

ANEJO N°3 PLUVIOMETRIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DATOS CLIMATOLÓGICOS	1
2.1. ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS	1
3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO	2
3.1. FRECUENCIA DE PRESENTACIÓN DE AGUACEROS	2
3.2. DETERMINACIÓN DEL AGUACERO DE DISEÑO	3
3.2.1. DATOS PLUVIOMÉTRICOS	3
3.2.2. AJUSTES A LA LEY DE GUMBEL DE LOS DATOS PLUVIOMÉTRICOS	5
3.2.3. MAPAS DE ISOLÍNEAS	7
3.3. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN	7

APÉNDICE Nº 5.1.- SITUACIÓN DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA

APÉNDICE Nº 5.2.- DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA

APÉNDICE Nº 5.3.- RESULTADOS DEL AJUSTE POR GUMBEL

APÉNDICE Nº 5.4.- MAPAS DE ISOLÍNEAS

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio pluviométrico tiene por objeto el cálculo de la precipitación máxima en 24 h. asociada al periodo de retorno de proyecto, para un aguacero de una duración determinada.

Para ello se realizará un análisis de frecuencia de presentación de aguaceros mediante el ajuste de una distribución de Gumbel que, se acomoda bien a los fenómenos de extremos.

Finalmente se obtienen las curvas intensidad-duración de precipitación.

2. DATOS CLIMATOLÓGICOS

2.1. ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

En la zona donde se desarrolla el presente proyecto se ha considerado como más representativa la estación 249 I, Oviedo (El Cristo), que es la más cercana y con datos de mayor calidad.

De esta estación se dispone del dato de la precipitación máxima diaria mensual.

El emplazamiento de la estación meteorológica mencionada se incluye en el **Apéndice nº 1.1.- Situación de la estación climatológica.**

Los listados de datos de esta estación se incluyen en el **Apéndice nº 1.2.- Datos de la estación climatológica.**

Los datos facilitados incluyen la serie pluviométrica desde Enero de 1972 hasta Agosto de 2007 de la precipitación máxima mensual en 24 horas, existiendo datos completos de 35 años.

De los resultados obtenidos se resumen los siguientes:

$$P_{d \text{ máxima}} = 109,50 \text{ mm.}$$

$$P_{d \text{ media}} = 53,41 \text{ mm.}$$

3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

3.1. FRECUENCIA DE PRESENTACIÓN DE AGUACEROS

El problema que se plantea es la determinación de la probabilidad de presentación de un aguacero, en función de su intensidad media, para una duración dada. Para ello se sigue la aproximación clásica de ajustar las máximas intensidades anuales registradas para distintas duraciones, dentro del rango de interés, a una ley teórica de probabilidad que, generalmente, como en este caso, es la denominada ley de Gumbel.

A partir de los valores de la precipitación máxima en 24 horas, P_{24} , se ajusta una distribución de Gumbel para estimar los máximos valores para distintos periodos de retorno. La distribución de Gumbel tiene la expresión siguiente:

$$P = e^{-e^{-y}}$$

Siendo:

- P = probabilidad de que un valor extremo de la serie sea inferior a un valor dado.
- y = variable reducida.

En una serie de valores extremos dados, ordenados de menor a mayor, el valor P para un cierto valor, viene dado por:

$$P = \frac{m}{n+1} \quad y$$

$$F = 100 \times P$$

Siendo:

F la probabilidad expresada en tanto por ciento

Siendo:

- m = número de orden del valor de la serie ordenada.
- n = número total de valores de la serie.

De acuerdo con la práctica habitual, los valores de la probabilidad se traducen en términos de periodos de retorno T . El periodo de retorno, expresado en años, se define por la relación:

$$T = \frac{1}{1 - P}$$

3.2. DETERMINACIÓN DEL AGUACERO DE DISEÑO

3.2.1. DATOS PLUVIOMÉTRICOS

En las siguientes tablas se muestra el listado de la precipitación máxima diaria mensual ordenado por años en la primera y de menor a mayor en la segunda.

Año	P _d (mm.)
1972	58,20
1973	50,10
1974	61,10
1975	109,50
1976	53,70
1977	73,80
1978	34,60
1979	80,30
1980	55,60
1981	41,50
1982	44,10
1983	40,00
1984	45,40
1985	30,10
1986	75,30
1987	42,50
1988	34,90
1989	43,70
1990	37,60
1991	68,50
1992	54,80
1993	47,90
1994	57,20
1995	58,50
1996	73,60
1997	61,00
1998	36,10
1999	48,60
2000	26,40
2001	53,80
2002	45,90
2003	65,20
2004	36,80
2005	73,80
2006	49,40

Nº de Orden	Año	P _d (mm.)
1	2000	26,40
2	1985	30,10
3	1978	34,60
4	1988	34,90
5	1998	36,10
6	2004	36,80
7	1990	37,60
8	1983	40,00
9	1981	41,50
10	1987	42,50
11	1989	43,70
12	1982	44,10
13	1984	45,40
14	2002	45,90
15	1993	47,90
16	1999	48,60
17	2006	49,40
18	1973	50,10
19	1976	53,70
20	2001	53,80
21	1992	54,80
22	1980	55,60
23	1994	57,20
24	1972	58,20
25	1995	58,50
26	1997	61,00
27	1974	61,10
28	2003	65,20
29	1991	68,50
30	1996	73,60
31	1977	73,80
32	2005	73,80
33	1986	75,30
34	1979	80,30
35	1975	109,50

3.2.2. AJUSTES A LA LEY DE GUMBEL DE LOS DATOS PLUVIOMÉTRICOS

A continuación se describen los pasos seguidos para el cálculo de la precipitación total diaria correspondiente a cada periodo de retorno, P_d obtenida para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250 y 500 años.

Para la estación meteorológica considerada, se ordenan los valores P_d de las precipitaciones máximas en 24 horas, se halla la frecuencia $F = 100/P$ y el valor de la variable reducida "y" para cada una de ellos, siendo la expresión variable reducida

$$y = -\text{Ln}(-\text{Ln}(P))$$

Siendo P el valor, definido anteriormente, de la probabilidad de que un valor extremo de la serie sea inferior a un valor dado.

A partir de dichos datos se obtienen los estadísticos de la media " M " y la desviación típica " S_x " de la serie y la media y_n y la desviación típica S_n de la variable reducida.

Con los valores anteriores M , S_x , y_n , S_n se ajusta la recta de Gumbel que viene dada por la expresión:

$$P_d = M + S_x \cdot K$$

Siendo:

$$K = \frac{y - y_n}{S_n}$$

Con lo que la recta de Gumbel queda de la forma:

$$P_d = A + B \cdot y$$

Siendo:

$$A = M - S_x \cdot \frac{y_n}{S_n}$$

$$B = \frac{S_x}{S_n}$$

Para obtener el máximo valor correspondiente a un periodo de retorno T , se obtiene previamente la probabilidad de que el valor correspondiente no sea superado en el citado periodo, probabilidad que viene dada por la expresión:

$$P = \frac{T-1}{T}$$

Por tanto la variable reducida correspondiente será:

$$y = -\ln\left(\ln\frac{T}{T-1}\right)$$

Una vez calculado el valor de y , entrando en las expresiones de la recta de ajuste de Gumbel, se obtienen las precipitaciones máximas en 24 horas P_d para distintos periodos de retorno, que se incluyen en la siguientes tablas:

OVIEDO (EL CRISTO) (249 I)

T(años)	P_d (mm)	I_d (mm/h)
2	50,84	2,12
5	67,61	2,82
10	78,72	3,28
25	92,75	3,86
50	103,49	4,30
100	113,49	4,73
250	127,09	5,30
500	137,36	5,72

El desarrollo del método expuesto se incluye en el Apéndice nº 1.3.- Resultados del ajuste por Gumbel.

3.2.3. MAPAS DE ISOLÍNEAS

También se obtienen las precipitaciones diarias máximas para un periodo de retorno utilizando el "Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España Peninsular" (Ver **Apéndice nº 1.4.- Mapas de isolíneas**), editado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento donde tomando los valores de $C_v = 35$ y $P = 65$ mm/día se obtienen los siguientes resultados:

MAPAS DE ISOLÍNEAS		
T (años)	P_d (mm)	I_d (mm/h)
2	50,66	2,11
5	66,94	2,79
10	79,09	3,30
25	95,26	3,97
50	108,86	4,49
100	122,10	5,09
250	----	----
500	155,71	6,49

Se puede observar que las precipitaciones calculadas por el ajuste de Gumbel son algo menores que las obtenidas con los mapas de isolíneas para cualquier periodo de retorno, por lo que se tomarán como referencia los resultados obtenidos a partir del mapa de isolíneas, estando así del lado de la seguridad.

3.3. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN

En la estación pluviométrica de Oviedo (El Cristo) no se dispone de registros suficientes de intensidades anuales para distintas duraciones, necesarios para obtener las curvas intensidad-duración, pero si de unas relaciones entre la precipitación máxima diaria y la de distintas duraciones correspondientes a cada periodo de retorno.

Siguiendo la instrucción de Carreteras 5.2.- IC "Drenaje Superficial", la intensidad media I_t (mm/h) de precipitación a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos se obtendrá según la siguiente formulación:

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

donde:

- I_d (mm/h) es la intensidad media diaria de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado, $I_d = P_d / 24$.
- P_d : la precipitación total diaria correspondiente a cada periodo de retorno, obtenido de los mapas contenidos en la publicación "Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular" (incluido en el **Apéndice 1.4.- Mapa de Isolíneas**) ya a partir de los datos sobre lluvias facilitadas por el Instituto Nacional de Meteorología.
- I_1 (mm/h) es la intensidad horaria de precipitación, correspondiente a cada periodo de retorno, considerándose para el Principado de Asturias un valor de:

$$\left(\frac{I_1}{I_d} \right) = 8,5$$

- t (h) la duración del intervalo al que se refiere I_1 que se considerará igual al tiempo de concentración T_c .

El tiempo de concentración T_c se obtiene de la siguiente expresión:

$$T_c = 0,3 \times \left[\frac{L}{J^{0.25}} \right]^{0.76}$$

donde:

- T_c : Tiempo de concentración (horas).
- L : Longitud vaguada (Km).

- J: Pendiente media de la cuenca.

En función de los cálculos realizados en el apartado anterior, se incluyen las precipitaciones P_d consideradas y las intensidades I_t medias obtenidas en función de los diferentes periodos de retorno y de los distintos tipos de concentración.

INTENSIDAD MEDIA CALCULADA CUENCAS en mm/h MAPAS DE ISOLÍNEAS					
T (años)	P (mm)	ARROYO PONTÓN DE LOS VAQUEROS $T_c = 36,20$ min.	REGUERO LA ESTRECHA $T_c = 26,29$ min	REGUERO EL ORFANATO $T_c = 23,91$ min.	REGUERO EL VERTEDORIO $T_c = 32,39$ min.
10	79,09	36,57	43	45,07	38,71
100	122,10	56,45	66,38	69,58	59,77
500	155,71	71,99	84,66	88,73	76,22

INTENSIDAD MEDIA CALCULADA CUENCAS en mm/h ESTACIÓN 249 I, OVIEDO					
T (años)	P (mm)	ARROYO PONTÓN DE LOS VAQUEROS $T_c = 36,20$ min.	REGUERO LA ESTRECHA $T_c = 26,29$ min	REGUERO EL ORFANATO $T_c = 23,91$ min.	REGUERO EL VERTEDORIO $T_c = 32,39$ min.
10	79,09	36,40	42,80	44,86	38,53
100	122,10	52,47	61,70	64,68	55,55
500	155,71	63,51	74,68	78,27	67,24

Apéndice nº 5.1.- SITUACIÓN DE LA ESTACIÓN
CLIMATOLÓGICA

C

C

C

C

Apéndice nº 5.2.- DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA

Precipitación máxima diaria mensual (décimas de mm)

Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	CMT	NOM.PROV	LONGITUD	LATITUD	Año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Max	Suma
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1973	501	196	365	244	466	141	133	94	264	377	220	290	50,1	3311
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1974	105	555	420	537	80	139	60	204	129	611	168	58	61,1	3066
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1975	140	78	167	169	1095	183	108	77	382	345	281	411	109,5	3438
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1976	209	81	145	319	113	19	353	303	76	200	537	206	53,7	2563
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1977	150	106	271	139	520	655	738	193	149	320	156	199	73,8	3598
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1978	346	146	146	341	344	225	246	158	141	118	336	218	14,6	2765
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1979	350	408	366	115	170	75	803	134	151	366	419	315	80,3	3673
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1980	201	100	252	556	255	151	155	230	9	326	237	508	55,6	2680
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1981	394	112	130	242	105	155	79	34	81	211	84	415	41,5	2022
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1982	79	224	145	66	243	110	104	51	71	202	441	353	44,1	2104
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1983	163	254	292	400	114	227	155	343	39	110	84	321	40,0	2502
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1984	287	297	180	153	406	118	74	199	355	454	306	146	45,4	2958
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1985	176	148	301	215	183	127	109	66	21	106	208	143	30,1	1805
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1986	318	251	86	150	86	56	85	205	753	183	152	169	75,3	2522
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1987	266	304	181	111	164	425	165	138	312	338	303	162	42,5	2669
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1988	200	136	295	349	185	236	136	199	753	222	165	172	34,9	2532
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1989	324	241	152	437	289	45	376	205	87	56	235	54	43,7	2641
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1990	120	105	194	261	159	229	168	156	30	197	378	357	37,6	2372
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1991	141	165	432	256	260	123	73	80	685	316	368	75	68,5	2924
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1992	94	85	310	548	197	278	63	521	170	454	165	298	54,8	3160
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1993	84	353	237	403	114	314	105	328	165	325	197	479	47,9	3110
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1994	239	230	142	113	130	96	97	162	264	115	109	572	57,2	2270
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1995	237	271	161	92	126	78	189	104	514	120	273	585	58,5	2750
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1996	71	258	119	143	110	31	736	167	271	103	356	455	73,6	2891
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1997	610	55	45	18	353	80	125	319	214	311	105	176	61,0	2432
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1998	67	85	227	361	143	118	183	206	96	200	186	115	16,1	1967
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	1999	381	232	212	175	172	69	45	58	375	339	338	486	48,6	2682
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	2000	153	228	200	264	85	62	150	58	154	258	187	253	26,4	2062
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	2001	446	112	170	164	102	221	150	228	538	249	311	129	53,8	2620
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	2002	66	118	142	240	357	269	82	459	284	356	186	148	45,0	2725
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	2003	250	128	133	190	126	125	206	111	131	250	652	253	65,2	2955
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	2004	332	316	177	368	123	126	257	249	291	335	316	307	35,8	3207
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	2005	140	325	212	329	334	103	80	37	452	738	429	372	73,8	3551
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	2006	198	494	270	165	125	249	250	113	268	278	212	269	49,4	2891
12491	OVIEDO (EL CRISTO)	336	CAS	ASTURIAS	552242	432113	2007	344	451	352	485	318	123	156	169						

Apéndice nº 5.3.- RESULTADOS DEL AJUSTE POR GUMBEL

PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALESVersión 1
Jul 97Estación: Zardain 287

Oviedo El Cristo

Año	P ₂₄ (mm.)
1.972	58,20
1.973	50,10
1.974	61,10
1.975	109,50
1.976	53,70
1.977	73,80
1.978	34,60
1.979	80,30
1.980	55,60
1.981	41,50
1.982	44,10
1.983	40,00
1.984	45,40
1.985	30,10
1.986	75,30
1.987	42,50
1.988	34,90
1.989	43,70
1.990	37,60
1.991	68,50
1.992	54,80
1.993	47,90
1.994	57,20
1.995	58,50
1.996	73,60
1.997	61,00
1.998	36,10
1.999	48,60
2.000	26,40
2.001	53,80
2.002	45,90
2.003	65,20
2.004	36,80
2.005	73,80
2.006	49,40

Mapa de Isolineas de precipitaciones máximas en un día

T (años)	P ₂₄ (mm.)
2	50,66
5	66,94
10	79,09
25	95,26
50	107,86
100	122,10
200	136,4
500	155,71

PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALESVersión 1
Jul, 97Estación: Zardain 287Datos ordenados

n= 35

Orden	Año	P24 (mm.)	F	Variable Reducida
1	2.000	26,4	2,78	-1,28
2	1.985	30,1	5,56	-1,06
3	1.978	34,6	8,33	-0,91
4	1.988	34,9	11,11	-0,79
5	1.998	36,1	13,89	-0,68
6	2.004	36,8	16,67	-0,58
7	1.990	37,6	19,44	-0,49
8	1.983	40	22,22	-0,41
9	1.981	41,5	25,00	-0,33
10	1.987	42,5	27,78	-0,25
11	1.989	43,7	30,56	-0,17
12	1.982	44,1	33,33	-0,09
13	1.984	45,4	36,11	-0,02
14	2.002	45,9	38,89	0,06
15	1.993	47,9	41,67	0,13
16	1.999	48,6	44,44	0,21
17	2.006	49,4	47,22	0,29
18	1.973	50,1	50,00	0,37
19	1.976	53,7	52,78	0,45
20	2.001	53,8	55,56	0,53
21	1.992	54,8	58,33	0,62
22	1.980	55,6	61,11	0,71
23	1.994	57,2	63,89	0,80
24	1.972	58,2	66,67	0,90
25	1.995	58,5	69,44	1,01
26	1.997	61	72,22	1,12
27	1.974	61,1	75,00	1,25
28	2.003	65,2	77,78	1,38
29	1.991	68,5	80,56	1,53
30	1.996	73,6	83,33	1,70
31	1.977	73,8	86,11	1,90
32	2.005	73,8	88,89	2,14
33	1.986	75,3	91,67	2,44
34	1.979	80,3	94,44	2,86
35	1.975	109,5	97,22	3,57
Sumas		1869,500		18,91

ESTADISTICOS

Media, M= 53,41

Desviación Típica de la Serie, Sx= 16,94

Media de la Variable Reducida, Yn= 0,54

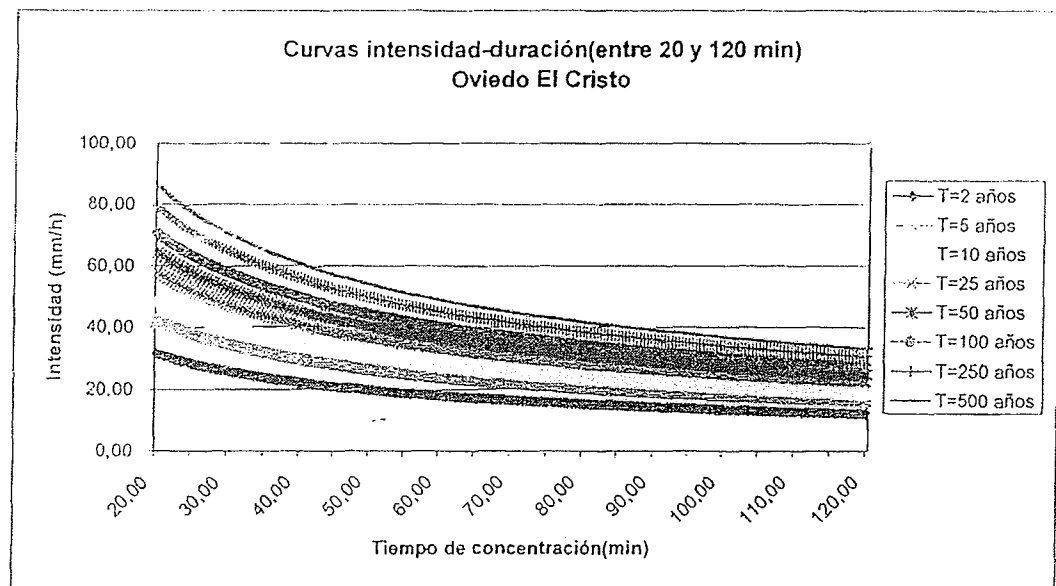
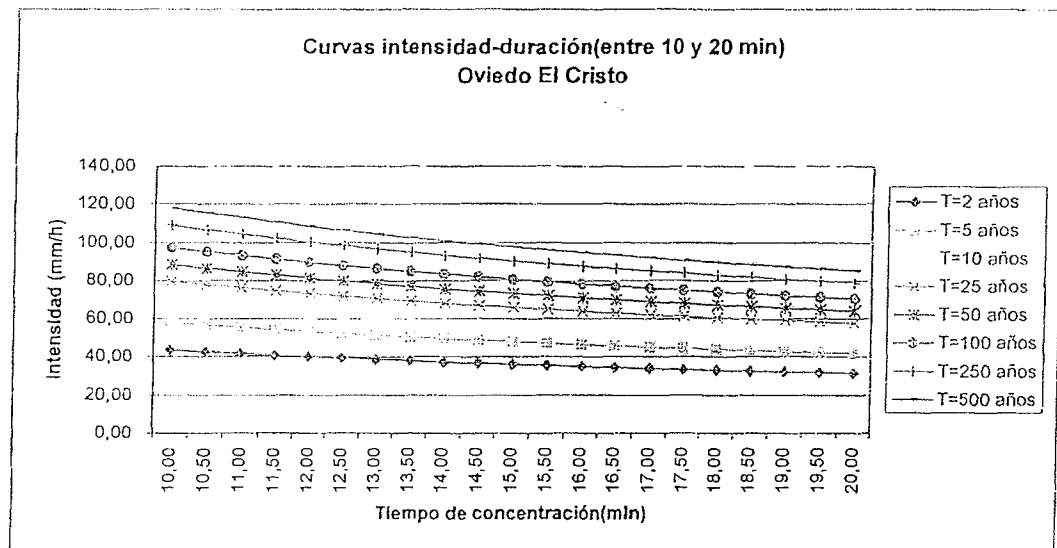
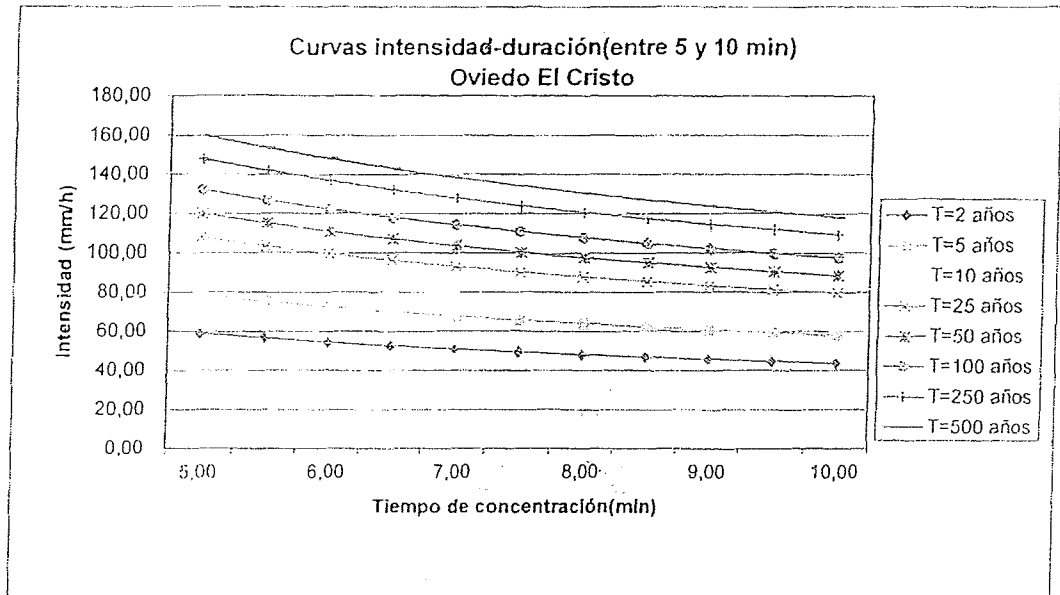
Desviación típica de la Variable Reducida, Sn= 1,14

Parametros $P_{24} = A + B y$

A = 45,42

B = 14,80

Tiempo	I, T2	I, T5	I, T10	I, T25	I, T50	I, T100	I, T250	I, T500
5,00	59,23	73,77	91,70	108,05	120,17	132,21	148,06	160,02
5,50	56,88	75,65	88,07	103,77	115,41	126,97	142,19	153,68
6,00	54,80	72,88	84,85	99,97	111,19	122,33	136,99	148,06
6,50	52,94	70,41	81,97	96,58	107,42	118,18	132,34	143,04
7,00	51,26	68,17	79,37	93,52	104,01	114,43	128,14	138,50
7,50	49,74	66,14	77,01	90,73	100,91	111,02	124,33	134,38
8,00	48,34	64,29	74,85	88,19	98,08	107,91	120,84	130,61
8,50	47,06	62,58	72,86	85,85	95,48	105,04	117,63	127,14
9,00	45,87	61,01	71,02	83,68	93,07	102,40	114,67	123,94
9,50	44,77	59,54	69,32	81,68	90,84	99,94	111,92	120,97
10,00	43,75	58,16	67,74	79,81	88,76	97,65	109,36	118,20
10,50	42,79	56,91	66,25	78,06	86,82	95,52	106,97	115,61
11,00	41,89	55,71	64,86	76,42	85,00	93,51	104,72	113,19
11,50	41,05	54,59	63,56	74,89	83,29	91,63	102,61	110,91
12,00	40,26	53,53	62,33	73,43	81,67	89,85	100,63	108,76
12,50	39,50	52,53	61,16	72,06	80,15	88,18	98,75	106,73
13,00	38,79	51,59	60,06	70,76	78,71	86,59	96,97	104,80
13,50	38,12	50,99	59,01	69,53	77,34	85,08	95,28	102,98
14,00	37,47	49,84	58,02	68,36	76,03	83,65	93,68	101,25
14,50	36,86	49,02	57,07	67,25	74,79	82,28	92,15	99,59
15,00	36,28	48,25	56,17	66,18	73,61	80,98	90,69	98,02
15,50	35,72	47,51	55,31	65,17	72,48	79,74	89,30	96,51
16,00	35,19	46,80	54,48	64,19	71,40	78,55	87,96	95,07
16,50	34,68	46,12	53,69	63,26	70,36	77,41	86,69	93,69
17,00	34,19	45,47	52,94	62,37	69,37	76,32	85,46	92,37
17,50	33,72	44,84	52,21	61,51	68,42	75,27	84,29	91,10
18,00	33,27	44,24	51,51	60,69	67,50	74,26	83,16	89,88
18,50	32,83	43,66	50,83	59,89	66,62	73,29	82,07	88,70
19,00	32,41	43,11	50,19	59,13	65,77	72,35	81,02	87,57
19,50	32,01	42,57	49,56	58,39	64,95	71,45	80,01	86,48
20,00	31,62	42,05	48,96	57,68	64,15	70,58	79,04	85,43
20,50	31,24	41,55	48,37	56,99	63,39	69,74	78,10	84,41
21,00	30,88	41,06	47,81	56,33	62,65	68,93	77,19	83,42
21,50	30,53	40,60	47,26	55,69	61,94	68,14	76,31	82,47
22,00	30,18	40,14	46,73	55,06	61,24	67,38	75,45	81,55
22,50	29,85	39,70	46,22	54,46	60,57	66,64	74,63	80,66
23,00	29,53	39,28	45,73	53,88	59,92	65,92	73,83	79,79
23,50	29,22	38,86	45,24	53,31	59,29	65,23	73,05	78,95
24,00	28,92	38,46	44,78	52,76	58,68	64,56	72,29	78,14
24,50	28,63	38,07	44,32	52,22	58,08	63,90	71,56	77,34
25,00	28,34	37,69	43,88	51,70	57,51	63,26	70,85	76,57
25,50	28,07	37,32	43,45	51,20	56,94	62,65	70,15	75,82
26,00	27,80	36,96	43,04	50,71	56,40	62,04	69,48	75,10
26,50	27,53	36,62	42,63	50,23	55,86	61,46	68,82	74,39
27,00	27,28	36,28	42,23	49,76	55,34	60,89	68,19	73,70
27,50	27,03	35,94	41,85	49,31	54,84	60,33	67,56	73,02
28,00	26,79	35,62	41,47	48,86	54,35	59,79	66,96	72,37
28,50	26,55	35,31	41,10	48,43	53,87	59,26	66,36	71,73
29,00	26,32	35,00	40,75	48,01	53,40	58,74	65,79	71,10
29,50	26,09	34,70	40,40	47,60	52,94	58,24	65,22	70,49
30,00	25,87	34,41	40,06	47,20	52,49	57,75	64,67	69,90
30,50	25,66	34,12	39,72	46,80	52,05	57,27	64,13	69,32
31,00	25,45	33,84	39,40	46,42	51,63	56,80	63,61	68,75
31,50	25,24	33,57	39,08	46,04	51,21	56,34	63,09	68,19
32,00	25,04	33,30	38,77	45,68	50,80	55,89	62,59	67,65
32,50	24,84	33,04	38,46	45,32	50,40	55,45	62,10	67,12
33,00	24,65	32,78	38,17	44,97	50,01	55,02	61,62	66,60
33,50	24,46	32,53	37,87	44,62	49,63	54,60	61,15	66,09
34,00	24,28	32,29	37,59	44,29	49,26	54,19	60,69	65,59
34,50	24,10	32,05	37,31	43,96	48,89	53,79	60,23	65,10
35,00	23,92	31,81	37,03	43,63	48,53	53,39	59,79	64,62
35,50	23,75	31,58	36,77	43,32	48,18	53,00	59,36	64,16
36,00	23,58	31,35	36,50	43,01	47,83	52,63	58,93	63,70
36,50	23,41	31,13	36,24	42,70	47,50	52,25	58,52	63,25
37,00	23,25	30,91	35,99	42,41	47,16	51,89	58,11	62,80
37,50	23,09	30,70	35,74	42,11	46,84	51,53	57,71	62,37
38,00	22,93	30,49	35,50	41,83	46,52	51,18	57,31	61,94
38,50	22,77	30,29	35,26	41,54	46,21	50,83	56,93	61,53
39,00	22,62	30,08	35,02	41,27	45,90	50,50	56,55	61,12
39,50	22,47	29,89	34,79	41,00	45,60	50,16	56,18	60,72
40,00	22,33	29,69	34,57	40,73	45,30	49,84	55,81	60,32
40,50	22,18	29,50	34,34	40,47	45,01	49,51	55,45	59,93



Apéndice nº 5.4.- MAPAS DE ISOLÍNEAS

LEYENDA

PROCESO OPERATIVO DE OBTENCIÓN DE PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS

1. LOCALIZAR EN EL PLANO EL PUNTO GEOGRÁFICO DESEADO.
2. ESTIMAR MEDIANTE LAS SOLINAS PRESERVADAS EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN, C_v , Y EL VALOR MEDIO P DE LA MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA ANUAL.
3. PARA EL PERÍODO DE RETORNO DESEADO T Y EL VALOR DE C_v , OBTENER EL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN K , MEDIANTE EL USO DE LA TABLA ADJUNTA.
4. REALIZAR EL PRODUCTO DEL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN K , POR EL VALOR MEDIO P OBTENIÉNDOSE LA PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA PARA EL PERÍODO DE RETORNO DESEADO P_T .

Ejemplar: Prescripción diaria máxima en Abasco para un periodo de calentamiento de 25 días.

(n el mapa se ubican $P = 4$) (medida) y $C_{21} = 0.41$

para $C_p = 0.14$ y $T = 25^\circ$ en la tabla se obtiene $K_{ow} = 1.854$

$$P_{\text{H}_2} = K_{\text{H}_2} \cdot p = 1,854 \cdot 11 = 20,394 \text{ mm Hg}$$

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

β	δ	5	10	25	50	100	200	500
0.10	0.935	1.194	1.477	1.625	1.823	1.922	2.251	2.541
0.11	0.932	1.198	1.485	1.640	1.853	1.960	2.296	2.607
0.12	0.929	1.202	1.490	1.651	1.884	1.998	2.342	2.663
0.13	0.927	1.209	1.495	1.666	1.915	2.144	2.388	2.714
0.14	0.924	1.213	1.503	1.677	1.930	2.174	2.434	2.765
0.15	0.921	1.217	1.518	1.712	1.961	2.220	2.460	2.811
0.16	0.919	1.225	1.548	1.737	1.984	2.251	2.523	2.892
0.17	0.917	1.232	1.561	1.779	2.027	2.281	2.571	2.953
0.18	0.915	1.240	1.569	1.793	2.052	2.337	2.617	3.014
0.19	0.912	1.249	1.594	1.808	2.081	2.357	2.663	3.067
0.20	0.909	1.247	1.595	1.829	2.112	2.403	2.708	3.128
0.21	0.906	1.255	1.567	1.851	2.164	2.431	2.754	3.189
0.22	0.904	1.259	1.514	1.864	2.171	2.440	2.806	3.210
0.23	0.901	1.264	1.534	1.909	2.205	2.510	2.846	3.211
0.24	0.898	1.270	1.541	1.915	2.229	2.550	2.892	3.272
0.25	0.895	1.274	1.540	1.945	2.255	2.586	2.937	3.313
0.26	0.893	1.278	1.561	1.961	2.287	2.632	2.963	3.394
0.27	0.892	1.289	1.579	1.993	2.312	2.663	3.044	3.555
0.28	0.890	1.290	1.593	2.007	2.342	2.700	3.098	3.616
0.29	0.887	1.293	1.601	2.023	2.375	2.739	3.123	3.577
0.30	0.885	1.297	1.610	2.037	2.403	2.785	3.129	3.738
0.31	0.882	1.293	1.623	2.050	2.431	2.815	3.220	3.799
0.32	0.881	1.316	1.640	2.095	2.464	2.861	3.281	3.860

