1,733347463
43,6	0,418188932	1,718771016
43,5	0,415739377	1,711564943
43,3	0,410834324	1,697315442
42,6	0,393614485	1,649115911
42,5	0,391149219	1,642438559
41,9	0,376339971	1,603437697
41,6	0,368928811	1,584607279
40,5	0,341774186	1,519235465
40,4	0,339310555	1,513570418
39,1	0,30744915	1,443937294
39	0,30501533	1,438880659
37,8	0,276084701	1,381377078
37,3	0,264213006	1,359088987
36,8	0,252472565	1,337743544
36,5	0,245498065	1,325377649
35,4	0,220435701	1,282767824
34,3	0,19630445	1,244252254
32,7	0,163200074	1,195028786
32,4	0,15728875	1,186646078
31,5	0,140167183	1,163016787
30,6	0,124015648	1,141572904
29,8	0,110519661	1,124251943
25,1	0,048799654	1,051303235
21,7	0,022489485	1,023006899

Tabla 5. Probabilidades Distribución Gumbel. Fuente: Propia

4.3 DISTRIBUCIÓN GEV

La distribución del valor extremo generalizado (GEV) es una familia de distribuciones de probabilidad continuas desarrolladas dentro de la teoría del valor extremo para combinar las familias Gumbel, Fréchet y Weibull también conocidas como distribuciones de valores extremos tipo I, II y III.

Su función de distribución es la siguiente:

$$F(x)=\exp\left[-\left(1-\frac{\kappa(x-\xi)}{\alpha}\right)^{1/\kappa}\right]$$

siendo el valor de sus parámetros:

α	16,15397034
ξ	41,859
κ	0,068545496

Tabla 6. Parámetros GEV. Fuente: Propia

Aplicando la función de distribución a nuestra muestra se obtiene:

x	F(x)	T (AÑOS)
115,5	0,995780367	236,9874606
91,2	0,968045276	31,29427789
90,8	0,967046677	30,34595348
88,8	0,961612965	26,05046229
85,2	0,949739525	19,89634998
69,2	0,84750555	6,557615723
67,6	0,831107548	5,920927728
67,3	0,827877041	5,809800204
64,2	0,791472271	4,795525303
63	0,775844429	4,461187357
57,4	0,690990405	3,236145462
57,4	0,690990405	3,236145462
56,9	0,682448139	3,149091924
55,2	0,652241324	2,875557305
54,8	0,644877131	2,815926787
53,7	0,624135994	2,660536747
53,4	0,61835732	2,620252009
51,5	0,580603659	2,384379412
50,8	0,566218567	2,305308443
50,4	0,55789129	2,261887125
48,1	0,508647971	2,035200713
46,1	0,464286495	1,866669387
45,1	0,441725672	1,791234076
43,8	0,412165161	1,701158104
43,6	0,407603507	1,68805861
43,5	0,405321915	1,681582062
43,3	0,4007576	1,668773773
42,6	0,384779158	1,62543258
42,5	0,382497198	1,61942585
41,9	0,368817202	1,584327081
41,6	0,361988614	1,567370147
40,5	0,337060263	1,508432733
40,4	0,334805262	1,503319169
39,1	0,305728625	1,440358966
39	0,303513482	1,435777972
37,8	0,277233437	1,383572582
37,3	0,266471093	1,363272791
36,8	0,255835796	1,343789441
36,5	0,249520266	1,332481019
35,4	0,226827556	1,293372529
34,3	0,204950432	1,257783213
32,7	0,17480465	1,211834264
32,4	0,169394432	1,203940882
31,5	0,153655985	1,181552633
30,6	0,138688822	1,161020575
29,8	0,126062184	1,144246171
25,1	0,065591251	1,070195459
21,7	0,03646091	1,037840613

Tabla 7. Probabilidades Distribución GEV. Fuente: Propia

4.4 DISTRIBUCIÓN SQRT

La distribución SQRT-ETmáx, es uno de los escasos modelos de ley desarrollados específicamente para el análisis de máximas lluvias diarias y tiene la característica de conducir a resultados más conservadores que los obtenidos mediante la distribución Gumbel.

Esta es considerada por el CEDEX la más adecuada para numerosas regiones españolas para el análisi de las precipitaciones diarias máximas anuales, presentando su función de distribución la siguiente forma:

$$\mathrm{F(x)}=\exp\left(-\kappa\left(1+\sqrt{\alpha\cdot x}\right)\cdot\exp\left(-\sqrt{\alpha\cdot x}\right)\right)$$

siendo el valor de sus parámetros:

α	1,334399753
κ	198,673

Tabla 8. Parámetros SQRT. Fuente: Propia

Aplicando la función de distribución a nuestra muestra se obtiene:

x	F(x)	T (AÑOS)
115,5	0,989241228	92,94740914
91,2	0,962059114	26,35679059
90,8	0,961223989	25,78914055
88,8	0,956742121	23,11717588
85,2	0,947215519	18,94496221
69,2	0,86812151	7,582737735
67,6	0,855150741	6,90372878
67,3	0,852576123	6,783161722
64,2	0,823071221	5,651991768
63	0,810104274	5,266047951
57,4	0,736059014	3,788725719
57,4	0,736059014	3,788725719
56,9	0,728235494	3,679656383
55,2	0,699987318	3,333192432
54,8	0,692959638	3,256900803
53,7	0,672861234	3,056806791
53,4	0,667180283	3,00462968
51,5	0,629170853	2,696659655
50,8	0,61427205	2,592500749
50,4	0,605540469	2,535114306
48,1	0,552275456	2,23351615
46,1	0,501863639	2,007482445
45,1	0,475338711	1,905991583
43,8	0,439690656	1,784728401
43,6	0,434100885	1,767099425
43,5	0,431296304	1,758384915
43,3	0,425668332	1,741154208
42,6	0,405785904	1,682895116
42,5	0,402923861	1,674828275
41,9	0,385651414	1,627740378
41,6	0,376957558	1,605027095
40,5	0,344835496	1,526334217
40,4	0,341901568	1,519529528
39,1	0,30370004	1,436162655
39	0,300764207	1,430132739
37,8	0,26571854	1,361875594
37,3	0,251278959	1,335610923
36,8	0,236982004	1,310585078
36,5	0,228486134	1,296152984
35,4	0,197996197	1,246876881
34,3	0,16882724	1,203119313
32,7	0,129516381	1,148786696
32,4	0,12263247	1,139773203
31,5	0,103025045	1,11485833
30,6	0,085101326	1,093017214
29,8	0,07068286	1,076058922
25,1	0,016010532	1,01627104
21,7	0,002923312	1,002931883

Tabla 9. . Probabilidades Distribución SQRT. Fuente: Propia

4.5 SELECCIÓN DE LA FUNCIÓN A EMPLEAR

En vista de los resultados expuestos gráficamente en el Apéndice II, la función que mejor se ajusta a la distribución empírica es la SQRT, por lo que será esta misma la empleada para obtener la precipitación máxima diaria asociada a los periodos de retorno de 1000 y 5000 años.

5. OBTENCIÓN DE LOS VALORES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

En primer lugar, para calcular el valor de Pd asociado a T = 1000 años, debemos conocer la probabilidad de no ocurrencia asociada a dicho periodo de retorno. En este caso es una probabilidad de 0,999. Sustituyendo en la fórmula de la función SQRT con los parámetros anteriores, se obtiene un cuantil de 154 mm/día.

Realizando el mismo proceso para T = 5000 años, con una probabilidad de no ocurrencia de 0,9998, se obtiene un cuantil de 175 mm/día.

6. CÁLCULO DE CAUDALES

Para calcular los caudales asociados a los periodos de retorno mencionados, se empleará el Método Racional Modificado propuesto por la norma de drenaje superficial IC 5.2:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A \cdot K}{3{,}6}\ (m^3/s)$$

donde:

- C = Coeficiente de escorrentía
- I = Intensidad de lluvia (mm/h)
- A = Área de la cuenca (155 km^2)
- K = Coeficiente de punta

A continuación, se calcularán los caudales asociados a los diferentes periodos de retorno.

6.1 CAUDAL ASOCIADO A T = 1000 AÑOS (P_d = 154 mm/día)

Para calcular la intensidad de lluvia se recurre a la curva IDF propuesta en la norma, que viene definida del siguiente modo:

$$I = I_d \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{28^{0,1} - {T_c}^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

donde:

- $I_d = \frac{P'_d}{24}$
- $\left(\frac{I_1}{I_d}\right) = 9{,}5$ (obtenido del mapa de isolíneas)
- $T_c =$ Tiempo de concentración de la cuenca

Figura 1. Mapa de isolíneas (I1/Id). Fuente: IC 5.2

A fin de conocer el valor corregido de precipitación P'_d se debe aplicar el factor de reducción areal:

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} = 0{,}854$$

$$P'_d = P_d \cdot K_A$$

Se obtiene, por tanto, un valor de P'_d igual a 132 mm/día.

A continuación, se calcula el tiempo de concentración de la cuenca con la siguiente expresión:

$$T_c = \text{Tiempo de concentración de la cuenca} = 0{,}3 \cdot {L_c}^{0,76} \cdot {J_c}^{0,76} = 5{,}03 \text{ horas}$$

- $L_c =$ Longitud de la cuenca $= 18{,}6$ km
- $J_c =$ Pendiente de la cuenca $= 0{,}043$

Conocidos estos valores, la intensidad máxima (I) toma un valor de 19,26 mm/h.

A continuación, se debe obtener el valor del coeficiente de escorrentía, el cual viene definido por:

$$C = \frac{\left(\frac{P'_d}{P'_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P'_d}{P'_0} + 23\right)}{\left(\frac{P'_d}{P'_0} + 11\right)^2}$$

donde:

- $P'_0 = Umbral\ de\ escorrentía\ corregido = P_0 \cdot \beta$

Se toma un coeficiente beta igual a 2, obtenido del siguiente mapa de isolíneas:

Figura 2. Mapa de isolíneas (beta). Fuente: IC 5.2

A continuación, se establece un valor de coeficiente de umbral de escorrentía (P_0) igual a 5 mm por tratarse de una superficie rocosa permeable, lo que nos da un valor de P'_0 igual a 10 mm.

USO DE LA TIERRA	PENDIENTE %	CARACT. HIDROLOG.	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
Cultivo 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 (bosque, 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
Rocas permeables	> 3		3			
	< 3		5			
Rocas impermeables	> 3		2			
	< 3		4			
Firmes granulares sin pavimento			2			
Adoquinados			1,5			
Pavimentos bituminosos u hormigón			1			

Figura 3. Coeficiente de umbbral de escorrentía. Fuente: IC 5.2

Con estos datos, se puede concluir que el valor del coeficiente de escorrentía es igual a 0,75.

Finalmente, se obtiene el valor del coeficiente de punta en función del tiempo de concentración calculado:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14} = 1,350$$

De este modo, se obtiene un caudal igual a 840 m^3/s.

6.2 CAUDAL ASOCIADO A T = 5000 AÑOS (P_d = 175 mm/día)

Empleando la misma metodología que para el caudal asociado a 1000 años de periodo de retorno, se calcula este segundo caudal utilizando un valor de precipitación máxima diaria de 175 mm/día.

Únicamente varía en este caso el valor de la intensidad de lluvia y del coeficiente de escorrentía, pues son los únicos que dependen de P_d. Estos toman un valor de:

- I = 21,80 mm/h
- C = 0,79

Empleando dichos valores, se obtiene un caudal de 1001 m^3/s.

7. HIDROGRAMAS DE CRECIDA

A partir de los caudales punta obtenidos en el apartado anterior mediante el Método Racional Modificado, se elaborará un hidrograma unitario sintético triangular, el cual viene desarrollado y definido por el SCS del siguiente modo:

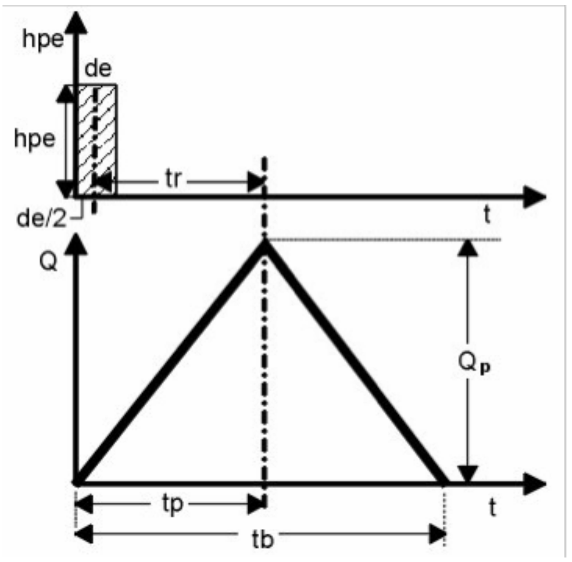


Figura 4. Hidrograma unitario sintético. Fuente: SCS

El tiempo de pico y el tiempo de base se calculan del siguiente modo:

- $t_p = \sqrt{T_c} + 0{,}6 \cdot T_c = \sqrt{5{,}03} + 0{,}6 \cdot 5{,}03 = 5{,}26 \text{ horas}$
- $t_b = 2{,}67 \cdot t_p = 2{,}67 \cdot 5{,}26 = 14{,}04 \text{ horas}$

De este modo, empleando los caudales pico para cada periodo de retorno y los tiempos de pico y de base, se obtienen los siguientes hidrogramas de crecida:

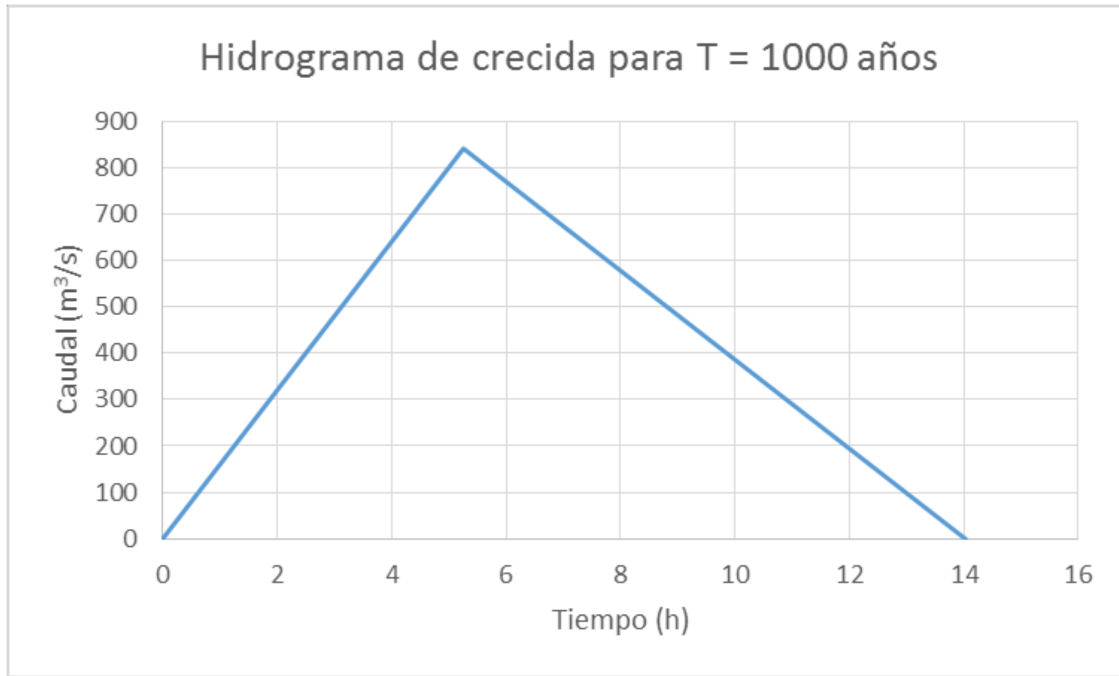


Figura 5. Hidrograma de crecida para T=1000 años. Fuente: Propia

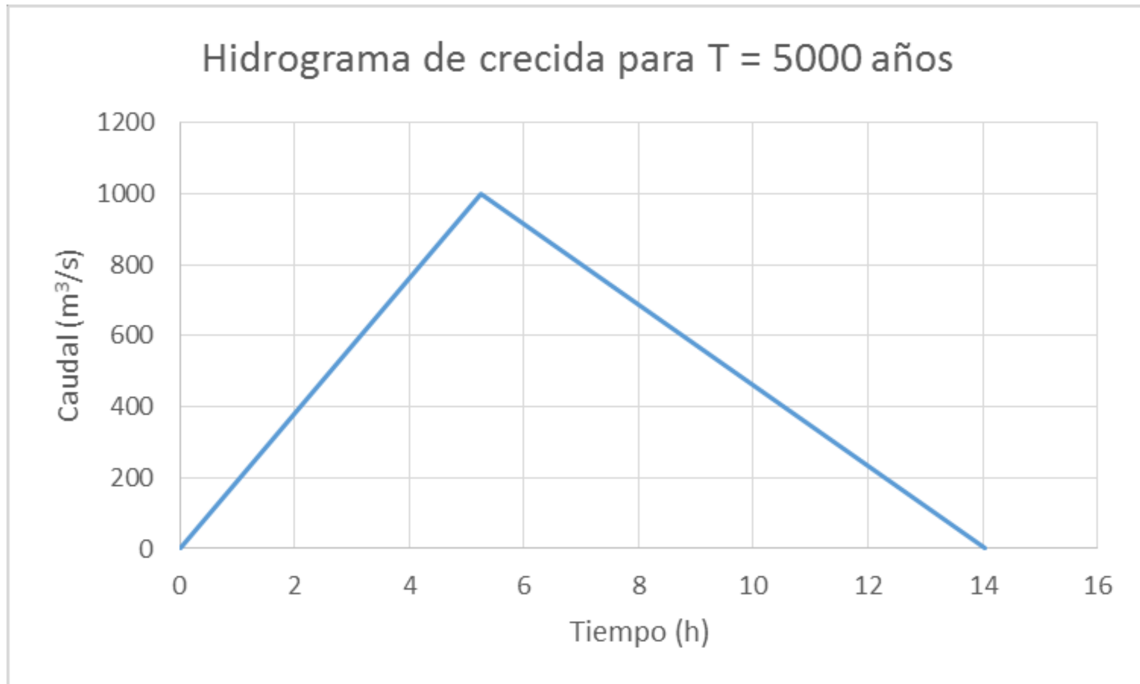


Figura 6.Hidrograma de crecida para T=5000 años. Fuente: Propia

8. CONCLUSIONES

En el presente estudio se han obtenido los caudales máximos asociados a los periodos de retorno de 1000 y 5000 años (ya que se trata de una presa de categoría A en función del riesgo potencial), a fin de estimar los hidrogramas de crecida asociados a los periodos de retorno mencionados.

Se han obtenido valores máximos de precipitación diaria de la estación pluviométrica más cercana a la zona de estudio entre 1957 y 2011 mm/día y, tras analizar la serie pluviométrica y ajustar la serie de máximos anuales a una serie de funciones de distribución, se ha comprobado que la función que mejor se ajusta a la distribución empírica es la SQRT, por lo que será esta misma la empleada para obtener la precipitación máxima diaria asociada a los periodos de retorno de 1000 y 5000 años.

La función nos brinda el valor de Pd asociado a T = 1000 años con una probabilidad de no ocurrencia de 0,999, un cuantil de 154 mm/día y realizando el mismo proceso para T = 5000 años, con una probabilidad de no ocurrencia de 0,9998, un cuantil de 175 mm/día.

Para el cálculo de caudales asociados a los periodos de retorno mencionados empleando el Método Racional Modificado propuesto por la norma de drenaje superficial IC 5.2 se obtiene un caudal igual a 840 m^3/s y para el periodo de retorno T = 1000 años, mientras que para T = 5000 años se obtiene un caudal igual a 1001 m^3/s.

A partir de los caudales punta obtenidos mediante el Método Racional Modificado, se ha elaborado un hidrograma unitario sintético triangular para tener un orden de magnitud de los caudales que llegan al embalse en caso de crecidas extraordinarias, así como la distribución temporal de los mismos, a fin de tener información en caso de querer realizar modificaciones como defensas contra las inundaciones, redimensionamiento de los aliviaderos de la presa, etc.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las fuentes de información o referencias empleadas para la redacción de este estudio son las mencionadas a continuación:

1) MINISTERIO DE FOMENTO (2016) *Norma IC 5.2. Drenaje Superficial.*

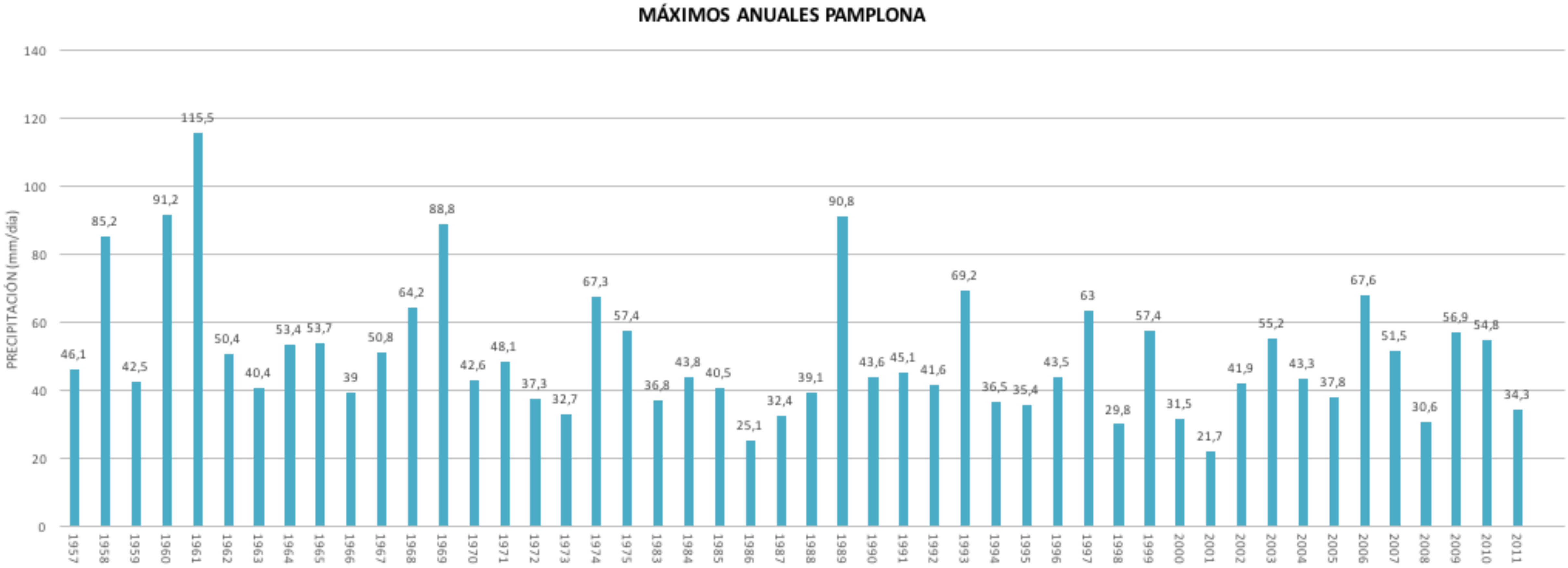
2) Apuntes de la asignatura Hidrología Superficial y Subterránea. Universidad Politécnica de Valencia.

3) Web de Datos históricos AEMET (1º consulta en marzo de 2018). Disponible en: https://datosclima.es/Aemethistorico

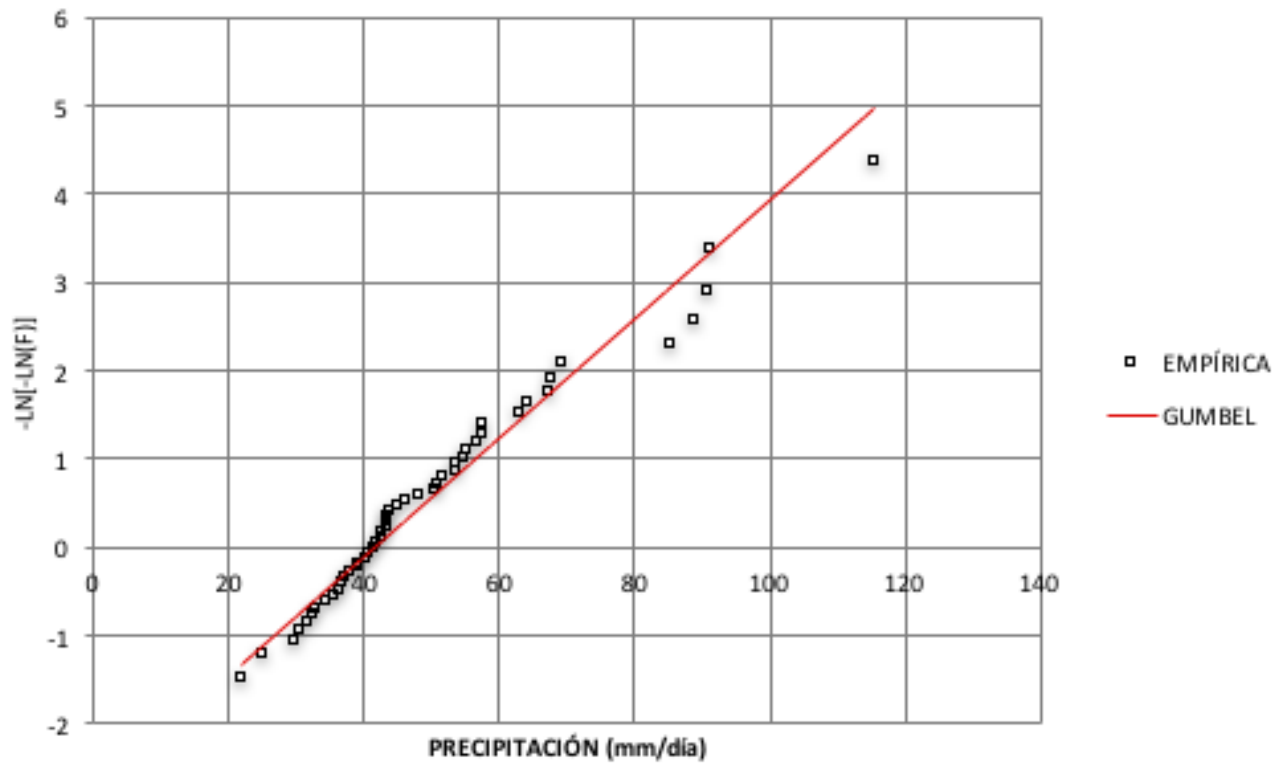
4) Web de AEMET (1º consulta en marzo de 2018). Disponible en: http://www.aemet.es

5) Web de climatología y meteorología de Navarra (1º consulta en marzo de 2018). Disponible en: http://meteo.navarra.es

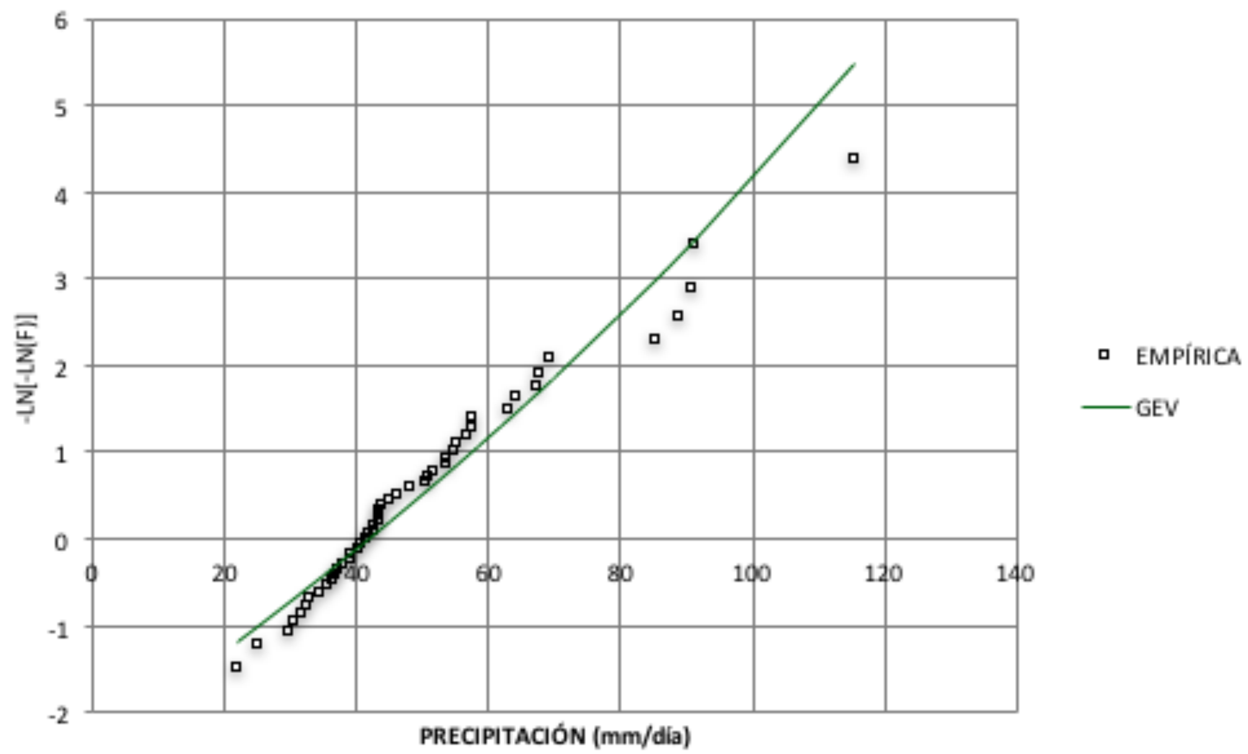
APÉNDICE I. SERIE DE MÁXIMOS ANUALES


MÁXIMOS ANUALES PAMPLONA
PRECIPITACIÓN (mm/día)
0
20
40
60
80
100
120
140
46,1
85,2
42,5
91,2
115,5
50,4
40,4
53,4
53,7
39
50,8
64,2
88,8
42,6
48,1
37,3
32,7
67,3
57,4
36,8
43,8
40,5
25,1
32,4
39,1
90,8
43,6
45,1
41,6
69,2
36,5
35,4
43,5
63
29,8
57,4
31,5
21,7
41,9
55,2
43,3
37,8
67,6
51,5
30,6
56,9
54,8
34,3
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011

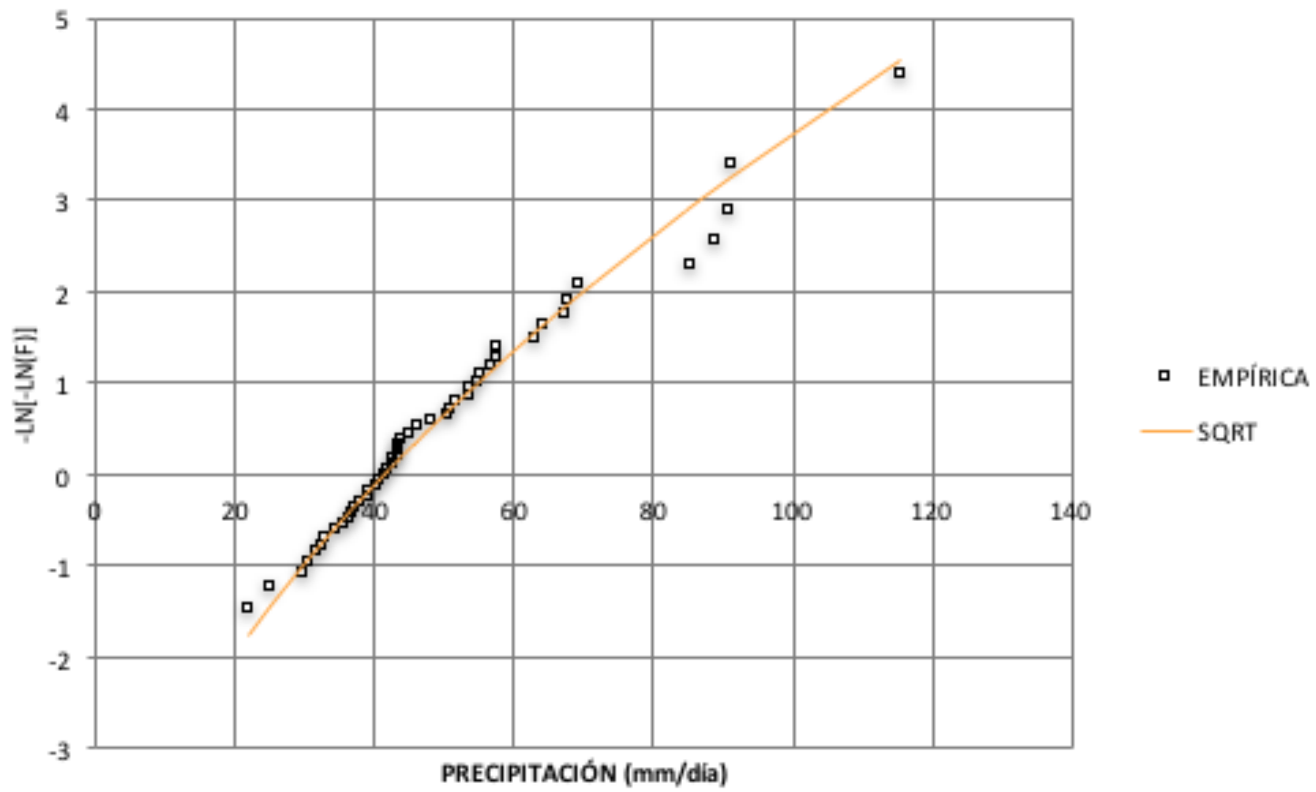
APÉNDICE II. REPRESENTACIÓN DE LAS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN



6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-LN[-LN(F)]
0
20
40
60
80
100
120
140
PRECIPITACIÓN (mm/día)
EMPÍRICA
GUMBEL



6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-LN[-LN(F)]
0
20
40
60
80
100
120
140
PRECIPITACIÓN (mm/día)
EMPÍRICA
GEV



5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-LN[-LN(F)]
0
20
40
60
80
100
120
140
PRECIPITACIÓN (mm/día)
EMPÍRICA
SQRT