ANEXO A. ESTUDIO ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES

A.1. Introducción

En este anexo se han detallado los cálculos realizados mediante un modelo estadístico para la obtención de las precipitaciones máximas diarias asociadas a la zona de estudio. Los resultados obtenidos en este estudio estadístico de precipitaciones han sido comparados con los obtenidos mediante el resto de metodología, tal como se ha visto en el punto *6.5.1. Precipitaciones máximas* diarias.

A.2. Estaciones

Las estaciones pluviométricas contienen el registro histórico de precipitaciones diarias o mensuales, los cuales sirven como datos de partida para este tipo de estudios. Se han analizado las estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) y las estaciones agroclimáticas más cercanas al ámbito de estudio, seleccionando como válidas por proximidad la zona de estudio las siguientes:

- RIA4110 – La Luisiana. Estación agroclimática.
- 5648A – Fuentes de Andalucía. Estación de la AEMet.
- 5641U – Écija "Cámara Agraria". Estación de la AEMet.
- 5675 – La Lantejuela. Estación de la AEMet.

Mediante tratamientos en un software GIS se pueden hallar los polígonos de Thiessen asociados a las estaciones seleccionadas, que reflejan el grado de influencia de cada una de ellas. En la siguiente imagen se pueden ver los resultados obtenidos.

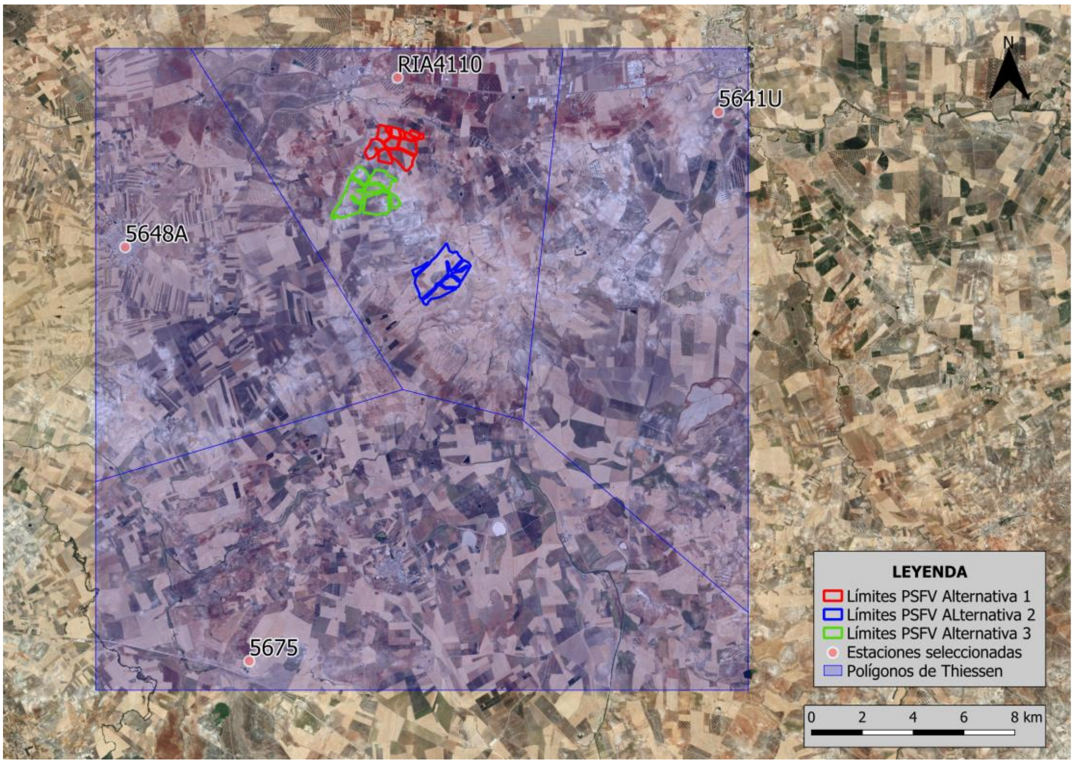

Ilustración 0.1. Polígonos de Thiessen de las estaciones meteorológicas seleccionadas

Tal como se puede ver en la imagen, las tres alternativas de estudio se encuentran bajo la influencia de una única estación pluviométrica, la estación agroclimática RIA4110 – La Luisiana. Esta estación contiene 20 años completos de datos, que van desde el año 2001 hasta el 2020. Cabe destacar que a lo largo de esos 20 años sólo se ha encontrado falta de datos en 5 días, por lo que no ha sido necesario el relleno de datos en ningún año de los que componen el registro. A continuación, se muestran los datos de la estación seleccionada finalmente, así como el registro pluviométrico

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA				
Estación:	RIA4110	Coordenadas UTM Huso 30	X =	303,131
Denominación:	La Luisiana		Y =	4,155,705

DATOS PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA MENSUAL ESTACIÓN RIA4110 - LA LUISIANA													
Año	**ENE 1**	**FEB 2**	**MAR 3**	**ABR 4**	**MAY 5**	**JUN 6**	**JUL 7**	**AGO 8**	**SEP 9**	**OCT 10**	**NOV 11**	**DIC 12**	**Máximo**
2001	29.80	10.80	37.60	1.20	13.20	9.60	0.00	0.80	17.00	33.80	37.40	37.60	37.60
2002	13.40	1.60	44.80	16.40	9.40	1.60	0.00	0.20	58.20	14.00	21.40	25.80	58.20
2003	12.80	27.60	47.00	19.80	8.00	0.60	0.00	0.00	39.00	39.40	18.20	18.20	47.00
2004	5.00	21.20	1.40	17.80	20.00	0.00	0.60	0.80	3.20	19.40	0.40	20.80	21.20
2005	0.20	35.60	3.60	12.80	23.00	0.00	0.00	0.00	0.40	29.80	14.60	15.60	35.60
2006	31.00	12.20	20.60	10.00	29.40	2.00	0.00	49.60	14.40	38.40	25.80	23.80	49.60
2007	17.80	16.00	5.60	7.20	50.80	5.00	0.00	2.40	24.40	11.00	139.60	4.20	139.60
2008	21.20	16.20	0.20	0.00	0.00	5.20	15.20	0.00	8.40	16.00	12.80	16.40	21.20
2009	14.80	44.00	21.40	13.80	1.00	2.00	0.00	0.00	5.40	35.40	12.20	77.60	77.60
2010	34.80	32.00	15.00	21.20	13.80	21.80	0.00	2.00	3.40	35.20	47.00	74.00	74.00
2011	15.40	32.80	16.00	31.20	8.40	18.60	0.00	0.60	29.80	35.80	23.00	3.00	35.80
2012	7.40	1.20	2.20	8.50	62.80	0.00	0.00	0.00	27.00	39.50	48.60	31.80	62.80
2013	26.10	21.40	42.00	7.60	4.40	4.50	0.00	0.00	3.70	11.90	3.80	68.00	68.00
2014	16.90	55.80	15.10	16.10	10.60	30.60	16.00	0.00	24.70	29.30	28.00	9.40	55.80
2015	27.20	3.00	15.20	17.60	0.00	7.60	2.00	1.20	4.60	38.40	17.00	1.20	38.40
2016	18.60	10.60	9.60	27.60	35.20	0.00	0.20	5.00	7.60	32.20	34.40	20.40	35.20
2017	12.00	10.60	32.40	24.80	21.00	0.00	2.00	1.40	0.00	15.60	21.80	25.20	32.40
2018	25.40	9.80	43.40	16.80	22.00	2.40	0.00	0.00	9.60	32.20	27.80	5.60	43.40
2019	5.80	36.00	11.80	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	16.80	27.00	63.80	49.20	63.80
2020	21.40	1.40	24.80	11.80	7.20	0.20	0.40	0.80	13.60	5.60	37.40	6.60	37.40
Máximo	34.80	55.80	47.00	31.20	62.80	30.60	16.00	49.60	58.20	39.50	139.60	77.60	139.60

Tabla 0.1. Registro pluviométrico de la estación RIA4110 – La Luisiana

A.3. Distribuciones estadísticas

Para este estudio estadístico se han utilizados cuatro distribuciones de probabilidad:

- Distribución Normal
- Distribución Gumbel
- Distribución Log-Pearson tipo III
- Distribución SQRT-ETmáx

Cada una de estas distribuciones se ha detallado en el apartado *A.5. Precipitaciones máximas diarias*.

Como paso previo se ha realizado el test de bondad de Kolmogorov-Smirnov, cuyo procedimiento y resultados se muestran en el apartado *A.4. Test de bondad de Kolmogorov-Smirnov*.

A continuación, se incluye un subapartado con el cálculo de algunas variables probabilísticas necesarias para los cálculos de las precipitaciones máximas diarias de cada distribución.

A.3.1. Variables probabilísticas

En este subapartado se detallan los cálculos realizados de algunas variables probabilísticas, así como el significado de cada uno de estos parámetros.

Como datos de partida se han utilizado los datos máximos anuales de precipitación de la estación estudiada, los cuales de denotan como x_i. A partir de estos valores, vistos en el registro histórico anterior, se calculan las variables probabilísticas siguientes:

- X_{med}: media de los valores máximos anuales (x_i) de precipitación diaria mensual según el número de datos disponibles (n).

$$X_{med} = \frac{\sum x_i}{n}$$

- S: desviación estándar de los valores máximos anuales (x_i) de precipitación diaria mensual según el número de datos disponibles (n).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - X_{med})^2}{n-1}}$$

- C_V: coeficiente de variación.

$$C_V = \frac{S}{X_{med}}$$

- C_S: coeficiente de asimetría de los logaritmos de los valores máximos anuales (log (x_i)) de precipitación diaria mensual para la distribución Log-Pearson tipo III.

Variables probabilísticas		
Parámetro	X_i	Log (X_i)
X_{med} (mm)	51.73	1.67
S (mm)	26.34	0.19
Cv	0.51	-
C_S	-	0.34

Tabla 0.2. Variables probabilísticas

A.4. Test de bondad de Kolmogorov-Smirnov

Los tests de bondad para distribuciones estadísticas se realizan con la finalidad de evaluar el grado de aceptación de los resultados obtenidos para cada una de las distribuciones. En el caso de que alguna de las distribuciones propuestas no cumpliera este test, ésta sería desechada, ya que los resultados obtenidos no tendrían validez. Además, estos tests indican que distribución es la que mejor se ajusta a la realidad.

El test de Kolmogorov-Smirnov se fundamenta en que un parámetro estadístico D asociado a cada una de la distribuciones estadísticas estudiadas sea menor que un valor límite $D_{lím}$. Si el parámetro D es superior al límite, el test será no apto para la distribución en la que se de este caso, siendo eliminada del estudio.

Para el cálculo de este valor límite se utiliza la siguiente tabla.

n = nº datos	α = 0.10	α = 0.05	α = 0.01
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
> 40	1.22/√n	1.36/√n	1.63/√n

Tabla 0.3. Cálculo del parámetro $D_{lím}$

Donde, α es el límite de confianza, en este caso se ha tomado del 5 %, es decir, un nivel de confianza del 95 %, y n es el número de datos de entrada, en este caso 20, que son los parámetros que vienen de la estación pluviométrica analizada. Por tanto, se ha tomado el valor límite de 0.29.

Para el cálculo del parámetro D, los valores de entrada de precipitación son ordenados de mayor a menor, teniendo en cuenta las posiciones de cada uno de los valores. La expresión que determina el valor de este parámetro estadístico es la siguiente:

$$D = \max |F_s\ (x_i) - F\ (x_i)|$$

Donde,

- $F_s\ (x_i)$ → probabilidad acumulada asociada a la precipitación x_i, obtenida como:

$$F_s\ (x_i) = 1 - \frac{i}{n}$$

- $F\ (x_i)$ → probabilidad acumulada asociada a la distribución de probabilidad correspondiente para la precipitación x_i.

En los siguientes subapartados se han incluido los resultados obtenidos de $F\ (x_i)$ para cada una de las distribuciones, así como el resultado último del test, comparando el valor de D con el valor límite.

A.4.1. Distribución Normal

Para esta distribución, en primer lugar, se ha de calcular un parámetro conocido como factor de frecuencia (z_i), con la siguiente fórmula:

$$z_i = \frac{x_i - X_{med}}{S}$$

Donde, se conocen todas las variables, vistas en el apartado A.3.1. Variables probabilísticas.

La probabilidad acumulada (F (xi)) para cada valor x_i se calcula a partir de la función de distribución Normal, cuyo parámetro de entrada es el factor de frecuencia calculado. Esta función se explica en el apartado *A.5.1. Distribución Normal*.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el test para la distribución estudiada.

Posición	P (mm) - Ordenada	$F_s(x_i)$	z_i	$F(x_i)$	D_i
1	139.60	0.950	3.336	1.000	0.050
2	77.60	0.900	0.982	0.837	0.063
3	74.00	0.850	0.845	0.801	0.049
4	68.00	0.800	0.618	0.732	0.068
5	63.80	0.750	0.458	0.677	0.073
6	62.80	0.700	0.420	0.663	0.037
7	58.20	0.650	0.246	0.597	0.053
8	55.80	0.600	0.155	0.561	0.039
9	49.60	0.550	-0.081	0.468	0.082
10	47.00	0.500	-0.180	0.429	0.071
11	43.40	0.450	-0.316	0.376	0.074
12	38.40	0.400	-0.506	0.306	0.094
13	37.60	0.350	-0.536	0.296	0.054
14	37.40	0.300	-0.544	0.293	0.007
15	35.80	0.250	-0.605	0.273	0.023
16	35.60	0.200	-0.612	0.270	0.070
17	35.20	0.150	-0.628	0.265	0.115
18	32.40	0.100	-0.734	0.232	0.132
19	21.20	0.050	-1.159	0.123	0.073
20	21.20	0.000	-1.159	0.123	0.123

Tabla 0.4. Resultados del test de Kolomogorov-Smirnov para la distribución Normal

Se puede ver que todos los valores de D son menores que el valor límite de 0.29, por lo que se considera que la distribución estudiada es apta y puede ser utilizada para el cálculo de la precipitación máxima diaria.

A.4.2. Distribución Gumbel

Para esta distribución se necesitan conocer dos parámetros, el factor de escala (α) y el parámetro de la distribución (u), los cuales se calculan del siguiente modo:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot S = 20.54$$

$$u = X_{med} - 0.5772 \cdot \ \alpha = 39.88$$

Donde, de nuevo, todos los parámetros son conocidos.

Una vez calculados, la probabilidad acumulada $F(x_i)$ se calcula mediante la siguiente expresión:

$$F(x_i) = \exp\left(-exp\left(-\frac{x_i - u}{\alpha}\right)\right)$$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el test para la distribución estudiada.

Posición	P (mm) - Ordenada	$F_s(x_i)$	$F(x_i)$	D_i
1	139.60	0.950	0.99	0.042
2	77.60	0.900	0.85	0.047
3	74.00	0.850	0.83	0.023
4	68.00	0.800	0.78	0.025
5	63.80	0.750	0.73	0.018

Posición	P (mm) - Ordenada	$F_s (x_i)$	$F (x_i)$	D_i
6	62.80	0.700	0.72	0.021
7	58.20	0.650	0.66	0.014
8	55.80	0.600	0.63	0.031
9	49.60	0.550	0.54	0.014
10	47.00	0.500	0.49	0.007
11	43.40	0.450	0.43	0.019
12	38.40	0.400	0.34	0.059
13	37.60	0.350	0.33	0.023
14	37.40	0.300	0.32	0.024
15	35.80	0.250	0.30	0.045
16	35.60	0.200	0.29	0.092
17	35.20	0.150	0.28	0.135
18	32.40	0.100	0.24	0.137
19	21.20	0.050	0.08	0.034
20	21.20	0.000	0.08	0.084

Tabla 0.5. Resultados del test de Kolomogorov-Smirnov para la distribución Gumbel

Se puede ver que todos los valores de D son menores que el valor límite de 0.29, por lo que se considera que la distribución estudiada es apta y puede ser utilizada para el cálculo de la precipitación máxima diaria.

A.4.3. Distribución Log-Pearson tipo III

La distribución de Log-Pearson tipo III utiliza los logaritmos de los valores máximos anuales (x_i) de precipitación diaria mensual. Se necesitan conocer algunos parámetros estadísticos, que tienen las siguientes expresiones:

$$\beta = (2 \;/\; C_s)^2 = 35.18$$

$$\lambda = S \;/\; \sqrt{\beta} = 0.03$$

$$\Phi_i = \frac{x_i - X_{med}}{\lambda} + \beta$$

Donde,

- x_i → logaritmo del valor máximo anual de precipitación diaria mensual ordenado.
- X_{med} → media de los logaritmos de los valores máximos anuales.
- S → desviación estándar de los logaritmos de los valores máximos anuales.
- C_S → coeficiente de asimetría de los logaritmos de los valores máximos anuales.

A partir de estos parámetros, se halla el factor de frecuencia (z_i) mediante la siguiente fórmula:

$$z_i = \sqrt{4 \cdot \Phi_i} - \sqrt{2 \cdot V - 1}$$

Donde,

- $V = 2 \cdot \beta = 70.36$

La probabilidad acumulada (F (xi)) para cada valor x_i se calcula a partir de la función de distribución Normal, cuyo parámetro de entrada es el factor de frecuencia calculado. Esta función se explica en el apartado *A.5.1. Distribución Normal*.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el test para la distribución estudiada.

Posición	P (mm) - Ordenada	F_s (x_i)	Log (P)	$Ø_i$	z_i	F (x_i)	D_i
1	139.60	0.950	2.145	49.632	2.270	0.988	0.038
2	77.60	0.900	1.890	41.869	1.121	0.869	0.031
3	74.00	0.850	1.869	41.240	1.023	0.847	0.003
4	68.00	0.800	1.833	40.123	0.848	0.802	0.002
5	63.80	0.750	1.805	39.280	0.714	0.762	0.012
6	62.80	0.700	1.798	39.071	0.681	0.752	0.052
7	58.20	0.650	1.765	38.065	0.519	0.698	0.048
8	55.80	0.600	1.747	37.508	0.428	0.666	0.066
9	49.60	0.550	1.695	35.951	0.171	0.568	0.018
10	47.00	0.500	1.672	35.239	0.052	0.521	0.021
11	43.40	0.450	1.637	34.186	-0.127	0.450	0.000
12	38.40	0.400	1.584	32.567	-0.407	0.342	0.058
13	37.60	0.350	1.575	32.289	-0.456	0.324	0.026
14	37.40	0.300	1.573	32.219	-0.468	0.320	0.020
15	35.80	0.250	1.554	31.641	-0.570	0.284	0.034
16	35.60	0.200	1.551	31.566	-0.584	0.280	0.080
17	35.20	0.150	1.547	31.417	-0.610	0.271	0.121
18	32.40	0.100	1.511	30.321	-0.807	0.210	0.110
19	21.20	0.050	1.326	24.714	-1.878	0.030	0.020
20	21.20	0.000	1.326	24.714	-1.878	0.030	0.030

Tabla 0.6. Resultados del test de Kolomogorov-Smirnov para la distribución Log-Pearson tipo III

Se puede ver que todos los valores de D son menores que el valor límite de 0.29, por lo que se considera que la distribución estudiada es apta y puede ser utilizada para el cálculo de la precipitación máxima diaria.

A.4.4. Distribución SQRT-ETmáx

En esta distribución, la probabilidad acumulada F (x_i) se calcula directamente a partir de la siguiente función de distribución:

$$F\ (x_i) = \exp(-\ K_t\ \cdot \left(1 + \sqrt{\alpha \cdot x_i}\ \right)\ \cdot \exp\left(-\ \sqrt{\alpha \cdot x_i}\right))$$

Donde:

- x_i → valor máximo anual de precipitación diaria mensual ordenado.
- K_t → factor de frecuencia de la distribución.
- α → factor de escala de la distribución.

Los parámetros K_t y α se obtienen a partir de las fórmulas mostradas en el apartado *A.5.4. Distribución SQRT-ETmáx*.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el test para la distribución estudiada.

Posición	P (mm) - Ordenada	F_s (x_i)	F (x_i)	D_i
1	139.60	0.950	0.99	0.038
2	77.60	0.900	0.87	0.030
3	74.00	0.850	0.85	0.001
4	68.00	0.800	0.80	0.005
5	63.80	0.750	0.77	0.016
6	62.80	0.700	0.76	0.056

Posición	P (mm) - Ordenada	$F_s(x_i)$	$F(x_i)$	D_i
7	58.20	0.650	0.70	0.053
8	55.80	0.600	0.67	0.072
9	49.60	0.550	0.57	0.025
10	47.00	0.500	0.53	0.027
11	43.40	0.450	0.46	0.006
12	38.40	0.400	0.35	0.053
13	37.60	0.350	0.33	0.021
14	37.40	0.300	0.32	0.025
15	35.80	0.250	0.29	0.039
16	35.60	0.200	0.28	0.084
17	35.20	0.150	0.28	0.125
18	32.40	0.100	0.21	0.113
19	21.20	0.050	0.03	0.018
20	21.20	0.000	0.03	0.032

Tabla 0.7. Resultados del test de Kolomogorov-Smirnov para la distribución SQRT-ETmáx

Se puede ver que todos los valores de D son menores que el valor límite de 0.29, por lo que se considera que la distribución estudiada es apta y puede ser utilizada para el cálculo de la precipitación máxima diaria.

A.5. Precipitaciones máximas diarias

En este apartado se exponen las fórmulas de cálculo de las precipitaciones máximas diarias de cada una de las distribuciones utilizadas, así como los resultados obtenidos con cada una de ellas.

A.5.1. Distribución Normal

Para esta distribución se precisa un parámetro adicional conocido como factor de frecuencia (K_t) para cada uno de los periodos de retorno (T) analizados, obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$K_t = w - \frac{2.515517 + 0.802853 \cdot w + 0.010328 \cdot w^2}{1 + 1.432788 \cdot w + 0.1889269 \cdot w^2 + 0.001308 \cdot w^3}$$

Donde,

- $w = [\ln(1 / P^2)]^{1/2}$
- P → Probabilidad de ocurrencia asociada a cada periodo de retorno (T).

El valor de la precipitación máxima diaria (X_t) para cada periodo de retorno se calcula a través de la siguiente expresión:

$$X_t = X_{med} + K_t \cdot S$$

Donde, X_{med} y S son dos de las variables probabilísticas vistas en el apartado A.3.1. Variables probabilísticas.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

P. Retorno (Años)	w (Adim.)	K_t (Adim.)	X_t (mm)
5	1.79	0.84	73.89
100	3.03	2.33	113.01
500	3.53	2.88	127.54

Tabla 0.8. Precipitaciones máximas diarias para la distribución Normal

A.5.2. Distribución Gumbel

Para esta distribución, el proceso es análogo a la anterior, necesitando el cálculo de un factor de frecuencia (K_t), calculado a través de la expresión siguiente.

$$K_t = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot \left(0.5772 + \ln\left(\ln\left(\frac{T}{1-T}\right)\right)\right)$$

Donde, T equivale a cada uno de los periodos de retorno analizados.

El valor de la precipitación máxima diaria (X_t) para cada periodo de retorno se calcula a través de la siguiente expresión:

$$X_t = X_{med} + K_t \cdot S$$

Donde, una vez más, se conoce el valor de todas las variables probabilísticas.

Los resultados obtenidos se exponen en la siguiente tabla.

P. Retorno (Años)	K_t (Adim.)	X_t (mm)
5	0.72	70.68
100	3.14	134.35
500	4.39	167.48

Tabla 0.9. Precipitaciones máximas diarias para la distribución Gumbel

A.5.3. Distribución Log-Pearson tipo III

La distribución de Log-Pearson tipo III sigue un procedimiento similar a las dos anteriores, aunque realiza los cálculos utilizando los logaritmos de los datos de precipitaciones diarias mensuales de la estación de estudio.

El factor de frecuencia (Kt) para cada periodo se calcula como:

$$K_t = z + (z^2 - 1) \cdot k + \frac{1}{3} \cdot (z^3 - 6 \cdot z) \cdot k^2 - (z^2 - 1) \cdot k^3 + z \cdot k^4 + \frac{1}{3} \cdot k^5$$

Donde,

- $k = C_s/6$
- C_S → coeficiente de asimetría de los logaritmos de los valores máximos anuales (log (x_i)) de precipitación diaria mensual. Calculado en el apartado A.3.1. Variables probabilísticas.
- z → valor del factor de frecuencia (K_t) obtenido para la distribución Normal.

La precipitación máxima diaria (X_t) asociada a cada periodo de retorno, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$X_t = 10^{(X_{med} + K_t \cdot S)}$$

Donde, todos los parámetros son conocidos.

Los resultados obtenidos se incluyen en la siguiente tabla.

P. Retorno (Años)	K_t (Adim.)	X_t (mm)
5	0.82	67.60
100	2.57	148.37
500	3.29	205.03

Tabla 0.10. Precipitaciones máximas diarias para la distribución Log-Pearson tipo III

A.5.4. Distribución SQRT-ETmáx

En esta distribución el cálculo es algo distinto al resto de las distribuciones estudiadas. En primer lugar, tal como se hacía en el resto de las distribuciones, se calcula el factor de frecuencia (K_t), mediante la siguiente fórmula:

$$K_t = \exp\left[\Sigma\, a_i \cdot \ln(CV)^i\right]$$

Donde, a_i es un coeficiente obtenido a partir del valor del coeficiente de variación (CV), mediante el empleo de la siguiente tabla.

K (SQRT)	a_i \ CV	0.99 a 0.70	0.70 a 0.30	0.30 a 0.19	ai (CV)	ai · ln (CV)^i
0	a0	1.31861452	1.80151252	-1765.864939	1.801513	1.802
1	a1	-3.16462769	2.47376059	-7240.591990	2.473761	-1.670
2	a2	-1.59552440	23.55620019	-11785.550150	23.556200	10.732
3	a3	-6.26911085	49.95727380	-9537.985174	49.957274	-15.362
4	a4	-11.31766964	59.77563587	-3834.341011	59.775636	12.406
5	a5	-22.69755500	35.69687628	-612.677702	35.696876	-5.001
6	a6	-22.06634469	8.50571271	0.000000	8.505713	0.804

Tabla 0.11. Coeficiente a_i para la distribución SQRT-ETmáx

A partir de este valor, se calcula el factor de escala (α) mediante la expresión:

$$\alpha = \left(\frac{K_t}{1 - \exp(K_t)}\right) \cdot \left(\frac{I_1}{2 \cdot X_{med}}\right)$$

Donde,

- $I_1 = \exp\left[\Sigma\, b_i \cdot \ln(K_t)^i\right]$
- b_i → coeficiente obtenido a partir del valor del coeficiente de variación (CV), mediante el empleo de la siguiente tabla.

I_1 (SQRT)	b_i \ CV	0.99 a 0.70	0.70 a 0.30	0.30 a 0.19	bi (CV)	bi · ln (K)^i
0	b0	2.30731900	2.34269700	-0.931508	2.342697	2.343
1	b1	-0.13667400	-0.14978400	2.156709	-0.149784	-0.556
2	b2	-0.07503600	-0.09931200	-0.779770	-0.099312	-1.368
3	b3	-0.01346400	0.00344400	0.112962	0.003444	0.176
4	b4	0.00322800	0.00101400	-0.009340	0.001014	0.192
5	b5	0.00052100	-0.00014100	0.000412	-0.000141	-0.099
6	b6	-0.00014100	0.00000500	-0.000008	0.000005	0.013

Tabla 0.12. Coeficiente b_i para la distribución SQRT-ETmáx

Por último, la precipitación máxima diaria se calcula mediante un proceso iterativo en el que se busca que la función de distribución F (X_t) = 1 – P, siendo P la probabilidad asociada al periodo de retorno correspondiente y F (X_t) la función:

$$F\,(X_t) = \exp(-\,K_t \cdot \left(1 + \sqrt{\alpha \cdot X_t}\,\right) \cdot \exp(-\sqrt{\alpha \cdot X_t}))$$

Los resultados obtenidos se incluyen en la siguiente tabla.

P. Retorno (Años)	Prob ($1/T_r$) (Adim.)	1 - Prob (Adim.)	F (X_t) (Adim.)	X_t (mm)
5	0.200	0.800	0.800	67.40
100	0.010	0.990	0.990	144.80
500	0.002	0.998	0.998	190.60

Tabla 0.13. Precipitaciones máximas diarias para la distribución SQRT-ETmáx

A.5.5. Resultados del estudio estadístico

Por último, se han recogido en la siguiente tabla resumen los resultados obtenidos para cada una de las distribuciones vistas a lo largo de este anexo, escogiendo el de la precipitación máxima diaria como el correspondiente al máximo de todas las distribuciones, el cual es el más desfavorable.

P. Retorno (Años)	D. Normal (mm)	D. Gumbel (mm)	D. Log - Pearson tipo III (mm)	D. SQRT - ETmax (mm)	E. Estadístico (mm)
5	73.89	70.68	67.60	67.40	73.89
100	113.01	134.35	148.37	144.80	148.37
500	127.54	167.48	205.03	190.60	205.03

Tabla 0.14. Precipitaciones máximas diarias obtenidas del estudio estadístico

Se puede ver que para el periodo de retorno correspondiente a 5 años (MCO) el resultado obtenido viene de la distribución Normal, mientras que para los periodos de 100 y 500 años son los valores de la distribución Log-Pearson tipo III los más desfavorables.