

**ANEJO N° 9. Balsa de Mostrakas.
APÉNDICE 9.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y
CLIMATOLÓGICO.**

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBTENCIÓN DE DATOS	1
3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS.....	3
3.1. AJUSTE SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL	4
3.2. AJUSTE SEGÚN EL MÉTODO SQRT-ETMAX	5
3.3. BONDAD DE AJUSTE	6
3.4. PRECIPITACIONES DE CÁLCULO.....	8
4. CÁLCULO DE CAUDALES.....	10
4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS	10
4.2. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	11
4.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	14
4.4. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	18
4.5. RESULTADOS OBTENIDOS	19
5. ESTUDIO DE AVENIDAS.....	19
5.1. MÉTODO DE DETERMINACIÓN.....	20
5.2. PLUVIOGRAMA.....	20
5.3. PLUVIOGRAMA PARA LOS DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO.....	24
5.4. HIDROGRAMAS DE AVENIDA.....	24
5.4.1. Avenida provocada por la precipitación sobre el espejo de agua.....	25
5.4.2. Caudal de alimentación a la balsa.....	26
5.4.3. Caudal de avenidas de diseño	26
6. ESTUDIO DEL VIENTO.....	28
6.1. CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO EN EL EMBALSE.....	28
6.2. DIRECCIÓN PREDOMINANTE	29
6.3. VELOCIDAD VIENTO DE DISEÑO EN TIERRA.....	30
6.4. VELOCIDAD DEL VIENTO DE DISEÑO SOBRE AGUA.....	32
7. DETERMINACIÓN DEL FETCH.....	33
8. ALTURA DE OLA Y REMONTE	37
8.1. TIEMPO NECESARIO PARA EL DESARROLLO DEL OLEAJE	37
8.2. SOBREVOLACIÓN ESTACIONARIA CREADA POR EL VIENTO.....	37
8.3. ALTURA DE OLA CREADA POR EL VIENTO.....	38
8.4. PERÍODO CARACTERÍSTICO DEL OLEAJE Y LONGITUD DE ONDA	39
8.5. ALTURA DEL REMONTE DE LA OLA POR EL PARAMENTO	40

9. SOBREELEVACIÓN OCASIONADA POR LA TORMENTA DE PROYECTO	42
--	----

INDICE FIGURAS

Figura 1.Ubicación balsa de Mostrakas.	1
Figura 2.Ubicación estaciones meteorológicas en el entorno de la balsa de Mostrakas.	2
Figura 3.Mapa de la cuenca de la Balsa de Mostrakas.	11
Figura 4.Mapa del Índice de Torrencialidad.	13
Figura 5. Diagrama triangular para determinación de la textura en materiales tipo suelo.	16
Figura 6.Usos del Suelo Balsa de Mostrakas.	16
Figura 7.Leyenda Usos del suelo.....	17
Figura 8. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.	18
Figura 9.Situación pluviógrafo.....	21
Figura 10. Precipitaciones máximas acumuladas diarias.	22
Figura 11.Hietograma de diseño	23
Figura 12.Hietograma para diversos periodos de retorno	24
Figura 13.Hidrograma para diversos periodos de retorno.....	26
Figura 14.Hidrogramas de avenida de diseño	27

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Listado de estaciones meteorológicas en el entorno de la balsa de Mostrakas.	2
Tabla 2. Tabla distribución X^2	7
Tabla 3. Precipitaciones máximas ajuste de Gumbel balsa Mostrakas	8
Tabla 4. Precipitaciones máximas ajuste SQRT ETmax balsa Mostrakas	9
Tabla 5. Precipitaciones máximas diarias.	9
Tabla 6. Datos geométricos cuenca Balsa de Mostrakas.	11
Tabla 7. Valores Intensidad.	14
Tabla 8. Valor inicial del umbral de escorrentía P_o^i (mm).	15
Tabla 9.Grupos Hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía.	15
Tabla 10.Valores adoptados de P_o^i	17
Tabla 11.Coficiente corrector del umbral de escorrentía: Valores correspondientes a calibraciones regionales	18
Tabla 12.Valores de K_t	19
Tabla 13.Caudales máximos diarios.	19
Tabla 14. Precipitación máxima en 24 horas.	22
Tabla 15. Caudales punta en la balsa de Mostrakas	25

Tabla 16. Caudales punta de las avenidas de diseño.	27
Tabla 17. Periodos de retorno a considerar según el tipo de situación.	28
Tabla 18. Velocidad máxima del viento y su dirección correspondiente por estaciones. Balsa de Mostrakas.	29
Tabla 19. Dirección del viento e intervalo de ángulos asociados.	30
Tabla 20. Máxima racha de viento para distintos periodos de retorno. Balsa de Mostrakas.	31
Tabla 21. Velocidades máximas calculadas. Balsa de Mostrakas.	32
Tabla 22. Relación entre la velocidad del viento sobre tierra y sobre agua.	32
Tabla 23. Velocidades máximas calculadas y corregidas. Balsa de Mostrakas.	33
Tabla 24. Velocidad final vientos característicos.	33
Tabla 25. Figura 3.7.1 de la Guía – Definición del Fetch de cálculo.	34
Tabla 26. Determinación del Fetch máximo.	35
Tabla 27. Determinación del Fetch máximo alineado con la dirección de viento predominante.	36
Tabla 28. Nivel del embalse alcanzado por la tormenta de proyecto.	42
Tabla 29. Sobre elevación producida por la tormenta de proyecto.	42

ANEXO I.- DATOS ESTACIONES SELECCIONADAS

ANEXO II.- CÁLCULO PRECIPITACIONES MÁXIMAS

ANEXO III.- CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO

ANEXO IV.- CÁLCULO DEL VIENTO DE DISEÑO. AJUSTE SEGÚN GUMBEL

ANEXO V.- TEMPORALES SELECCIONADOS

ANEXO VI.- HIDROGRAMAS DE AVENIDA SOBRE EL EMBALSE

ANEXO VII.- HIDROGRAMAS DE AVENIDAS DE DISEÑO

1. INTRODUCCIÓN

La balsa de Mostrakas se ubica en el término municipal de Pitillas, junto al final de la primera fase del Canal de Navarra, a los pies de un pequeño cerro cuya escorrentía vierte hacia el área ocupada por la balsa prevista. No se han identificado en la zona cauces permanentes que puedan afectar a la infraestructura, si bien aguas abajo de la balsa se encuentra el Barranco de Mostrakas que tras un recorrido de unos 7 km vierte al río Aragón por su margen derecha junto a la localidad de Santacara.

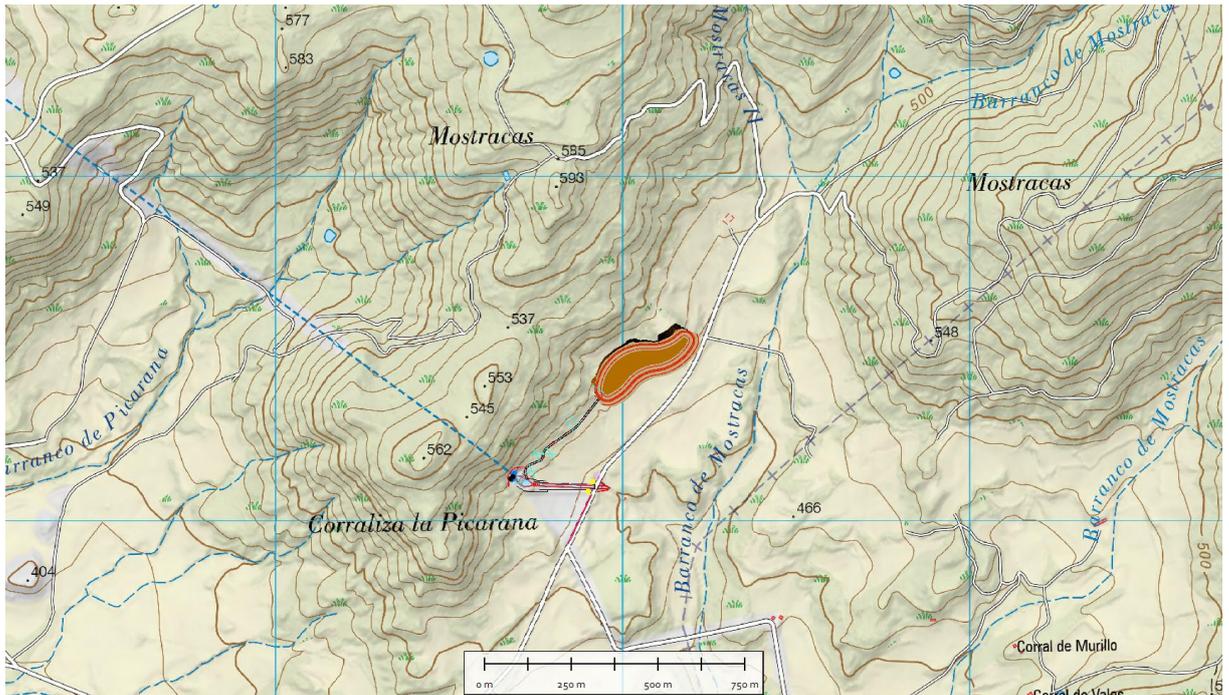


Figura 1. Ubicación balsa de Mostrakas.

2. OBTENCIÓN DE DATOS

Son necesarios en la zona de estudio datos diarios de precipitación y viento en un periodo lo más completo posible, preferiblemente no inferior a 20 años. Para su obtención se ha consultado en las bases de datos del MITECO, AEMET, Gobierno de Navarra y SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío) y SAIH del Ebro, la existencia de estaciones meteorológicas próximas a la zona de estudio y se han analizado las características y datos disponibles en cada una de las estaciones localizadas para determinar su validez y seleccionar aquellas con mayor influencia en la zona.



Figura 2. Ubicación estaciones meteorológicas en el entorno de la balsa de Mostrakas.

Como se observa en la imagen adjunta existen en la zona numerosas estaciones meteorológicas ubicadas en el área de proyecto. De entre las existentes se seleccionarán aquellas que estén más próximas a la balsa de estudio y que tengan datos suficientes. En la tabla que se muestra a continuación se incluye el listado de las estaciones más próximas a la zona de estudio y sus características principales.

IND	NOMBRE	ORGANISMO	UTM X	UTM Y	COTA	DISTANCIA KM	FECHA INICIO	FECHA FIN	AÑOS CON DATOS
NA105 14	TRAIBUENAS-SIAR	SIAR	614022	4690842	312	10	1999	2021	22
9252X	OLITE	MITECO	610488	4704966	390	11.5	2009	2021	12
NA104 11	OLITE INTIA	SIAR	610025	4697696	397	11	2002	2021	19
NA06 07	SAN MARTÍN DE UNX MAPA	MITECO SIAR	614036	4707662	447	12	2004	2021	17
-	TAFALLA GN	GN	607987	4708448	430	16	1991	2021	30
-	UJUÉ GN	GN	622324	4707659	829	9	1991	2021	30
NA07 13	MURILLO EL FRUTO	MITECO	624532	4693629	345	5.4	2004	2021	17

Tabla 1. Listado de estaciones meteorológicas en el entorno de la balsa de Mostrakas.

Del análisis de estos datos se descarta la estación de Olite (MITECO) porque no cuenta con datos suficientes para realizar el estudio. La estación de Ujué se descarta por estar situada a una cota mucho más elevada que la balsa prevista por lo que sus datos, en especial los datos de temperatura o viento, se consideran menos representativos de la zona de estudio. Por su disposición y datos se han elegido para realizar el estudio las estaciones de Olite (INTIA), San Martín de Unx y Murillo el Fruto.

En el **Anexo I.- Datos estaciones**, se incluyen los datos de las estaciones seleccionadas.

3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS

Los criterios utilizados para obtener los datos de precipitación máxima están basados en las siguientes publicaciones:

- Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- “Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Avenidas” y “Análisis Estadístico de Caudales de Avenida”, CEDEX.
- “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular”, Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- “Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales”, del mismo organismo.

El cálculo de los caudales asociados a distintos períodos de retorno requiere previamente el estudio de precipitaciones máximas probables para dichos períodos. Así pues, se han determinado las precipitaciones máximas anuales en 24 horas para distintos períodos de retorno, por varios procedimientos:

- A partir de los registros pluviométricos de las estaciones seleccionadas, ajustando la distribución de frecuencias por el método de Gumbel.
- A partir de los registros pluviométricos de las estaciones seleccionadas, ajustando la distribución de frecuencias por el método SQRT-ETmáx.

Para cubrir todos los casos posibles, los períodos de retorno considerados son los siguientes: 25, 100, 500, 1.000, 5.000 y 10.000 años.

Los datos de los que se parte para realizar el cálculo de las precipitaciones asociadas a los períodos de retorno mencionados, son las precipitaciones máximas anuales en 24 horas en la serie de años en las estaciones correspondientes, y que se adjuntan en el Anexo I.

Es importante resaltar que en la estación de San Martín de Unx se registraron en el año 2004 valores excesivamente altos en los meses de septiembre y noviembre, siendo la precipitación máxima diaria en estos meses de 231 y 107 mm respectivamente. Estos valores tan elevados no se repiten en ninguna de las estaciones

ubicadas a su alrededor por lo que pudiera tratarse de un error de registro de la estación. Por esta razón y dado que ambos valores podrían desvirtuar la bondad de ajuste de los resultados obtenidos se ha optado por descartar ambos valores adoptando como valor máximo de ese año el siguiente valor máximo registrado.

3.1. AJUSTE SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL

La distribución de Gumbel es un modelo universalmente aceptado en la distribución de variables aleatorias que sean extremos (máximos o mínimos de un determinado fenómeno que se produce en el tiempo).

Si n es el número anual de valores diarios independientes de un elemento meteorológico o hidrológico y E_x el número medio anual de valores diarios que exceden el valor x , la probabilidad de que un valor diario exceda a x es E_x/n , mientras que la probabilidad de que sea menor será $1-(E_x/n)$.

La probabilidad $F(x)$, en tanto por uno, de que el máximo anual sea menor que x vendrá dada por:

$$F(x) = (1-E_x/n)^n$$

y si n es lo bastante grande: $F(x) \rightarrow e^{-E_x}$.

Si se hace $y = -\ln E_x$, se tiene:

$$F(x) = e^{-e^{-y}}$$

Así, se define la variable reducida de la siguiente forma:

$$y = -\ln (-\ln F(x))$$

Expresando la probabilidad en términos del periodo de retorno $T(x)$, que para un valor particular de x es "el intervalo medio, expresado en años, en que el valor extremo alcanza o supera a x una vez solamente". La relación entre la probabilidad $F(x)$ y el periodo de retorno $T(x)$ viene dada por:

$$T(x) = \frac{1}{1 - F(x)}$$

La variable reducida viene dada por:

$$y = \alpha (x - \beta)$$

donde α y β son unos parámetros que pueden calcularse a partir de la serie de valores extremos x .

Así pues, la distribución de Gumbel es de forma doble-exponencial con dos parámetros que hay que ajustar con los datos estadísticos:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

y tal que en papel de logaritmo doble da una recta (recta de Gumbel), lo que facilita su uso y extrapolación.

Para estimar los parámetros α y β pueden utilizarse varios métodos, si bien para el presente estudio se ha adoptado el de ajuste por mínimos cuadrados, con una ligera variante (Chow). La diferencia consiste en que la suma de los

cuadrados que hay que hacer mínima no se mide paralelamente a los ejes coordenados (x ó y) sino paralelamente a una línea cuya pendiente es de signo opuesto a la línea de mejor ajuste. Este método simplifica considerablemente los cálculos y conduce a las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{\sigma_n}{\sigma_x} \qquad \beta = \bar{x} - \bar{y} \frac{\sigma_x}{\sigma_n}$$

donde:

\bar{x}, σ_x son respectivamente la media y la desviación típica de los valores de la serie de precipitaciones máximas anuales.

\bar{y}, σ_n son respectivamente la media y la desviación típica de la variable reducida "y", que se ha obtenido mediante la siguiente relación:

$$y = -\text{Ln} \left(\text{Ln} \left(\frac{N+1}{n} \right) \right)$$

donde N es el número de datos de la serie y n vale sucesivamente: 1, 2, 3... N

3.2. AJUSTE SEGÚN EL MÉTODO SQRT-ETMAX

La ley SQRT-ET_{máx}, propuesta en Japón por Etoh, T., A. Murota y M. Nakamishi (1986), 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 ley de Gumbel. La ley SQRT-ET_{máx} es considerada por el CEDEX más adecuada para numerosas regiones españolas que la tradicional ley de Gumbel.

La ley SQRT-ET_{máx} es una ley con dos parámetros, basada exclusivamente en datos locales, al igual que la de Gumbel. Su formulación es:

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

donde:

F(x) = probabilidad de ocurrencia de una determinada tormenta.

κ y α = parámetros de escala y frecuencia, respectivamente. Deben ser ajustados a los datos existentes.

Para calcular κ y α , se parte de la función de máxima verosimilitud:

$$L = \sum_{i=1}^N \text{Ln} f(x_i)$$

donde:

$$f(x_i) = \frac{\kappa}{1 - e^{-\kappa}} \cdot h(x_i) \cdot F(x_i)$$

$$h(x_i) = \frac{\alpha}{2} \cdot e^{-\sqrt{\alpha} \cdot x_i}$$

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

x_i = valor del valor "i" conocido de precipitación

La función de máxima verosimilitud L se deriva respecto de α y se iguala a cero, obteniéndose el valor de κ en función de α :

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^N \sqrt{\alpha \cdot x_i} - 2 N}{\sum_{i=1}^N \alpha \cdot x_i \cdot e^{-\sqrt{\alpha} \cdot x_i}}$$

Con este valor de κ se obtiene el valor de α que maximiza la función de máxima verosimilitud L. De esta manera queda definida la función de distribución F(x) para una serie de valores conocidos de precipitaciones máximas.

En este caso se han deducido las leyes de frecuencias correspondientes a las series de máximas precipitaciones diarias, empleando el modelo SQRT-ETmáx, ajustando mediante el método de máxima verosimilitud.

3.3. BONDAD DE AJUSTE

Se ha realizado un análisis de la bondad del ajuste de las series de distribución de Gumbel y SQRT-ETmax, con un nivel de confianza δ , mediante el contraste X^2 de Pearson. La idea de este contraste de ajuste es comparar las frecuencias observadas con las especificadas por el modelo teórico que se contrasta. La suma de los cuadrados de las discrepancias relativas a cada frecuencia respecto de la esperada, dividida entre la frecuencia esperada, cuando la muestra es grande, tiende a la ley de distribución de la X^2 con ν grados de libertad.

$$\chi_{muestral}^2 = \sum \left(\frac{\text{Observadas}_i - \text{Esperadas}_i}{\text{Esperadas}_i} \right)^2$$

Se rechazará el modelo cuando la probabilidad de obtener una discrepancia mayor o igual que la observada sea suficientemente baja, es decir cuando:

$$\chi_{muestral}^2 \leq \chi_{\delta}^2(\nu)$$

donde:

δ es el grado de confianza, que se ha tomado del 95%

ν es el número de grados de libertad, que se calcula mediante la expresión $\nu = k-r-1$, en la que k es el número de intervalos parciales en los que se divide la muestra analizada y r el número de parámetros del modelo.

Estudios realizados sobre la cuestión han concluido en aceptar como aplicable la χ^2 de Pearson siempre que el número de intervalos sea igual o superior a 5.

En este caso se han considerado ocho intervalos, luego $k = 8$. Por otra parte los parámetros de la distribución de Gumbel son dos, como se ha explicado anteriormente, α y β y los de SQRT-ETmax son K y α , por lo tanto $r = 2$. Los grados de libertad son pues, $\nu = 8 - 2 - 1 = 5$ en ambos casos.

$\chi^2_{\delta}(\nu)$ Es el valor teórico de la función, en este caso $\chi^2_{95\%}(5) = 11,1$, valor que se extrae de la tabla que se adjunta a continuación.

DISTRIBUCIÓN χ^2 CON ν GRADOS DE LIBERTAD													
ν	$\chi^2_{0,995}$	$\chi^2_{0,99}$	$\chi^2_{0,975}$	$\chi^2_{0,95}$	$\chi^2_{0,90}$	$\chi^2_{0,75}$	$\chi^2_{0,50}$	$\chi^2_{0,25}$	$\chi^2_{0,10}$	$\chi^2_{0,05}$	$\chi^2_{0,025}$	$\chi^2_{0,01}$	$\chi^2_{0,005}$
1	7.8800	6.6300	5.0200	3.8400	2.7100	1.3200	0.4550	0.1020	0.0158	0.0039	0.0010	0.0020	0.0000
2	10.6000	9.2100	7.3800	5.9900	4.6100	2.7700	1.3900	0.5750	0.2110	0.1030	0.0506	0.0201	0.0100
3	12.8000	11.3000	9.3500	7.8100	6.2500	4.1100	2.3700	1.2100	0.5840	0.3520	0.2160	0.1150	0.0720
4	14.9000	13.3000	11.1000	9.4900	7.7800	5.3900	3.3600	1.9200	1.0600	0.7110	0.4840	0.2970	0.2070
5	16.7000	15.1000	12.8000	11.1000	9.2400	6.6300	4.3500	2.6700	1.6100	1.1500	0.8310	0.5640	0.4120
6	18.5000	16.8000	14.4000	12.6000	10.6000	7.8400	5.3500	3.4500	2.2000	1.6400	1.2400	0.8720	0.6760
7	20.3000	18.5000	16.0000	14.1000	12.0000	9.0400	6.3500	4.2500	2.8300	2.1700	1.6900	1.2400	0.9890
8	22.0000	20.1000	17.5000	15.5000	13.4000	10.2000	7.3400	5.0700	3.4900	2.7300	2.1800	1.6500	1.3400
9	23.6000	21.7000	19.0000	16.9000	14.7000	11.4000	8.3400	5.9000	4.1700	3.3300	2.7000	2.0900	1.7300
10	25.2000	23.2000	20.5000	18.3000	16.0000	12.5000	9.3400	6.7400	4.8700	3.9400	3.2500	2.5600	2.1600
11	26.8000	24.7000	21.9000	19.7000	17.3000	13.7000	10.3000	7.5800	5.5800	4.5700	3.8200	3.0500	2.6000
12	28.3000	26.2000	23.3000	21.0000	18.5000	14.8000	11.3000	8.4400	6.3000	5.2300	4.4000	3.5700	3.0700
13	29.8000	27.7000	24.7000	22.4000	19.8000	16.0000	12.3000	9.3000	7.0400	5.8900	5.0100	4.1100	3.5700
14	31.3000	29.1000	26.1000	23.7000	21.1000	17.1000	13.3000	10.2000	7.7900	6.5700	5.6300	4.6600	4.0700
15	32.8000	30.6000	27.5000	25.0000	22.3000	18.2000	14.3000	11.0000	8.5500	7.2600	6.2600	5.2300	4.6000
16	34.3000	32.0000	28.8000	26.3000	23.5000	19.4000	15.3000	11.9000	9.3100	7.9600	6.9100	5.8100	5.1400
17	35.7000	33.4000	30.2000	27.6000	24.8000	20.5000	16.3000	12.8000	10.1000	8.6700	7.5600	6.4100	5.7000
18	37.2000	34.8000	31.5000	28.9000	26.0000	21.6000	17.3000	13.7000	10.9000	9.3900	8.2300	7.0100	6.2600
19	38.6000	36.2000	32.9000	30.1000	27.2000	22.7000	18.3000	14.6000	11.7000	10.1000	8.9100	7.6300	6.8400
20	40.0000	37.6000	34.2000	31.4000	28.4000	23.8000	19.3000	15.5000	12.4000	10.9000	9.5900	8.2600	7.4300
21	41.4000	38.9000	35.5000	32.7000	29.6000	24.9000	20.3000	16.3000	13.2000	11.6000	10.3000	8.9000	8.0300
22	42.8000	40.3000	36.8000	33.9000	30.8000	26.0000	21.3000	17.2000	14.0000	12.3000	11.0000	9.5400	8.6400
23	44.2000	41.6000	38.1000	35.2000	32.0000	27.1000	22.3000	18.1000	14.8000	13.1000	11.7000	10.2000	9.2600
24	45.6000	43.0000	39.4000	36.4000	33.2000	28.2000	23.3000	19.0000	15.7000	13.8000	12.4000	10.9000	9.8900
25	46.9000	44.3000	40.6000	37.7000	34.4000	29.3000	24.3000	19.9000	16.5000	14.6000	13.1000	11.5000	10.5000
26	48.3000	45.6000	41.9000	38.9000	35.6000	30.4000	25.3000	20.8000	17.3000	15.4000	13.8000	12.2000	11.2000
27	49.6000	47.0000	43.2000	40.1000	36.7000	31.5000	26.3000	21.7000	18.1000	16.2000	14.6000	12.9000	11.8000
28	51.0000	48.3000	44.5000	41.3000	37.9000	32.6000	27.3000	22.7000	18.9000	16.9000	15.3000	13.6000	12.5000
29	52.3000	49.6000	45.7000	42.6000	39.1000	33.7000	28.3000	33.6000	19.8000	17.7000	16.0000	14.3000	13.1000
30	53.7000	50.9000	47.0000	43.8000	40.3000	34.8000	29.3000	24.5000	20.6000	18.5000	16.8000	15.0000	13.8000
40	66.8000	63.7000	59.3000	55.8000	51.8000	45.6000	39.3000	33.7000	29.1000	26.5000	24.4000	22.2000	20.7000
50	79.5000	76.2000	71.4000	67.5000	63.2000	56.3000	49.3000	42.9000	37.7000	34.8000	32.4000	29.7000	28.0000
60	92.0000	88.4000	83.3000	79.1000	74.4000	67.0000	59.3000	52.3000	46.5000	43.2000	40.5000	37.5000	35.5000
70	104.2000	100.4000	95.0000	90.5000	85.5000	77.6000	69.3000	61.7000	55.3000	51.7000	48.8000	45.4000	43.3000
80	116.3000	112.3000	106.6000	101.9000	96.6000	88.1000	79.3000	71.1000	64.3000	60.4000	57.2000	53.5000	51.2000
90	128.3000	124.1000	118.1000	113.1000	107.6000	98.6000	89.3000	80.6000	73.3000	69.1000	65.6000	61.8000	59.2000
100	140.2000	135.8000	129.6000	124.3000	118.5000	109.1000	99.3000	90.1000	82.4000	77.9000	74.2000	70.1000	67.3000

Tabla 2. Tabla distribución χ^2 .

Se comprueba que para todos los casos estudiados χ^2 muestral es menor que $\chi^2_{95\%}(5)$ por lo que el ajuste realizado se considera adecuado en todos los casos.

También se han realizado pruebas de bondad de ajuste χ^2 comparando la frecuencia observada con la frecuencia esperada en cada clase. Cuanto más se aproxima este valor a la unidad mejor es el ajuste realizado.

La prueba χ^2 calcula una estadística χ^2 usando la fórmula:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(A_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

donde:

A_{ij} = frecuencia real en la i -ésima fila, j -ésima columna

E_{ij} = frecuencia esperada en la i -ésima fila, j -ésima columna

r = número de filas

c = número de columnas

3.4. PRECIPITACIONES DE CÁLCULO

En los cuadros que se muestran a continuación se incluyen los resultados obtenidos de la aplicación de los distintos métodos anteriormente descritos:

ESTIMACIÓN DE MÁXIMAS PRECIPITACIONES (mm) ASOCIADAS A CADA PERIÓDO DE RETORNO SEGÚN EL AJUSTE DE GUMBEL			
T (Años)	OLITE	SAN MARTÍN	MURILLO
5	59.44	62.43	55.86
10	71.37	74.85	62.84
25	86.45	90.55	71.67
100	108.73	113.75	84.72
500	134.39	140.46	99.74
1000	145.41	151.95	106.19
2000	156.44	163.43	112.65
5000	171.01	178.60	121.18
10000	182.03	190.08	127.63
χ^2 muestral	6.51	6.25	5.77
Bondad	0.48	0.51	0.57

Tabla 3. Precipitaciones máximas ajuste de Gumbel balsa Mostrakas .

ESTIMACIÓN DE MÁXIMAS PRECIPITACIONES (mm) ASOCIADAS A CADA PERÍODO DE RETORNO SEGÚN EL AJUSTE SQRT			
T (Años)	OLITE	SAN MARTÍN	MURILLO
5	57.55	57.38	55.22
10	70.58	68.70	62.74
25	88.73	84.33	72.86
100	118.96	110.12	89.10
500	158.73	143.67	109.70
1000	177.45	159.37	119.17
2000	197.13	175.81	129.01
5000	224.62	198.71	142.58
10000	246.53	216.90	153.27
χ^2 muestral	6.56	3.99	6.35
Bondad	0.48	0.78	0.50

Tabla 4. Precipitaciones máximas ajuste SQRT ETmax balsa Mostrakas .

Se observa que los valores obtenidos de la aplicación del Ajuste SQRT ETmax son sustancialmente mayores que aquéllos obtenidos por el ajuste de Gumbel por lo cual, para quedar del lado de la seguridad, se opta por este ajuste para obtener las precipitaciones máximas. De las estaciones consideradas, la estación de **San Martín de Unx** es la que tiene una mayor bondad de ajuste en sus datos por lo que serán los valores obtenidos para esta estación los que se tomen como valores de cálculo.

En el **Anexo II.- Cálculo de precipitaciones máximas** se incluyen los cálculos realizados en cada caso para la obtención de las máximas precipitaciones diarias en cada estación considerada.

En la tabla expuesta a continuación se resumen los datos de precipitación máxima diaria que se consideraran en cada caso para los distintos periodos de retorno.

T (años)	Pd (mm)
	Balsa de Mostrakas
5	57.38
10	68.70
25	84.33
100	110.12
500	143.67
1000	159.37
2000	175.81
5000	198.71
10000	216.90

Tabla 5. Precipitaciones máximas diarias.

4. CÁLCULO DE CAUDALES

La red de drenaje superficial del ámbito de estudio de la balsa de Mostrakas se ubica en la cuenca del río Aragón, afluente del río Ebro. La zona está englobada administrativamente en la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Las cuencas de aportación que afectan directamente a la zona del proyecto son bastante pequeñas y se han definido a partir de planos topográficos a escala 1:1.000 o 1:5.000.

El método de estimación de los caudales asociados a distintos períodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca aportante. Según la Instrucción 5.2.-IC, para cuencas pequeñas, con una extensión menor de 50 km², es apropiado el método hidrometeorológico basado en la aplicación de la fórmula racional: una intensidad media de precipitación y una estimación de escorrentía constante en el tiempo.

El caudal punta de avenida, Q (en m³/s), para un período de retorno dado se obtiene mediante la expresión:

$$Q = K \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

donde:

- A = Superficie de la cuenca (km²)
- I = Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración de aguacero igual al tiempo de concentración de la cuenca (mm/h)
- C = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada
- K = Coeficiente que tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal del aguacero.

A continuación se explica para cada caso la obtención de los parámetros necesarios para el cálculo de caudales siguiendo lo estipulado en la Instrucción 5.2 IC de Drenaje de carreteras.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS

La balsa de Mostrakas se ubica a los pies de un pequeño cerro cuya escorrentía vierte hacia el área ocupada por la balsa prevista, no existiendo en la zona cauces permanentes que puedan afectar a la infraestructura. La escorrentía de la zona tiene su punto de vertido final en el Barranco de Mostrakas afluente del río Aragón. A continuación se representa la cuenca vertiente que aporta agua hacia la balsa de Mostrakas.

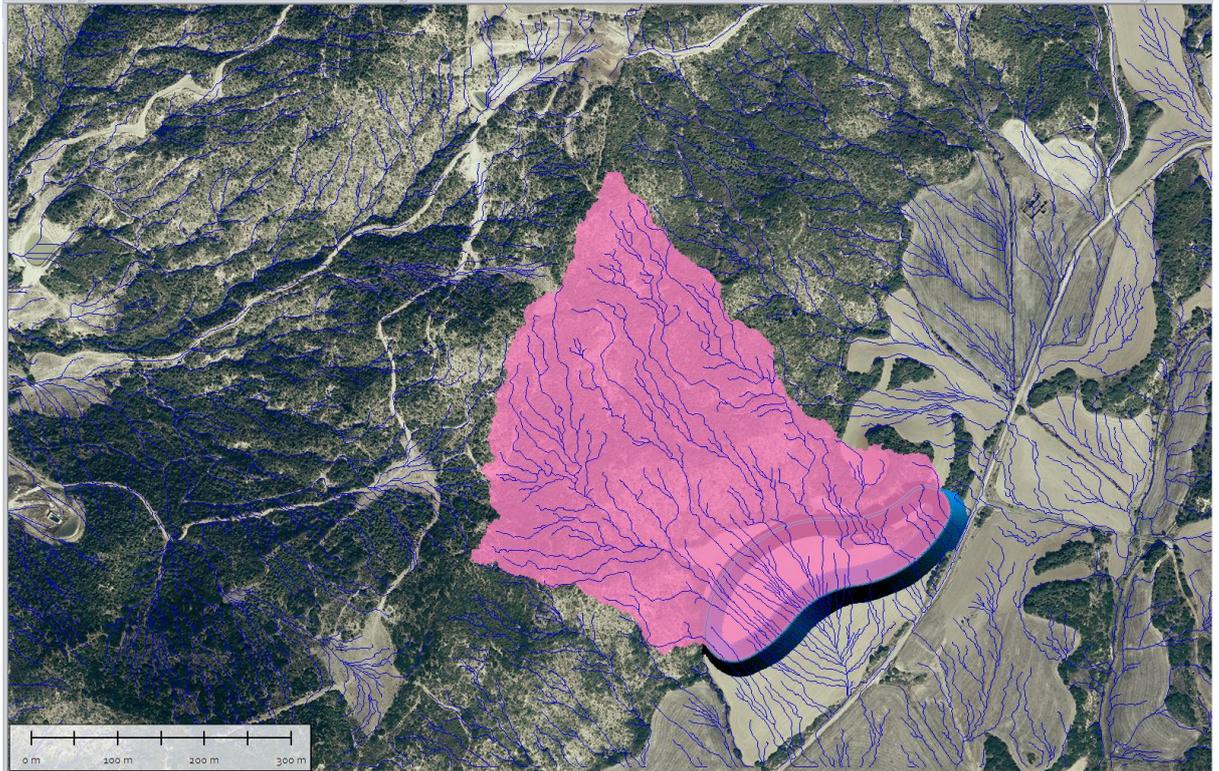


Figura 3. Mapa de la cuenca de la Balsa de Mostrakas.

Los datos geométricos de esta cuenca son los que se exponen a continuación:

Área (incluyendo lámina de agua)	166.462,60 m ²
Área lámina de agua 475,00 msnm	23.386,01 m ²
Longitud	586,195 m
Cota máxima	590,837 m s.n.m
Cota mínima	465,876 m s. n. m.
Pendiente J (m/m)	0,21

Tabla 6. Datos geométricos cuenca Balsa de Mostrakas.

4.2. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación en función del periodo de retorno viene dada por la expresión:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{\text{int}}$$

siendo:

I_d = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T (mm/h).

F_{int} = Factor de intensidad.

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T, se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Siendo P_d la precipitación media diaria en mm y K_A un factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. En este caso dado que el área de todas las cuencas en estudio es menor de 1 km² el coeficiente K_A es igual a 1.

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en la zona de estudio y depende de la duración del aguacero y el periodo de retorno, en este caso dado que no se dispone de las curvas IDF de las estaciones pluviométricas de la zona, el Factor de intensidad se ha obtenido aplicando la siguiente fórmula.

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

siendo:

F_a = Factor de intensidad obtenido a partir del índice de torrencialidad.

t (horas) = Duración del aguacero.

I_1/I_d = Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir de la siguiente figura extraída de la Instrucción de carreteras 5.2.-IC:

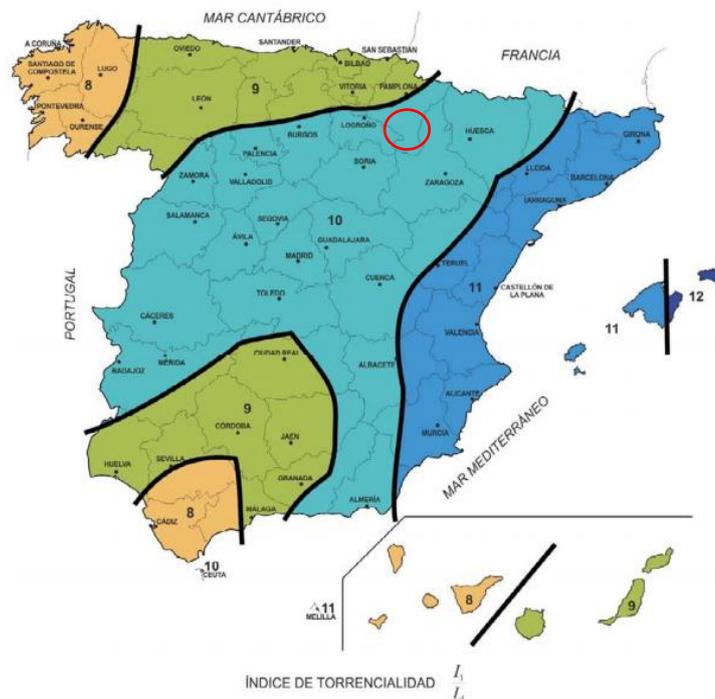


Figura 4. Mapa del Índice de Torrencialidad.

Como puede verse en la figura adjunta el índice de torrencialidad correspondiente a la zona de estudio es de 10.

Otro factor necesario para determinar la Intensidad es el **tiempo de concentración** de la cuenca. El tiempo de concentración t_c es el tiempo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe mediante la siguiente fórmula:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

donde:

t_c (horas) = Tiempo de concentración.

L_c (km) = Longitud del cauce.

J_c = Pendiente media del cauce.

Tal como se indica en la Instrucción, en aquellas cuencas principales de pequeño tamaño en las que el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno sea apreciable respecto al tiempo de recorrido total, no es de aplicación la fórmula anterior. Esta circunstancia se produce cuando el tiempo de concentración calculado mediante la fórmula anterior sea inferior a 0,25 horas.

En este caso resulta:

$$t_c = 0,3 \cdot 0,586195^{0,76} \cdot 0,21^{-0,19} = 0,2689 \text{ horas.}$$

El tiempo de concentración resultante es superior a ese valor de 0,25 horas en el caso de la cuenca vertiente a la balsa de Mostrakas por lo que la fórmula expuesta sí resulta de aplicación en ese caso.

Se resumen en la tabla a continuación los resultados obtenidos del cálculo realizado para la cuenca de aportación a la balsa de Mostrakas para cada periodo de retorno considerado.

CUENCA	T (años)	I _d (mm/h)	F _{int}	T _c (horas)	I (mm/h)
M-1	5	2.39	20.48	0.2689	48.953
	10	2.86	20.48	0.2689	58.610
	25	3.51	20.48	0.2689	71.944
	100	4.59	20.48	0.2689	93.947
	500	5.99	20.48	0.2689	122.569
	1000	6.64	20.48	0.2689	135.963
	2000	7.33	20.48	0.2689	149.989
	5000	8.28	20.48	0.2689	169.525
	10000	9.04	20.48	0.2689	185.044

Tabla 7. Valores Intensidad.

4.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía define la parte de la precipitación de intensidad I (T, t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca y se calcula siguiendo la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 & \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \\ \text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 & \quad C = 0 \end{aligned}$$

donde:

C = Coeficiente de escorrentía

P_d (mm) = Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado

K_A = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

P₀ (mm) = Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía P₀ representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía y se determina según la siguiente expresión:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

P_0 (mm) = Umbral de escorrentía

P_0^i (mm) = Valor inicial del umbral de escorrentía

β = Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

El valor inicial de escorrentía P_0^i , se obtiene a partir de la tabla 2.3 de la Instrucción de Carreteras 5.2.IC- Drenaje superficial, la cual se reproduce sólo parcialmente a continuación:

Código	Uso del suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupos del suelo			
				A	B	C	D
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	<3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	<3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		<3	20	14	11	8
23100	Prados y praderas		<3	120	55	22	14
23100	Pastos en tierras abandonadas		<3	58	25	12	7
32312	Matorrales subarbusivos o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
32400	Matorral boscoso de transición			75	34	22	16

N: Denota cultivo según las curvas de nivel

R: Denota cultivo según la línea de máxima pendiente

Tabla 8. Valor inicial del umbral de escorrentía P_0^i (mm).

El valor del grupo del suelo depende de las características geológicas del terreno y de su permeabilidad natural. Se incluyen a continuación la tabla 2.4 y la figura 2.8 de la Instrucción con los que se determina que en este caso los terrenos en los que se ubica la balsa de Mostrakas corresponden a un **grupo de suelo tipo C**.

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Tabla 9. Grupos Hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía.

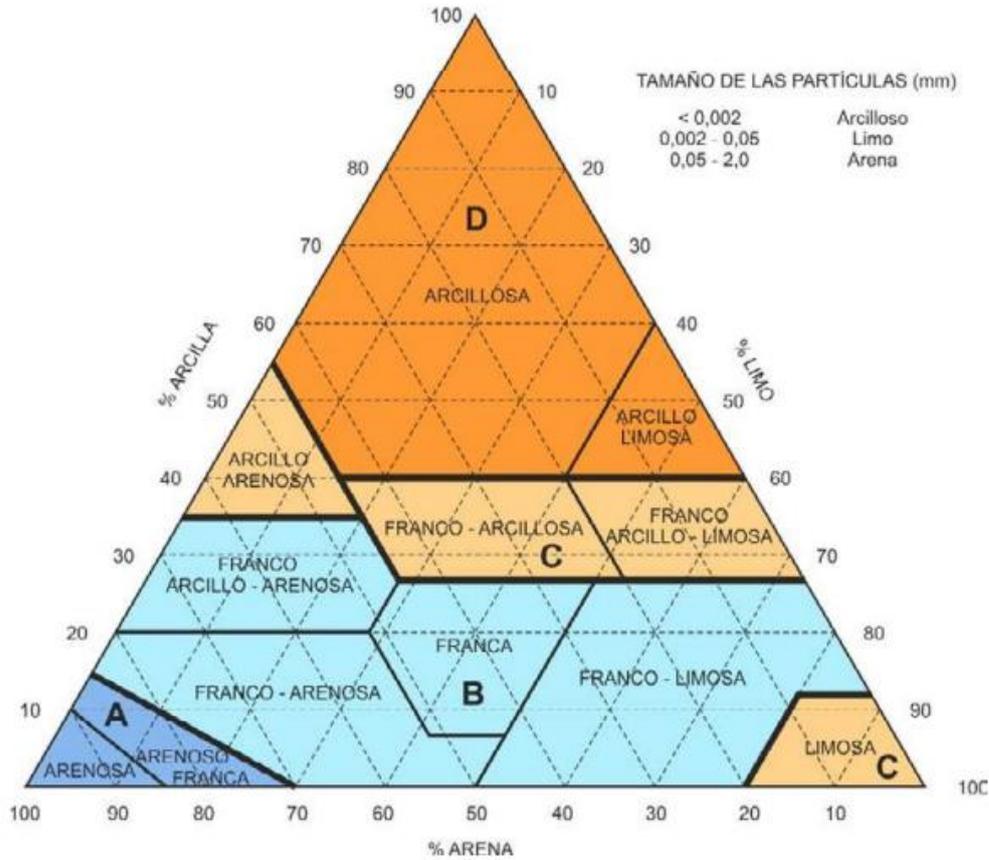


Figura 5. Diagrama triangular para determinación de la textura en materiales tipo suelo.

Para determinar los usos del suelo se ha obtenido la capa de Superficies de Cubierta terrestre del SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España) que se muestran a continuación:

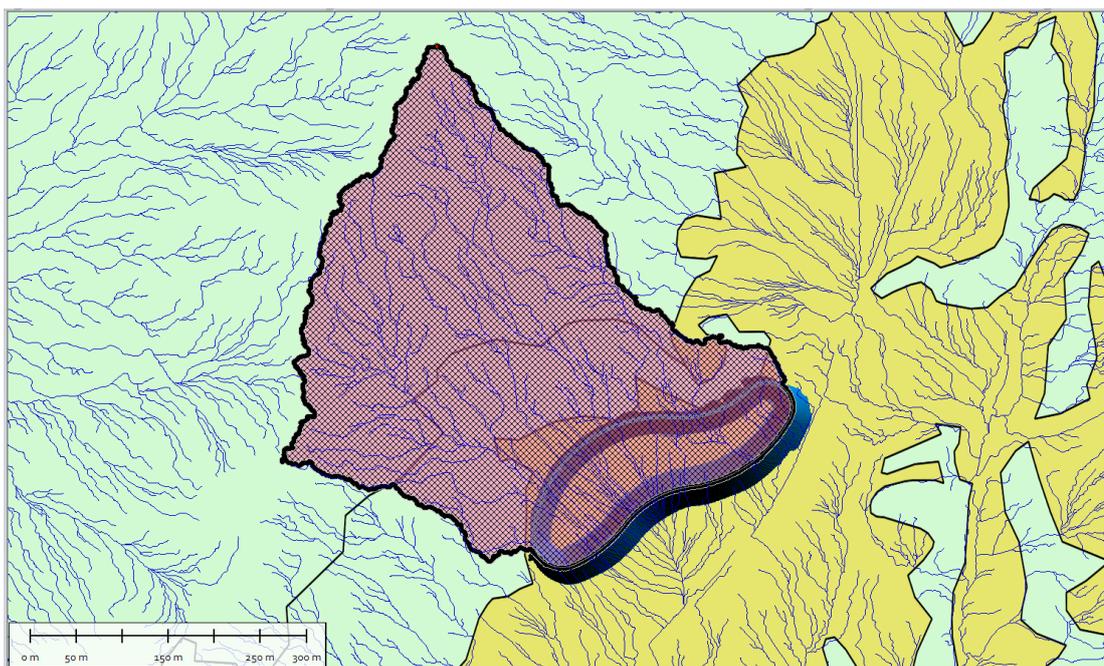


Figura 6. Usos del Suelo Balsa de Mostrakas.



Figura 7. Leyenda Usos del suelo.

Teniendo en cuenta además otras fuentes de información como la visita a campo realizada y la fotografía aérea se han estimado los siguientes valores iniciales del umbral de escorrentía.

CUENCA	Uso del suelo	%	Uso del suelo	%	P_o^i
M-1	Matorral	90	Cultivo seco	10	21.2

 Tabla 10. Valores adoptados de P_o^i .

Una vez obtenido el umbral de escorrentía del suelo, se obtiene el coeficiente corrector del umbral de escorrentía que servirá para calibrar los datos reales de la cuenca. En este caso el coeficiente corrector se obtiene a partir de los datos correspondientes a la tabla 2.5 de la Instrucción utilizando la siguiente función:

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T$$

donde:

β^{DT} = Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

β_m = Valor medio en la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

F_T = Factor función del período de retorno T

Δ_{50} = Desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al 50%

Las regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía se obtienen de la Figura 2.9 de la Instrucción que en este caso se corresponden con la región 91 para la balsa de Mostrakas.



Figura 8. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Según la tabla correspondiente de la Instrucción 5.2.- IC se obtienen los siguientes valores:

Región	Valor medio β_m	Δ_{50}	Periodo de retorno T (años), F_T				
			2	5	25	100	500
91	0.85	0.15	0.72	0.88	1.19	1.52	1.95

Tabla 11. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía: Valores correspondientes a calibraciones regionales

Para valores intermedios y superiores de periodo de retorno se ha obtenido F_T mediante interpolación de los datos de esta tabla siendo en todos los casos $F_{10} = 1,0$.

4.4. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

donde:

K_t = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

t_c = Tiempo de concentración de la cuenca.

Se resumen en la tabla mostrada a continuación los resultados obtenidos:

CUENCA	t_c	K_t
M-1	0.2698	1.0136

Tabla 12. Valores de K_t .

4.5. RESULTADOS OBTENIDOS

Se resumen en la tabla mostrada a continuación los resultados obtenidos del cálculo realizado para cada periodo de retorno considerado.

CUENCA	T (años)	C	I (mm/h)	A (km ²)	K_t	Q (m ³ /s)
M-1	5	0.3922	48.936	0.1431	1.0136	0.77
	10	0.4102	58.559			0.97
	25	0.4210	71.868			1.22
	100	0.4292	93.981			1.63
	500	0.4352	122.646			2.15
	1000	0.4522	135.955			2.48
	2000	0.4622	150.083			2.79
	5000	0.4747	169.534			3.24
	10000	0.4830	185.095			3.60

Tabla 13. Caudales máximos diarios.

5. ESTUDIO DE AVENIDAS

En el estudio hidrológico se han obtenido los valores de las precipitaciones máximas para los diversos periodos de retorno y, aplicando la fórmula racional, se han obtenido los caudales punta de avenida para la cuenca vertiente a la balsa de Mostrakas hasta el perímetro exterior de la balsa. Estas aportaciones no serán recogidas en la balsa y serán desviadas por el drenaje perimetral de la balsa por lo que no deben considerarse para dimensionar los órganos de alivio de la misma y solamente se emplearán para dimensionar el citado sistema de drenaje perimetral.

Para determinar la avenida que provocará una maniobra errónea en el sistema, y de acuerdo con la actual redacción de la Norma técnica de diseño de balsas (próxima a editarse), en la que se establece que:

“Las balsas deberán disponer de aliviaderos capaces de evacuar el caudal de diseño, definido este como el mayor de los caudales determinados en las dos situaciones siguientes:

- ✓ Nivel de agua coincidente con el NMN y entrada del caudal de alimentación de la balsa junto con la presentación de la tormenta de proyecto.
- ✓ Nivel de agua en el NMN y presentación de la tormenta extrema.”

Aunque, la edición final de la citada futura Norma podría variar, a día de hoy, estas prescripciones son válidas y compatibles con el "Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas" publicado por el CEDEX y guía técnica actual para el diseño de balsas, y, de acuerdo con ambas (manual y futura norma) se estudiarán y analizarán los hidrogramas generados en las distintas hipótesis de partida y para cada periodo de retorno.

5.1. MÉTODO DE DETERMINACIÓN

El método que se va a emplear para la obtención de los hidrogramas de avenida, será el siguiente:

1. Se recopilarán los pluviogramas característicos de las estaciones pluviométricas más próximas a la ubicación de la balsa.
2. Se seleccionará el pluviograma típico más desfavorable.
3. La precipitación máxima en 24 horas para cada periodo de retorno (determinada en el apartado 3.- PRECIPITACIONES MÁXIMAS), se distribuirá a lo largo de las 24 horas de acuerdo al pluviograma seleccionado, puesto que se considera una duración de la tormenta pésima de 24 horas.
4. Se obtendrá el hidrograma provocado por la precipitación sobre el vaso de la balsa.

En el caso de la avenida de proyecto a este hidrograma habrá que sumarle (en el supuesto de una maniobra incorrecta de funcionamiento) el caudal máximo de alimentación de la balsa.

5.2. PLUVIOGRAMA

Para establecer el patrón de distribución de las lluvias se toman como datos los registrados en las estaciones pluviométricas del SAIH del Ebro que ofrecen series quinceminutales.

Se ha realizado un análisis de proximidad de las estaciones meteorológicas disponibles para determinar el grado de influencia de cada una de ellas, descartándose a priori las que se encuentran del otro lado de la divisoria hidrográfica de la cuenca del Barranco de la Huesera, en la que se encuentra la balsa de Mostrakas.

De acuerdo con esta distribución se puede apreciar que la balsa de Mostrakas y las cuencas intersectadas por las obras se encuentran contenidas íntegramente dentro del área de influencia de la estación pluviométrica R027 Repetidor de Vigas, de acuerdo con la delimitación de los polígonos de Thiessen.

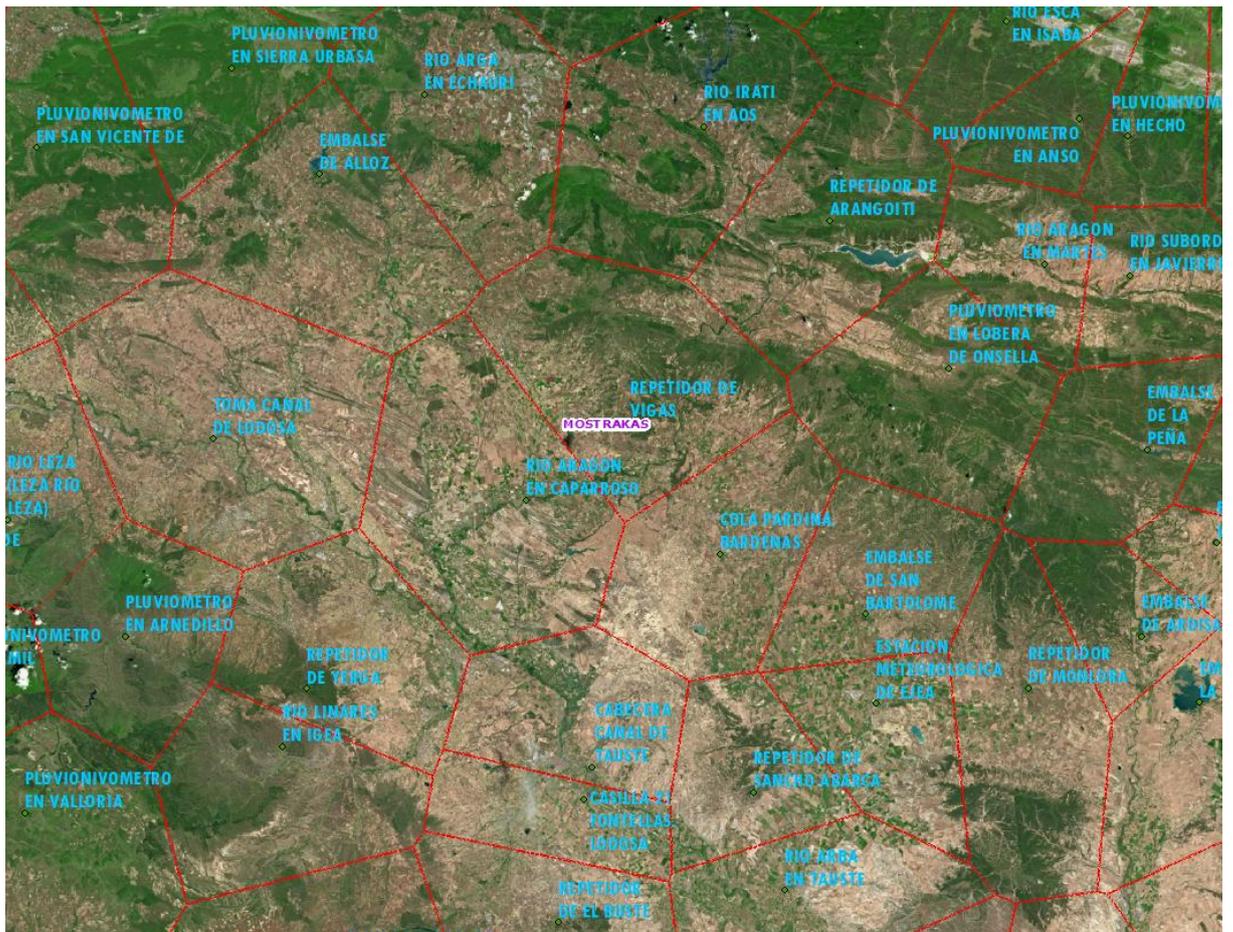


Figura 9. Situación pluviógrafo.

A pesar de que el registro de datos no es excesivamente largo (datos desde 1/1/2005 hasta la fecha de realización del estudio) sí que existe concordancia con otras estaciones próximas y que contienen series de precipitación más largas, como son:

- ✓ A005 Río Aragón en Caparroso
- ✓ C028 Cola Pardina.
- ✓ A069 Río Arga en Echauri
- ✓ E030 Embase de Alloz

La comparativa señala que a pesar de la variación que pudiera existir en cuanto a la cantidad registrada, la serie refleja la distribución temporal de las tormentas y por lo tanto una alta certidumbre de, en caso de presentarse un fenómeno adverso cuantificado respecto a un periodo de retorno dado, la distribución temporal fuese tal y como se adopta en esta hipótesis.

Por tanto, se ha trabajado con la estación pluviométrica del Repetidor de Vigas en el periodo 2000-2021.

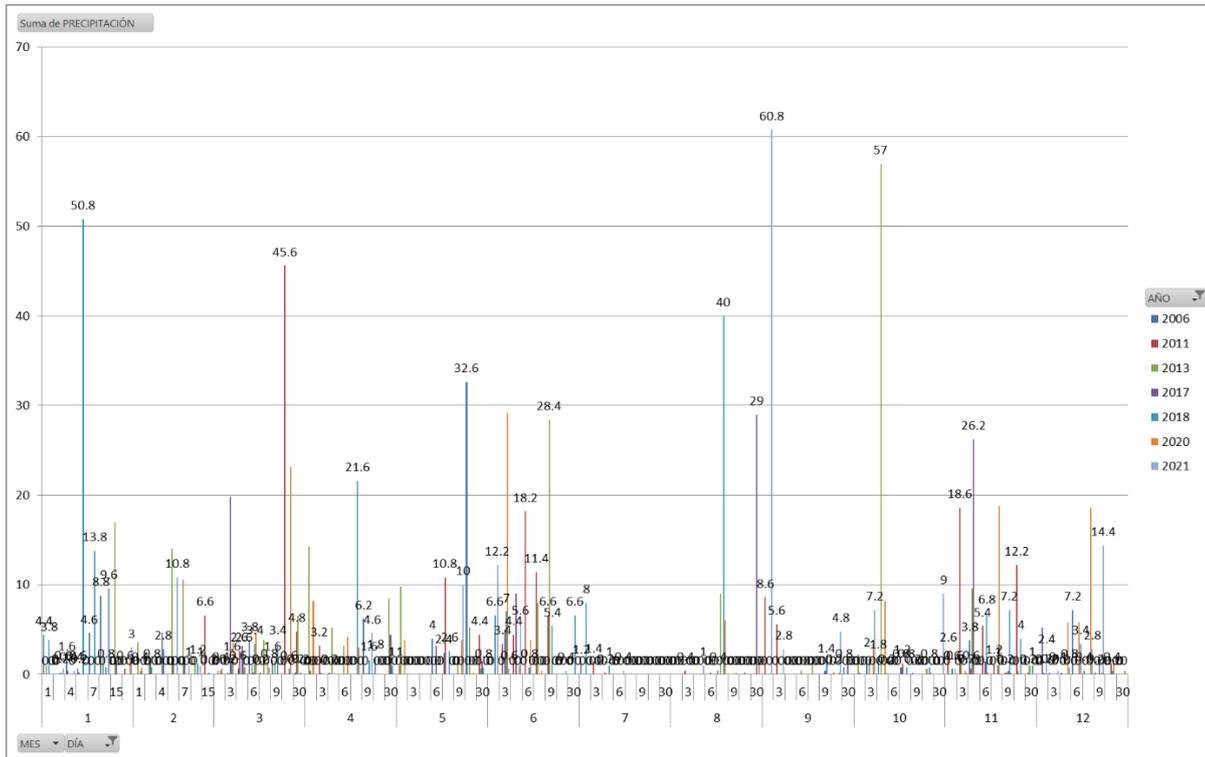


Figura 10. Precipitaciones máximas acumuladas diarias.

En primer término, se han seleccionado los 10 valores máximos de precipitación en 24 horas obteniéndose la siguiente tabla:

FECHA	Precipitación máxima 24 h. (mm)
01/09/2021	60,8
04/10/2013	57,0
06/01/2018	50,8
15/03/2011	45,6
07/08/2018	40,0
15/05/2006	32,6
03/06/2020	29,2
09/06/2013	28,4
30/08/2017	29,0
04/11/2017	26,2

Tabla 14. Precipitación máxima en 24 horas.

Para los 10 valores más altos se ha obtenido el pluviograma de ese día, que ha sido generado, lógicamente, por esa precipitación en 24 horas. En el **Anexo V** se han incluido los pluviogramas de forma tabular y gráfica.

Analizando detenidamente estos hietogramas, se puede observar que todos ellos, han sido producidos por temporales de una duración menor de un día, y que no siguen un patrón de distribución a lo largo del día. Si bien puede observarse que los temporales de invierno tienen una distribución uniforme a lo largo del día y que los temporales de verano se concentran en 2 h y con unas intensidades superiores

De cara al dimensionamiento de los órganos de alivio de la balsa, son estos últimos episodios los más desfavorables, puesto que el aliviadero tiene que evacuar un volumen considerable de agua que se presenta, más o menos, de forma súbita y que produce una sobreelevación del nivel considerablemente mayor que si la precipitación se presenta de forma gradual.

Por tanto, se selecciona como hietograma de diseño el correspondiente al episodio del 1 de septiembre de 2021 que se corresponde con la precipitación máxima en 24 horas del periodo seleccionado para el estudio. El evento se desarrolla en 3 horas (con dos pulsos de menor intensidad y de duración 1 h) y en las dos primeras se alcanza una punta de cerca de 10 mm durante 15 min. A continuación, se acompaña el gráfico del pluviograma.

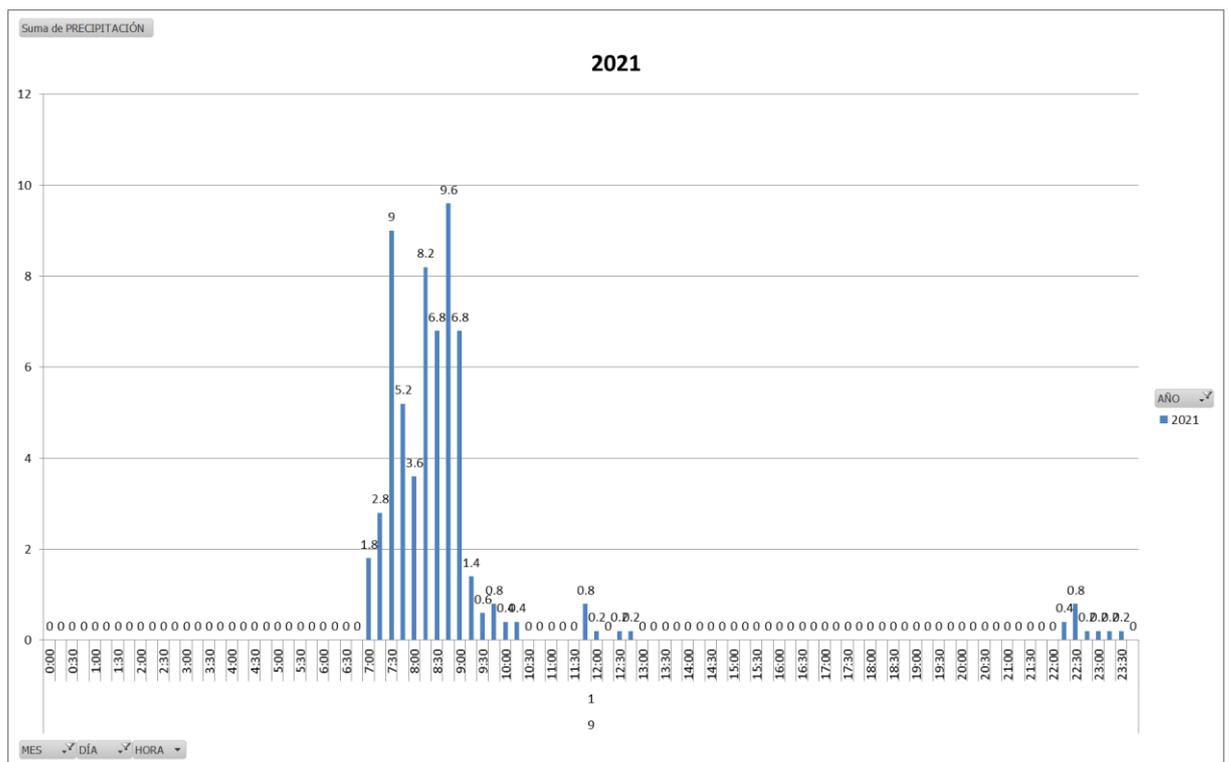


Figura 11. Hietograma de diseño

5.3. PLUVIOGRAMA PARA LOS DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO

Una vez definido el pluviograma pésimo, se obtendrá el pluviograma para los diversos periodos de retorno. El proceso será distribuir la precipitación máxima determinada para cada periodo de retorno a lo largo de las 24 horas. La obtención es muy simple, sin más que aplicar a este pluviograma la relación:

$$\frac{P_T \text{ (Precipitación máxima para cada } T\text{)}}{P_{24} \text{ (Precipitación 24 horas del hietograma de diseño)}}$$

En el **Anexo VI** se acompañan las precipitaciones quinceminutales de los hietogramas para los distintos periodos de retorno.

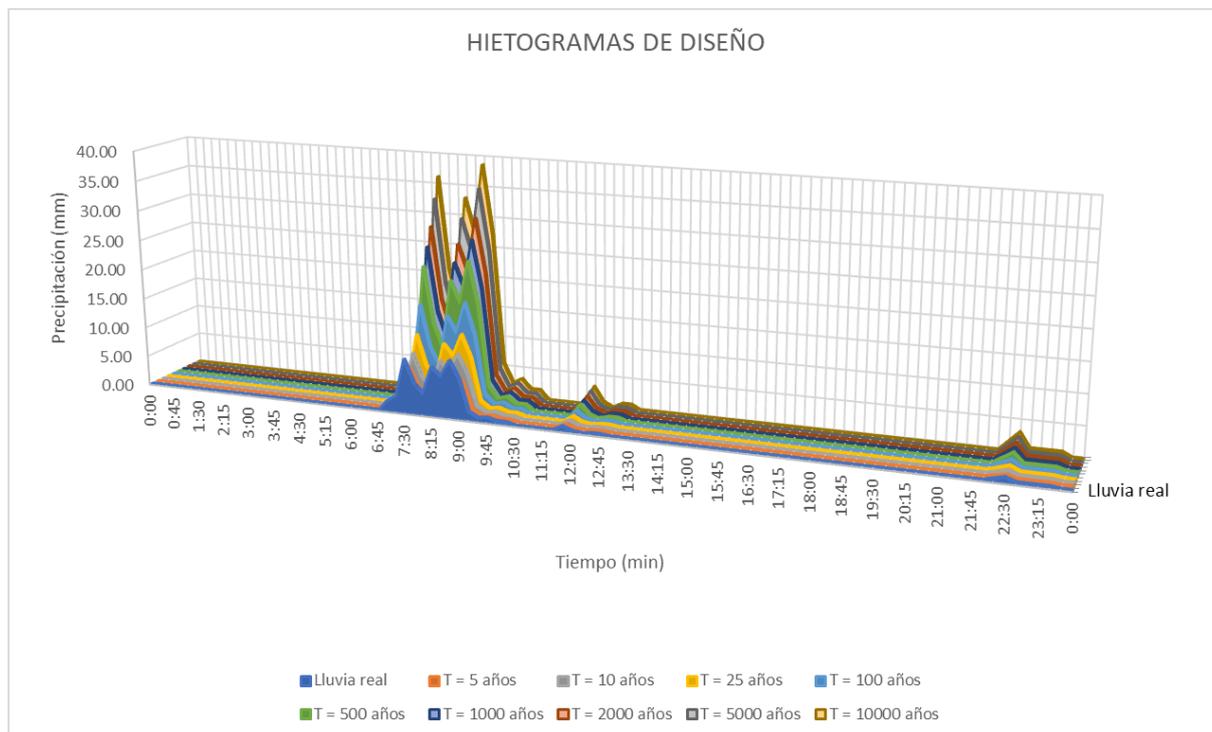


Figura 12. Hietograma para diversos periodos de retorno

5.4. HIDROGRAMAS DE AVENIDA

La balsa de Mostrakas se alimenta únicamente mediante la aportación exterior de caudales derivados del ramal del Canal de Navarra, no recibiendo aporte exterior alguno, excepto el producido por un evento meteorológico precipitado sobre la superficie de la balsa. Las aguas provenientes de la pequeña cuenca aportante localizada al norte de la balsa serán convenientemente drenadas hacia aguas abajo sin realizar aporte alguno al interior de la balsa. Por lo tanto, los hidrogramas de avenida empleados corresponderán únicamente a los generados sobre la superficie de la balsa a la cota NMN. A medida que sube el embalse, la superficie aumenta y, por tanto, la lluvia aplicaría a una superficie distinta en cada instante. Sin embargo, esta variación no se tiene en cuenta debido a que la magnitud de la punta de caudal aportada apenas supone una sobreelevación de la lámina de agua menor

de 0,04 m en el periodo de duración considerado (quince minutos), lo cual se correspondería con un incremento de superficie despreciable.

5.4.1. Avenida provocada por la precipitación sobre el espejo de agua

En el epígrafe anterior se ha determinado la distribución de la precipitación máxima para cada periodo de retorno a lo largo del día, según el hietograma típico pésimo. Esta precipitación, como ya se ha indicado, cae sobre el espejo de agua, con coeficiente de escorrentía 1 y produce un incremento de volumen en el embalse en el periodo en que se produce esa lluvia (en este caso se consideran intervalos de 15 min).

Por tanto, se puede obtener un hidrograma de avenida provocado por la lluvia en periodo quinceminutal.

$$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = \frac{P \text{ (l/m}^2\text{)} \times S \text{ (m}^2\text{)} \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{l)}}{15 \times 60 \text{ (s)}}$$

Como también se ha indicado antes, con el volumen de agua caído en el periodo, el nivel del embalse se eleva, aumentando ligera y paulatinamente la superficie y, por tanto, el volumen de agua en el siguiente periodo a contabilizar. En cuanto a la superficie, se ha considerado el embalse en su máximo nivel normal (474,00 msnm), que tiene una superficie de lámina de agua a esa cota de 21.867,46 m².

Procediendo tal como se ha explicado, se ha obtenido para cada periodo de retorno el hidrograma de avenida en el espejo del embalse. En el **Anexo VI** se acompañan los listados y, a continuación, se muestran los caudales máximos para cada periodo de retorno y la gráfica del hidrograma de avenida para cada periodo de retorno.

T (años)	Q (m ³ /s)
5	0,19
10	0,24
25	0,31
100	0,43
500	0,58
1000	0,66
2000	0,74
5000	0,85
10000	0,94

Tabla 15. Caudales punta en la balsa de Mostrakas

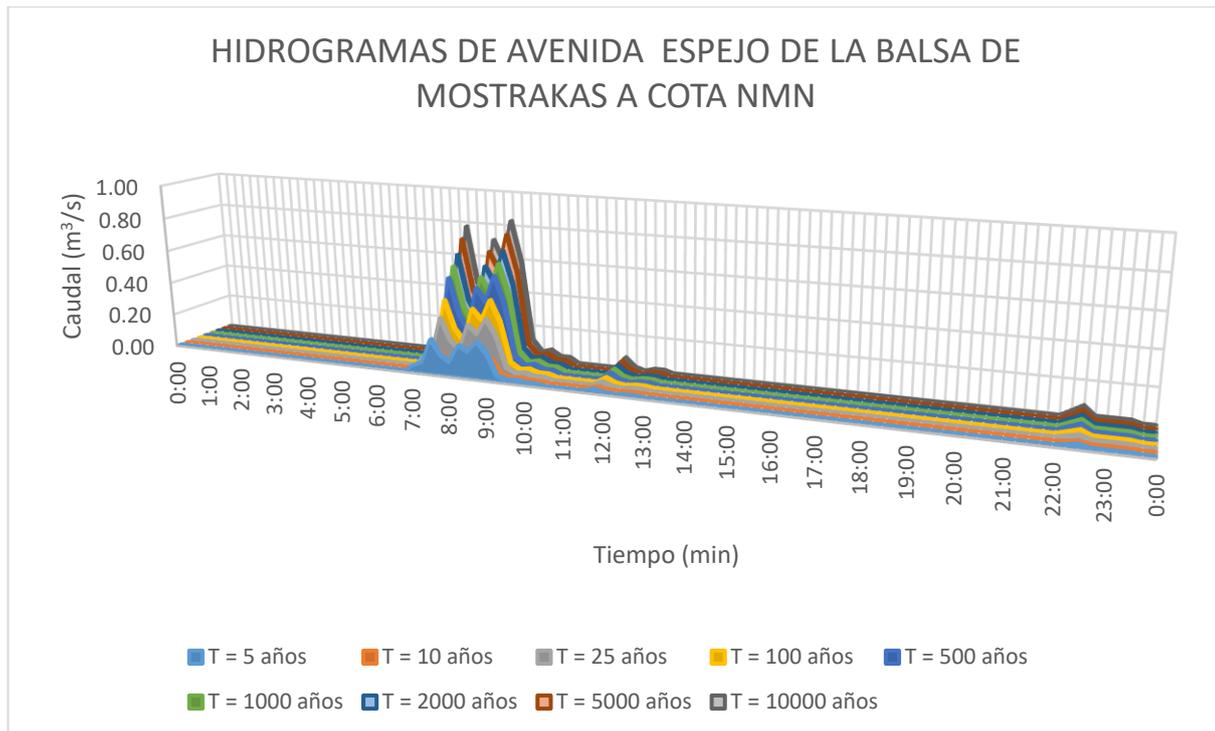


Figura 13. Hidrograma para diversos periodos de retorno

5.4.2. Caudal de alimentación a la balsa

El caudal de alimentación a la balsa que puede provocar una avenida, se producirá en el inicio del mes de máxima demanda de riego, cuando la balsa está al máximo nivel normal. No se trata del caudal máximo que puede llegar a la balsa, puesto que éste se dará cuando la balsa esté prácticamente vacía. En esta situación, la diferencia de piezométrica sería máxima y, por tanto, el caudal de llenado sin que haya maniobra con las válvulas, será máximo, pero no hay que olvidar que la balsa estará muy por debajo del nivel máximo normal.

Por tanto, el caudal máximo de llenado se dará en el inicio del mes de máxima demanda con la balsa al NMN que sería una situación inicial del comienzo de campaña que, accidentalmente, se prolongaría durante un día.

En estas condiciones el caudal que entra a la balsa, despreciando la subida del nivel de embalse hasta alcanzar el nivel de la avenida de proyecto es, según el modelo hidráulico que se ha recogido en el **Anejo nº 6** para el diseño de las conducciones, de 16,408 m³/s.

5.4.3. Caudal de avenidas de diseño

El caudal para cada una de las avenidas de diseño será la suma del que se produce en el espejo de agua de la balsa y el de llenado de la misma.

De acuerdo a los criterios de la nueva norma, próxima a publicarse, este caudal es sensiblemente mayor que el de la avenida extrema y, por tanto, será el de diseño del aliviadero.

Se han sumado los dos hidrogramas calculados en los apartados anteriores y se han obtenido los hidrogramas de avenida para los distintos periodos de retorno. Los listados tabulares se acompañan en el **Anexo VI** y, a continuación, se muestran las puntas para cada avenida y la gráfica del hidrograma.

T (años)	Q (m ³ /s)
5	16,63
10	16,67
25	16,73
100	16,83
500	16,96
1000	17,02
2000	17,08
5000	17,17
10000	17,24

Tabla 16. Caudales punta de las avenidas de diseño.

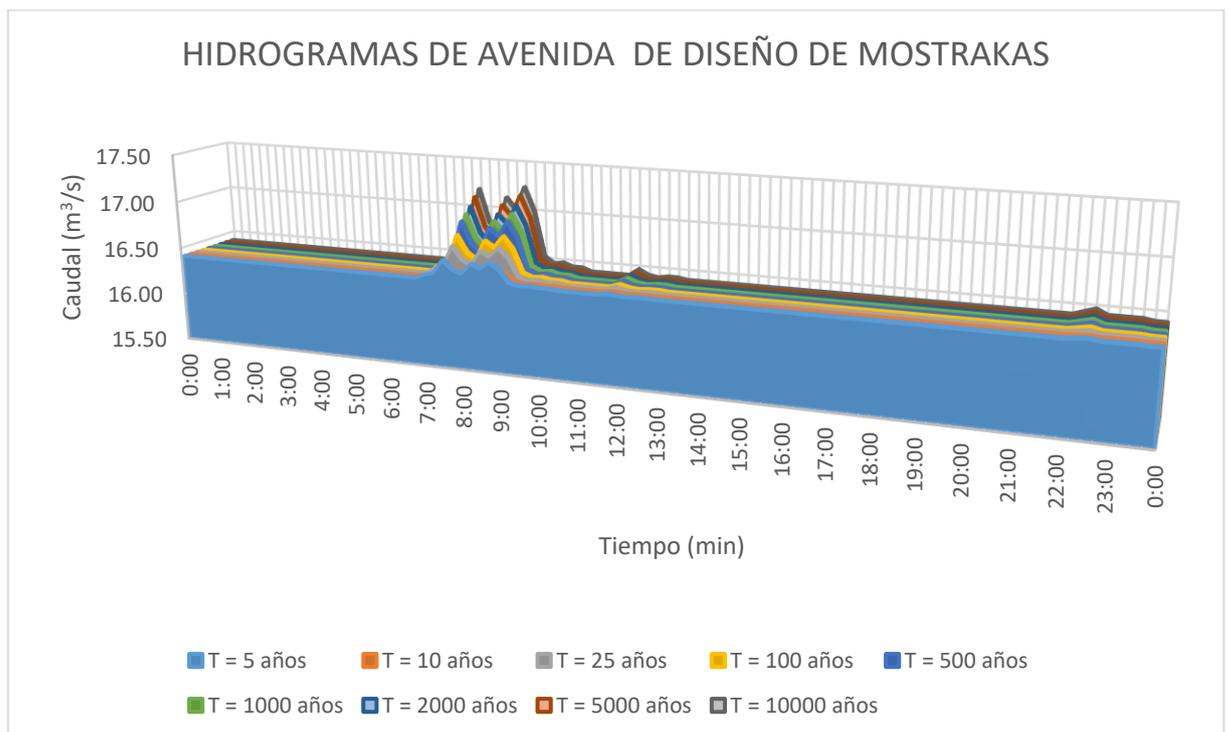


Figura 14. Hidrogramas de avenida de diseño

6. ESTUDIO DEL VIENTO

6.1. CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO EN EL EMBALSE

La variación de la velocidad del viento tiene un comportamiento similar al de las avenidas y los sismos y por tanto conviene determinar su magnitud para periodos de retorno similares. A tal efecto se recogen en la Guía Técnica los periodos de retorno recomendados por categoría de presa.

La citada guía especifica: “A falta de información específica se supondrán los siguientes valores para periodos de retorno correspondientes a las siguientes situaciones: frecuente, accidental y extrema:”

Categoría de la presa	Tipo de situación		
	Frecuente	Accidental	Extrema
A	100 (15)	1.000 (35,5)	10.000 (44,4)
B	10 (12)	500 (32,0)	5.000 (40)
C	1 (10)	200 (28,8)	500 (36)

Nota: Los valores entre paréntesis son las velocidades del viento en m/s que se pueden considerar según la Guía Técnica en ausencia de datos específicos.

Tabla 17. Periodos de retorno a considerar según el tipo de situación.

Con el fin de determinar el máximo oleaje en la balsa, se han analizado los datos relativos a velocidad y dirección de rachas de viento máximas en las estaciones seleccionadas como representativas.

Se dispone de las series de datos diarios de viento (velocidad (m/s) de las rachas de viento y direcciones (azimut °) del periodo de 2004 a 2020 en las estaciones climáticas de Olite, San Martín de Unx y Murillo el Fruto.

En base a los datos diarios se han obtenido los máximos mensuales del período [velocidad máxima mensual de la racha de viento (km/h) y azimut (°)].

En el **Anexo I.- Datos Estaciones** se incluyen los datos recopilados en las mencionadas estaciones.

6.2. DIRECCIÓN PREDOMINANTE

Se adjunta a continuación un cuadro resumen de las velocidades máximas registradas de las rachas de viento así como su dirección y fecha de ocurrencia.

Estación climática	Velocidad máxima de las rachas de viento (km/h)	Dirección de la racha de viento (°)	Fecha del evento de racha de viento máximo
Olite	76,25	300,3	24 de enero de 2009
San Martín de Unx	109,26	130,7	11 de noviembre de 2015
Murillo el Fruto	167,90	4,51	22 de julio de 2008

Tabla 18. Velocidad máxima del viento y su dirección correspondiente por estaciones. Balsa de Mostrakas.

El valor de la velocidad máxima registrada en la estación de Murillo el Fruto es muy elevado y se aleja sustancialmente del resto de registros de la propia estación. Además en ninguna de las estaciones próximas se registraron en ese día velocidades tan significativas. Por esta razón y con el fin de que la muestra adoptada sea representativa del viento en la zona para realizar el estudio este valor se sustituye por el siguiente valor máximo en ese año que es de 70,13 km/h.

En lo referente a las direcciones de viento máximas mensuales, se ha confeccionado una rosa de los vientos para las estaciones estudiadas. Una rosa de los vientos es un gráfico que da una visión de cómo la velocidad del viento y su dirección se distribuyen en un determinado emplazamiento, durante un período de tiempo específico. Es una representación muy útil porque resume gran cantidad de datos en un simple dibujo.

Para dibujar una rosa de los vientos el primer paso es organizar los datos de viento en una tabla de acuerdo con sus clases de dirección y velocidad. Cada celda de esta tabla contiene el número de eventos observados durante un período de tiempo determinado para una combinación específica de dirección y velocidad de la racha de viento.

Los datos se han representado en dieciséis (16) direcciones de 22,5°, ocho (8) de ellas llamadas primarias y las otras ocho (8) denominadas secundarias. Todas ellas se muestran en el siguiente Cuadro, indicándose el intervalo de ángulos asociados.

DIRECCIÓN	INTERVALO	
N	348,75	11,25
NNE	11,25	33,75
NE	33,75	56,25
ENE	56,25	78,75
E	78,75	101,25
ESE	101,25	123,75
SE	123,75	146,25
SSE	146,25	168,75
S	168,75	191,25
SSO	191,25	213,75
SO	213,75	236,25
OSO	236,25	258,75
O	258,75	281,25
ONO	281,25	303,75
NO	303,75	326,25
NNO	326,25	348,75

Tabla 19. Dirección del viento e intervalo de ángulos asociados.

En el **Anexo III.- Caracterización del Viento**, se recogen los datos y Rosa de los vientos elaborada para cada estación considerada.

Analizando los datos registrados en el entorno de la balsa de Mostrakas se puede decir que en lo que se refiere a las rachas de viento predominan las rachas dentro del intervalo $40 < v < 60$ km/h que representan entorno a un 70% de los casos estudiados. Respecto a las direcciones de las rachas de viento, se localizan mayoritariamente en el 4º cuadrante, entre las direcciones N y NNO, siendo la predominante la N ($348,75^\circ - 11,25^\circ$) para las estaciones de Olite y San Martín de Unx. En el caso de la estación de Murillo el Fruto las direcciones predominantes según los datos corresponden a ONO y ESE lo que no coincide con la tendencia general en la zona.

Este viento típico del valle del Ebro es el cierzo, que se origina por la presencia de un anticiclón en el mar Cantábrico y golfo de Vizcaya y una borrasca centrada en el Mediterráneo occidental. Con esta situación atmosférica se establece un flujo de aire desde las altas a las bajas presiones que se acelera e intensifica en sus rachas al encajonarse en el valle del Ebro. Su frecuencia es mayor en invierno y a comienzos de la primavera, épocas también en las que alcanza sus mayores velocidades. En la zona central de la Depresión del Ebro no son extrañas velocidades de viento de 100 km/h.

6.3. VELOCIDAD VIENTO DE DISEÑO EN TIERRA

Como parte de los estudios necesarios para llevar a cabo el dimensionamiento de las balsas deben realizarse estudios vectoriales de viento para lo cual a partir de los datos de rachas de viento se han calculado los valores máximos mensuales y anuales de las rachas de viento. La velocidad del viento tiene una variabilidad similar a la de las avenidas y los sismos, por lo que es conveniente determinar dicha velocidad para períodos de retorno

similares. A tal efecto y siguiendo la misma metodología descrita en el cálculo de la máxima precipitación diaria se ha obtenido el viento máximo asociado a diversos periodos de retorno. Cabe destacar que en este caso únicamente se ha utilizado el ajuste de Gumbel ya que como se ha comentado anteriormente el ajuste SQRT ETmax se desarrolló específicamente para el cálculo de máximas lluvias diarias y por tanto no es de aplicación en este caso.

En el **Anexo IV.- Viento de diseño** se incluye el cálculo realizado.

En la tabla que se expone a continuación se incluyen los resultados obtenidos en el estudio para todas las estaciones consideradas.

ESTIMACIÓN DE RACHA MÁXIMA (km/h) ASOCIADAS A CADA PERÍODO DE RETORNO SEGÚN EL AJUSTE DE GUMBEL			
T (Años)	OLITE	SAN MARTÍN	MURILLO
1	56.14	68.88	59.72
5	64.98	83.72	68.09
10	69.40	91.15	72.27
25	74.99	100.53	77.56
100	83.24	114.41	85.38
200	87.34	121.29	89.26
500	92.75	130.38	94.38
1000	96.84	137.24	98.25
2000	100.92	144.10	102.12
5000	106.32	153.17	107.23
10000	110.41	160.04	111.10
χ^2 muestral	0.23	2.08	0.29
Bondad	1.00	0.96	1.00

Tabla 20. Máxima racha de viento para distintos periodos de retorno. Balsa de Mostrakas.

Como puede observarse, en este caso la bondad de ajuste obtenida es máxima prácticamente en todas las estaciones estudiadas por ello se escogerá como valor de cálculo aquella que ofrezca valores mayores y por tanto esté más del lado de la seguridad.

En el entorno de la balsa de Mostrakas se tomarán como valores de cálculo las obtenidas en la estación de San Martín de Unx.

VELOCIDAD MÁXIMA DEL VIENTO EN EL ENTORNO DE LA Balsa DE MOSTRAKAS		
T (Años)	Km/h	m/s
1	68,88	19,13
5	83,72	23,26
10	91,15	25,32
25	100,53	27,93
100	114,41	31,78
200	130,38	36,22
500	137,24	38,12
1000	144,1	40,03
5000	153,17	42,55
10000	160,04	44,46

Tabla 21. Velocidades máximas calculadas. Balsa de Mostrakas.

6.4. VELOCIDAD DEL VIENTO DE DISEÑO SOBRE AGUA

La obtención de una estimación fiable de la velocidad de viento máxima, que existiría en un tiempo determinado y en un emplazamiento dado, es compleja. El procedimiento consiste en obtener un valor para la velocidad de viento por tierra y luego ajustarlo para representar la condición sobre el agua.

Siguiendo lo indicado en la Guía Técnica nº 2, el viento se definirá como un escalar, sin tener en cuenta la dirección de actuación del mismo, suponiendo en consecuencia que el máximo viento actúa en la dirección del máximo Fetch. Con esta suposición se estará siempre del lado de la seguridad en los cálculos que se realicen.

En la tabla que se ha mostrado en el epígrafe anterior se indican las velocidades máximas obtenidas para distintos periodos de retorno.

La velocidad del viento al nivel de la superficie del embalse difiere de la correspondiente al nivel de tierra y para tener en cuenta esta variación la Guía Técnica recomienda considerar la siguiente tabla publicada por el USBR en 1992:

	Velocidad del viento (m/s)									
	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
Sobre tierra	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
Sobre agua (F < 16 km)	2.4	4.8	4.2	9.6	11.2	12.7	14.3	15.6	17.1	18.0
Sobre agua (F ≥ 16 km)	3.3	5.6	7.5	9.6	11.2	12.7	14.3	15.6	17.1	18.0

Tabla 22. Relación entre la velocidad del viento sobre tierra y sobre agua.
Fuente: Guía técnica de Seguridad de Presas nº2.

Se ha utilizado la relación que hay entre velocidades sobre tierra y agua para la velocidad de 20 m/s y Fetch menor de 16 km (aunque no cambia si el Fetch es mayor de 16 km). Aplicando esta relación se obtiene la velocidad del viento sobre el agua:

EN LA Balsa DE MOSTRAKAS		
T (Años)	V calculada	V corregida
	m/s	m/s
1	19,13	17,64
5	23,26	20,93
10	25,32	22,79
25	27,93	25,14
100	31,78	28,60
200	36,22	32,60
500	38,12	34,31
1000	40,03	36,03
5000	42,55	38,30
10000	44,46	40,01

Tabla 23. Velocidades máximas calculadas y corregidas. Balsa de Mostrakas.

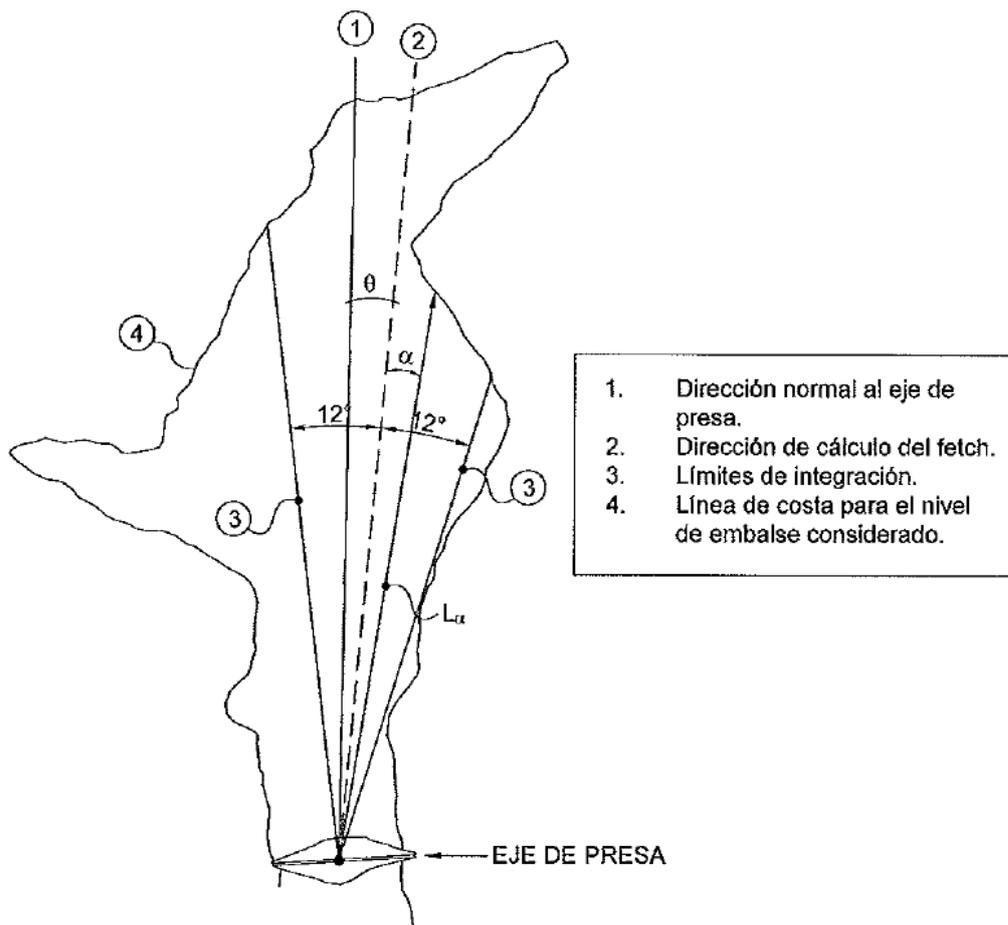
De acuerdo con lo expuesto en el apartado 5.1 los vientos característicos para el análisis de los resguardos en la balsa (de categoría C) son:

Viento	Periodo de retorno	Velocidad sobre agua	
		m/s	km/h
Frecuente	1	17,64	63,49
Accidental	200	32,60	117,36
Extrema	500	34,31	123,52

Tabla 24. Velocidad final vientos característicos

7. DETERMINACIÓN DEL FETCH

La Guía Técnica señala que el Fetch correspondiente al vaso de la Balsa de Mostrakas se puede definir mediante la expresión indicada en la Figura 3.7.1 de la Guía. Normalmente la integral que puede verse en dicha Figura, se determina mediante un cálculo incremental. En ese caso se recomienda usar valores del incremento del ángulo de igual amplitud y siendo como máximo $\Delta\alpha = 3^\circ$. El Fetch se obtendrá para diversas desviaciones del eje central de cálculo respecto a la normal a la coronación, ángulo θ en la Figura 3.7.1. De todos ellos se elegirá el mayor.



Fetch según la orientación θ

$$F(\theta) = \frac{1}{2\alpha_0} \int_{-\alpha_0}^{\alpha_0} L_\alpha \cdot d\alpha \quad ; \alpha_0 = 12^\circ$$

Fetch de cálculo

$$F = \max [F(\theta)]$$

Figura 3.7.1.- Definición del fetch de cálculo

Tabla 25. Figura 3.7.1 de la Guía – Definición del Fetch de cálculo.

Esta definición del Fetch de cálculo es la considerada actualmente por el Bureau of Reclamation. Consiste en construir nueve radios desde el punto de interés a intervalos de 3 grados y extender estos radios hasta que intersecten a la línea de costa en el lado opuesto del embalse. Se mide la longitud de cada radio y se promedia aritméticamente. Si bien se recomienda una separación de los radios de 3 grados, se puede utilizar cualquier otra separación angular pequeña. Este cálculo debe realizarse para varias direcciones (del radio central) en aproximación a la presa, incluida la dirección en la que el radio central es normal al eje de la presa y también la dirección en la que el haz de radios da como resultado el conjunto de radial más largo posible.

Debido a que la planta de la balsa de Mostrakas es de desarrollo completamente curvo, para obtener el Fetch pésimo, se han trazado perpendiculares al eje de coronación cada 0,5 metros, y posteriormente se han calculado las longitudes de las alineaciones resultantes. La longitud máxima es de 319,171 metros y se produce con una alineación con ángulo $238^{\circ} 13' 01.624690''$. En la siguiente imagen se han analizado todas las alineaciones posibles y se ha resaltado en amarillo la que produce el Fetch máximo.

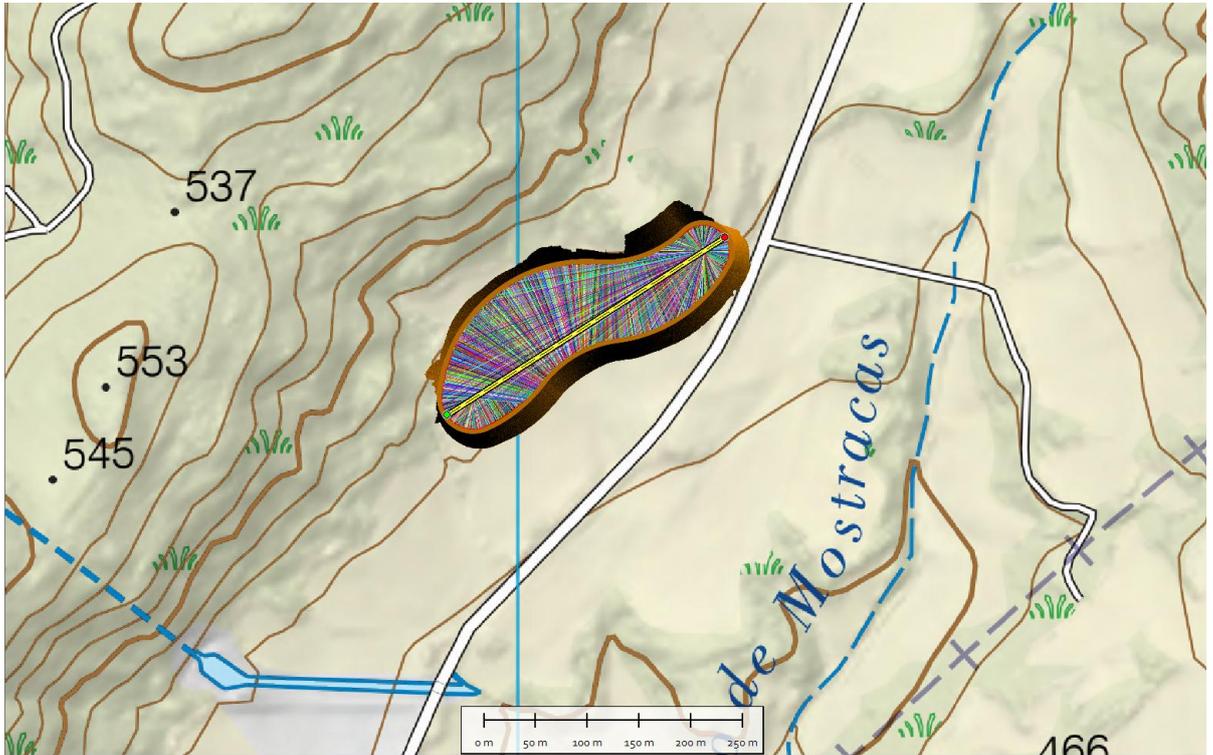


Tabla 26. Determinación del Fetch máximo.

La Guía Técnica señala que cuando el ángulo θ correspondiente al cálculo del Fetch máximo sea claramente distinto de cero (ver Figura 3.7.1.), conviene corregir la altura de ola significativa mediante la siguiente expresión:

$$H_{s,correctada} = H_s \cdot \cos \frac{\theta}{2}$$

de este modo se tiene en cuenta el efecto de la incidencia oblicua del oleaje.

En el caso de la balsa de Mostrakas, al no haber ninguna alineación recta en planta, todas las alineaciones que se han analizado son ortogonales (el ángulo θ es cero) por lo que no procede realizar esta corrección.

Según se ha visto en el estudio de vientos, la dirección de viento predominante se localiza mayoritariamente en el 4º cuadrante, entre las direcciones N y NNO, siendo la predominante la N ($348,75^{\circ} - 11,25^{\circ}$). El promedio del viento predominante es 0° . Se ha buscado el Fetch máximo alineado con esta dirección del viento.

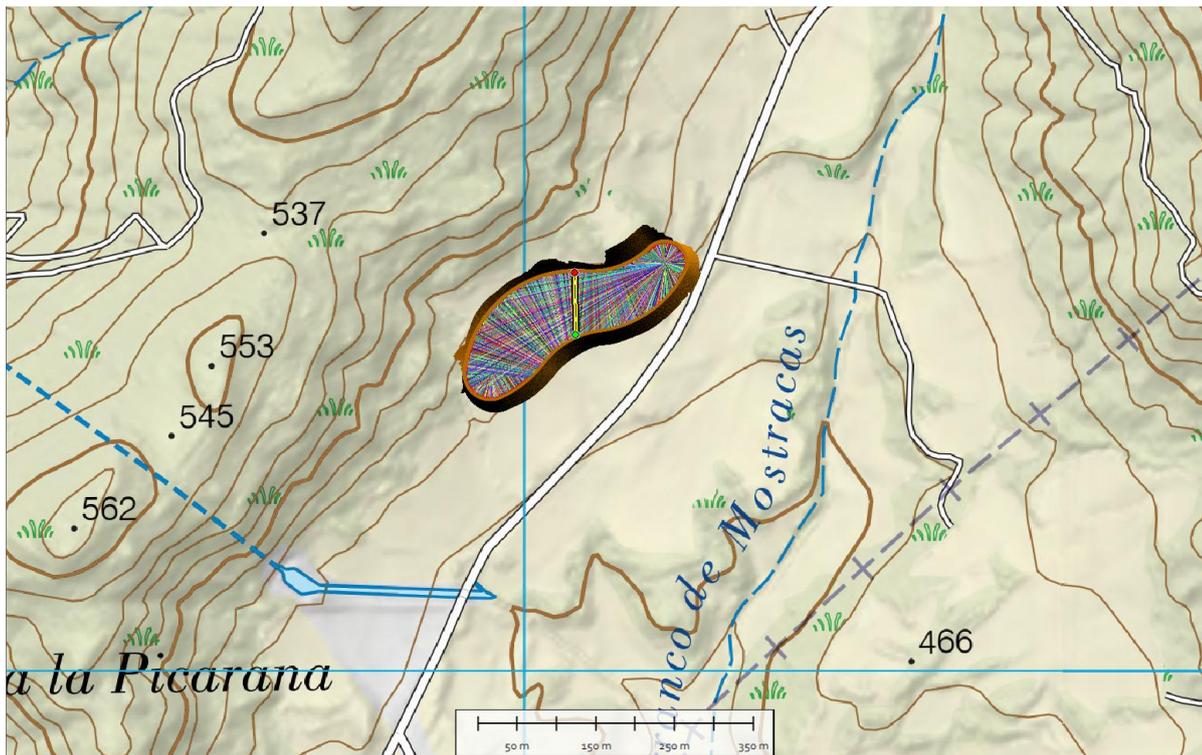


Tabla 27. Determinación del Fetch máximo alineado con la dirección de viento predominante.

Esta alineación que se ha representado en color amarillo en la figura anterior tiene dirección $0^{\circ} 01' 33.605477''$ y una longitud de 80,521 metros. Aunque este Fetch está alineado con la dirección de viento predominante, su longitud es muy inferior al calculado Fetch máximo, por lo que se adopta como Fetch de cálculo el máximo, con una longitud de 319,171 metros y se produce con una alineación con ángulo $238^{\circ} 13' 01.624690''$

8. ALTURA DE OLA Y REMONTE

8.1. TIEMPO NECESARIO PARA EL DESARROLLO DEL OLEAJE

La Guía Técnica señala que el oleaje en el embalse tarda un cierto tiempo en desarrollarse, el cual se recomienda estimar para cada situación del proyecto. En el caso de que el tiempo obtenido sea menor que 1 hora se podrá suponer que el oleaje estará totalmente desarrollado. Para calcular el tiempo necesario para el desarrollo del oleaje se siguen las indicaciones del USBR (1992) en las que se adopta la siguiente expresión:

$$t = \frac{F^{2/3}}{v^{0,41}}$$

siendo t = tiempo en horas, F = Fetch del embalse en km y v = velocidad del viento en m/s. Para la balsa de Mostrakas, con el Fetch adoptado de 0,319 km y para las velocidades de viento en las tres situaciones: extrema, accidental y frecuente, el tiempo obtenido de desarrollo del oleaje es el siguiente:

Viento	Periodo de retorno	Velocidad sobre agua	t	t
		m/s	horas	minutos
Frecuente	1	17,64	0,1440	8,63
Accidental	200	32,60	0,1119	6,71
Extrema	500	34,31	0,1096	6,58

En todos los casos el tiempo es inferior a una hora, por lo que el oleaje en la balsa de Mostrakas se puede considerar totalmente desarrollado.

8.2. SOBREELEVACIÓN ESTACIONARIA CREADA POR EL VIENTO

Durante un temporal de viento, aparte de oleaje puede producirse una sobreelevación estacionaria (meteorológica) del embalse que junto a la presa puede alcanzar cierta importancia y por tanto debe ser estudiada. Según se indica en la Guía Técnica esta sobreelevación del embalse puede ser estimada siguiendo las recomendaciones del USBR (1992), mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{v^2 \cdot F}{4.850 \cdot D}$$

donde:

S = sobreelevación [m]

v = velocidad del viento [m/s]

$F =$ Fetch expresado [km]

$D =$ calado medio del embalse [m]

En el caso de la balsa de Mostrakas el Nivel Máximo Normal (NMN) del embalse se sitúa a la cota 474 m s. n. m. y el Nivel Mínimo a la 467,5 m s.n.m. El nivel medio del embalse se situará a la cota $[474 - (474 - 467,5)/2] = 470,75$ m s. n. m., por lo que estando el fondo del embalse a la cota 467,5 m s. n. m., el calado medio del embalse será $D = 470,75 - 467,5 = 3,25$ m.

Para las tres situaciones analizadas y con un Fetch máximo en el embalse de 0,319 km, el valor de la sobreelevación estacionaria (meteorológica) creada por el viento en el embalse será:

Viento	Periodo de retorno	Velocidad sobre agua	Sobreelevación estacionaria
		m/s	metros
Frecuente	1	17,64	0,0063
Accidental	200	32,60	0,0208
Extrema	500	34,31	0,0238

8.3. ALTURA DE OLA CREADA POR EL VIENTO

Seguindo la Norma de diseño No.13 del USBR (2014) la altura de ola significativa (H_s) se calcula mediante la expresión:

$$H_s = 0,0245 \cdot F^{1/2} \cdot v \cdot (1,1 + 0,0156 \cdot v)^{1/2}$$

donde:

H_s = Altura de ola significativa (feet)

v = Velocidad del viento de diseño sobre agua (mi/h)

F = Fetch (mi)

Y como altura de ola para el diseño se utilizará la altura H_{10} :

$$H_{10} = 1,27 \cdot H_s$$

En el caso de la balsa de Mostrakas, para el Fetch adoptado ($F = 0,319 \text{ km} = 0,198 \text{ mi}$) y las velocidades de viento correspondientes a las situaciones extrema, accidental y frecuente, se obtienen las siguientes alturas de ola:

Viento	Periodo de retorno	Velocidad sobre agua	Velocidad sobre agua	Altura de ola significativa H_s	Altura de ola de diseño H_{10}	Altura de ola significativa H_s	Altura de ola de diseño H_{10}
		m/s	mi/h	feet	feet	m	m
Frecuente	1	17,64	39,45	0,5638	0,7160	0,11718	0,2182
Accidental	200	32,60	71,82	1,1655	1,4802	0,3553	0,4512
Extrema	500	34,31	76,75	1,2692	1,6119	0,3869	0,4913

8.4. PERÍODO CARACTERÍSTICO DEL OLAJE Y LONGITUD DE ONDA

La Guía Técnica establece que el oleaje estacionario descrito por la altura de ola significativa tiene un período que se rige por la siguiente expresión:

$$T = 0,556 \cdot v^{0,41} \cdot F^{1/3}$$

donde:

$T =$ período del oleaje [s]

$v =$ velocidad del viento [m/s]

$F =$ Fetch [km]

En el caso de la balsa de Mostrakas y para el Fetch adoptado ($F = 0,319 \text{ km}$) y las velocidades de viento correspondientes a las situaciones extrema, accidental y frecuente, se obtienen los siguientes períodos de oleaje:

Viento	Periodo de retorno	Velocidad sobre agua	Periodo de retorno del oleaje estacionario
		m/s	segundos
Frecuente	1	17,64	1,2325
Accidental	200	32,60	1,5747
Extrema	500	34,31	1,6191

La longitud de onda correspondiente a la ola significativa sería:

$$L = \frac{g}{2\pi} \cdot T^2$$

donde:

T = período del oleaje [s]

g = aceleración de la gravedad

En el caso de la balsa de Mostrakas y para el Fetch adoptado ($F = 0,319$ km) y los períodos de oleaje correspondientes a las situaciones extrema, accidental y frecuente, se obtienen las siguientes longitudes de onda:

Viento	Periodo de retorno	Periodo de retorno del oleaje estacionario	Longitud de onda de la altura de ola significativa
		segundos	metros
Frecuente	1	1,2325	2,3708
Accidental	200	1,5747	3,8702
Extrema	500	1,6191	4,0915

Los datos del período T y longitud de onda L calculados según la metodología aquí expresada corresponde a aguas cuyo calado sea mayor que la mitad de la longitud de onda. En este caso dicha hipótesis se cumple para la balsa en estudio.

8.5. ALTURA DEL REMONTE DE LA OLA POR EL PARAMENTO

La Guía Técnica establece:

Cuando el oleaje interfiere con el paramento inclinado de una presa de materiales sueltos, la ola rompe y remonta por el talud hasta una altura que depende de la inclinación del paramento, de la rugosidad y de la permeabilidad de la protección del paramento y de las características del oleaje.

Se define como altura de remonte, R, a la diferencia de cotas entre la correspondiente a la máxima altura alcanzada por el agua en su remonte por el paramento y la cota del agua del embalse sin agitación.

Cuando la protección del paramento externo está formada por un rip-rap de escollera cerrada, con granulometría continua se puede suponer que, junto al paramento, el remonte de la ola creada por el viento, según indica el USBR (1992) está relacionada con la altura de ola, H, mediante la expresión:

$$R = \frac{H}{0,4 + \left(\frac{H}{L}\right)^{0,5} \cdot \cot \alpha}$$

donde:

$R =$ remonte de la ola en un paramento con protección de rip-rap [m]

$H =$ altura de ola [m]

$L =$ longitud de onda [m]

$\alpha =$ ángulo con la horizontal del talud de aguas arriba de la presa

En el presente caso de la balsa de Mostrakas, el talud de aguas arriba de la presa 2H:1V ($\cot \alpha = 2$) dispone de una protección de rip-rap de piedra procedente de cantera. Por tanto, aplicando la expresión para el cálculo del remonte, se obtiene para las situaciones extrema, accidental y frecuente los siguientes valores:

Viento	Periodo de retorno	A Altura de ola de diseño H_{10}	Longitud de onda de la altura de ola significativa	Remonte de ola
		metros	metros	metros
Frecuente	1	0,1991	2,2236	0,2168
Accidental	200	0,4512	3,8702	0,4166
Extrema	500	0,4913	4,0915	0,4495

En el apéndice 9.4 se calculan los resguardos correspondientes a las sobreelevaciones calculadas en el presente apéndice.

9. SOBREELEVACIÓN OCASIONADA POR LA TORMENTA DE PROYECTO

Se ha calculado el nivel alcanzado en la balsa en caso de ocurrencia de un episodio de lluvia en el supuesto de encontrarse inicialmente llena hasta el NMN (474,00 m s.n.m.) y que tanto las compuertas de llenado y vaciado, como la válvula de cierre del desagüe de fondo se encuentren cerradas. Para ello se ha utilizado la información calculada Anexo VI de este mismo apéndice relativa al caudal del «Hidrograma sobre el espejo del embalse».

Por otro lado, para esta comprobación, se ha usado la superficie del espejo de agua a la citada cota de NMN, es decir 28.871 m². Calculando en cada intervalo de tiempo el incremento de volumen achacable al hidrograma entrante se infiere el correspondiente aumento de nivel.

Como se aprecia en la figura inferior los niveles máximos alcanzados son de 474,11 m s.n.m. para los 500 años de periodo de retorno, alcanzando los 474,16 m s.n.m. para el episodio de 10.000 años de periodo de retorno.

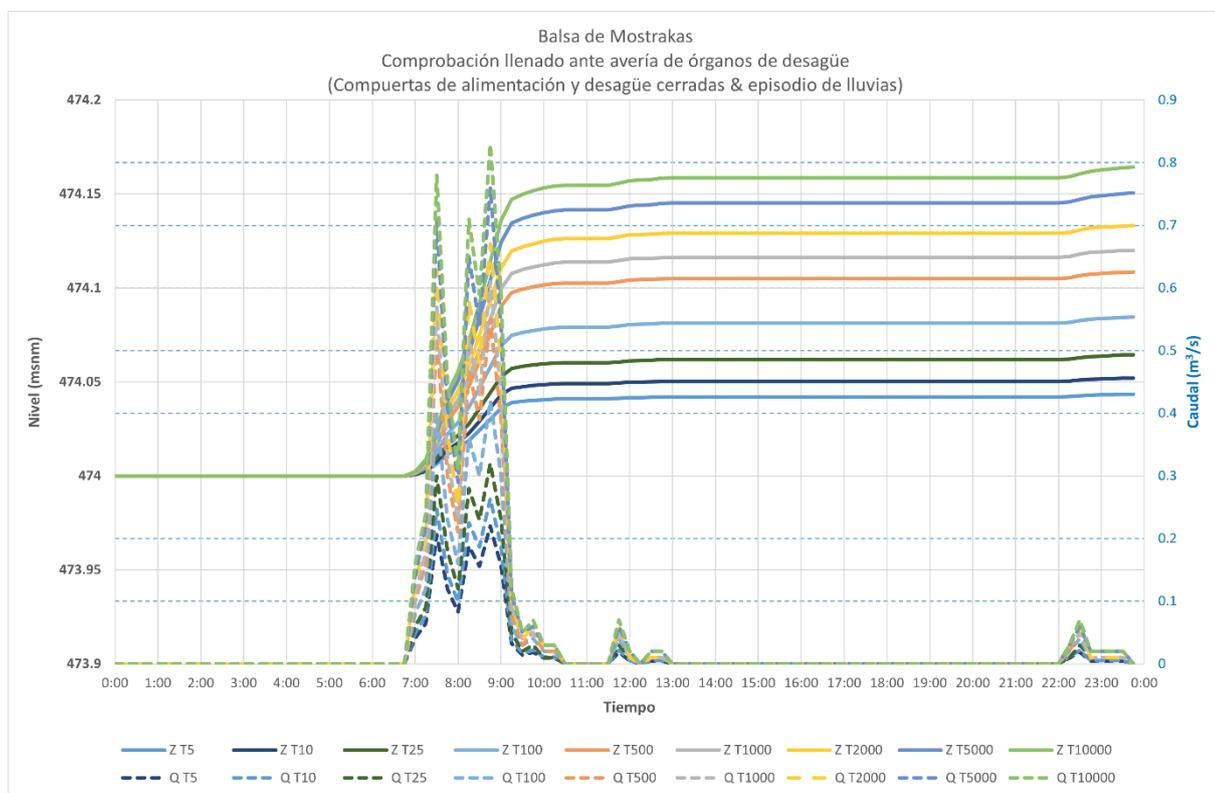


Tabla 28. Nivel del embalse alcanzado por la tormenta de proyecto.

Periodo de retorno (años)	T5	T10	T25	T100	T500	T1000	T2000	T5000	T10000
Sobreelevación (m)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16

Tabla 29. Sobreelevación producida por la tormenta de proyecto.

En el apéndice 9.4 se calculan los resguardos de esta sobreelevación en combinación con las sobreelevaciones correspondientes (meteorológica y remonte del oleaje).

ANEXO I.- DATOS ESTACIONES SELECCIONADAS

ESTACIONES SELECCIONADAS EN EL ENTORNO DE LA Balsa de MOSTRAKAS



Sistema de Información Agroclimática para el Regadío

NA104 11 Olite

Propiedad: Red Propia-Comunidad Foral de Navarra

Provincia: Navarra

Municipio: Olite/Erriberri

Paraje: Corraliza Ferrer

Cuenca: Ebro

Coordenadas

UTM X: 610025

UTM Y: 4697696

Huso: 30

Altitud: 397

Estado: Activa

Fecha Instalación: 01/06/1998

Última Calibración:

Fecha Último Dato: 15/04/2021



Norte



Sur



Este



Oeste

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	0	0	13.69	30.75	17.44	0.19	23.06	8.44	15.38	23.06	23.81	19.13
2005	2.44	8.81	1.31	9	41.63	33	0.19	5.81	22.69	22.13	26.06	9.56
2006	16.5	18.38	7.69	47.44	15	14.25	14.81	5.62	60.38	9.94	15.38	0.38
2007	7.5	10.5	31.31	46.31	14.44	2.81	0	12.75	25.13	34.69	9.75	3.38
2008	5.06	4.5	8.63	16.13	45.19	32.44	20.25	1.5	11.63	15.56	37.5	11.63
2009	21.56	8.81	14.06	27	12.56	26.44	9.38	9.75	48.19	27.94	34.88	14.81
2010	9.94	9.75	11.44	7.13	3.56	11.81	0.19	17.63	8.06	13.5	15.56	7.13
2011	8.81	24	34.13	8.81	20.25	18.19	0	0.19	0.38	3.38	9.56	1.69
2012	8.06	4.31	22.31	36.38	15.56	13.5	1.69	30.19	12.56	48.75	3	9.94
2013	14.63	21.56	13.31	17.25	20.44	25.31	25.69	3.56	9.19	30.94	9.75	6.38
2014	6.94	5.44	11.81	14.25	19.5	19.5	29.06	0	0	24.56	11.29	0.19
2015	0.56	0.38	20.25	14.25	3.75	19.8	6.19	6.19	5.81	16.69	22.69	1.69
2016	22.31	21.19	16.13	9.19	32.87	1.5	14.63	0.38	4.31	6.56	41.81	3.56
2017	3.56	13.13	38.25	2.44	15.94	22.13	3.94	13.5	38.63	9.38	10.69	8.44
2018	59.44	18.94	15.94	34.5	17.06	14.63	2.44	0.75	5.25	22.31	14.25	9.94
2019	11.63	16.5	0.94	11.44	30.56	17.44	87.9	4.5	8.6	13.8	33.8	17
2020	14.6	2.6	33.2	18.8	20	61.6	4.8	5.64	2.8	10	6.8	14.02
MAX	59.44	24	38.25	47.44	45.19	61.6	87.9	30.19	60.38	48.75	41.81	19.13

VELOCIDAD MÁXIMA (m/s) MENSUAL DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE OLITE												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	0	0	13.52	12.67	11.8	10.99	13.48	12.73	11.35	10.62	13.47	11.83
2005	14.39	18.27	14.68	13.26	12.48	12	10.89	11.51	13.51	12.49	13.76	16.58
2006	12.16	14.8	14.84	14.16	12.09	12.65	14.54	11.14	12.23	11.9	11.44	12
2007	13.8	15.33	14.93	13.79	11.51	10.01	11.59	12.02	15.3	13.95	17.56	13.99
2008	15.47	12.47	15.71	16.8	10.02	10.02	15.7	16.84	9.08	9.33	13.36	14.49
2009	21.18	14.38	15	13.59	14.79	11.07	13	14.84	9.8	12.01	12.98	13.01
2010	14.51	15.7	14.88	11.84	14.08	15.47	10.64	10.39	10.44	10.7	11.71	13.35
2011	15.27	12.55	15.19	11.72	12.08	13.43	11.74	11.32	11.06	12	13.15	12.54
2012	12.28	15.09	16.89	14.8	11.11	11.76	12.12	11.1	12.3	16.68	11.13	12.37
2013	16.52	14.78	14.07	13	11.26	12.61	12.49	10.36	10.51	10.14	15.69	13.35
2014	14.46	15.01	16.96	12.33	12.93	11.89	10.25	9.39	14.66	9.96	12.83	11.38
2015	13.6	18.38	15.21	16.72	11.86	8.88	10.48	12.18	9.5	13.26	14.89	11.99
2016	12.23	15.35	15.31	14.98	15.16	12.55	11.23	12.05	10.75	9.94	10.97	9.62
2017	14.49	15.81	14.22	14.32	11.08	15.61	11.05	11.9	11.7	11.68	12.75	14.77
2018	14.26	14.07	15.92	12.83	14.41	12.08	12.53	10.99	10.72	12.99	9.64	10.44
2019	15.09	14.98	14.94	13.6	12.68	13.12	12.26	11.81	12.01	8.23	8.6	13.54
2020	9.75	6.96	15.4	8.18	7.13	7.08	13	7.14	8.01	12.22	13.81	8.25
MAX	21.18	18.38	16.96	16.8	15.16	15.61	15.7	16.84	15.3	16.68	17.56	16.58

VELOCIDAD MÁXIMA (km/h) MENSUAL DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE OLITE												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0.00	0	48.672	45.612	42.48	39.564	48.528	45.828	40.86	38.232	48.492	42.588
2005	51.80	65.772	52.848	47.736	44.928	43.2	39.204	41.436	48.636	44.964	49.536	59.688
2006	43.78	53.28	53.424	50.976	43.524	45.54	52.344	40.104	44.028	42.84	41.184	43.2
2007	49.68	55.188	53.748	49.644	41.436	36.036	41.724	43.272	55.08	50.22	63.216	50.364
2008	55.69	44.892	56.556	60.48	36.072	36.072	56.52	60.624	32.688	33.588	48.096	52.164
2009	76.25	51.768	54	48.924	53.244	39.852	46.8	53.424	35.28	43.236	46.728	46.836
2010	52.24	56.52	53.568	42.624	50.688	55.692	38.304	37.404	37.584	38.52	42.156	48.06
2011	54.97	45.18	54.684	42.192	43.488	48.348	42.264	40.752	39.816	43.2	47.34	45.144
2012	44.21	54.324	60.804	53.28	39.996	42.336	43.632	39.96	44.28	60.048	40.068	44.532
2013	59.47	53.208	50.652	46.8	40.536	45.396	44.964	37.296	37.836	36.504	56.484	48.06
2014	52.06	54.036	61.056	44.388	46.548	42.804	36.9	33.804	52.776	35.856	46.188	40.968
2015	48.96	66.168	54.756	60.192	42.696	31.968	37.728	43.848	34.2	47.736	53.604	43.164
2016	44.03	55.26	55.116	53.928	54.576	45.18	40.428	43.38	38.7	35.784	39.492	34.632
2017	52.16	56.916	51.192	51.552	39.888	56.196	39.78	42.84	42.12	42.048	45.9	53.172
2018	51.34	50.652	57.312	46.188	51.876	43.488	45.108	39.564	38.592	46.764	34.704	37.584
2019	54.32	53.928	53.784	48.96	45.648	47.232	44.136	42.516	43.236	29.628	30.96	48.744
2020	35.10	25.056	55.44	29.448	25.668	25.488	46.8	25.704	28.836	43.992	49.716	29.7
MAX	76.25	66.17	61.06	60.48	54.58	56.20	56.52	60.62	55.08	60.05	63.22	59.69

DIRECCIONES DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE OLITE												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	-	-	352.2	58	350.8	336.1	304.9	294.8	9.5	305.8	315.1	351
2005	349.4	352.1	0.1	350.7	0.1	284	4.13	294.5	350.5	131.1	1.15	351.4
2006	0.67	278.1	347.6	0.1	74.8	13.44	279.5	351.1	81.2	289.2	132.4	6.25
2007	296.6	128.1	307	343.8	305.2	350.7	291.2	310	277.9	347	354.3	336.7
2008	304.5	136	9.71	305.2	113	8.54	298.2	297.4	335.9	304.7	344.9	8.55
2009	300.3	336	302.9	7.39	349.9	331.6	316.3	300.1	9.41	10.85	310.3	0.1
2010	336.6	124.3	346.8	352.6	351.1	278.8	311.7	0	338	304.8	305.8	342
2011	4.23	351.9	352	345.6	140	332.6	353.1	278.6	290.8	14.4	308.6	346.8
2012	334.4	344.6	2.79	316.9	343.7	354.5	345.3	0.77	320.5	303.7	352.9	332.5
2013	309.7	0.1	344.9	346.5	354.1	328.6	274.9	280.8	307.2	106.5	0	347.3
2014	304.8	301	315.5	129.6	7.01	126.4	123.9	0.1	82.4	0.1	122	2.6
2015	345.6	347.9	340.7	336	347.9	344.3	337	322.9	298.2	345.3	287.7	107.7
2016	266.7	338.5	335	194.6	329.9	330.5	352.8	0.1	297.4	108.8	352.6	333.7
2017	333.9	278.5	330.9	342	113.6	297.6	323.3	337	322.9	1.82	317.7	334.6
2018	338.2	324.8	318.2	114.6	337.7	326.6	329.2	336.7	345.3	325.6	354.4	329.3
2019	321.4	327.1	329.7	119.3	341.1	314.8	332.9	117.2	316.7	239.8	111.9	276.1
2020	339.9	319.3	288.5	193.4	278.4	335.3	176.8	337.6	324	118.8	124	287.4


NA06 07 San Martín de Unx

Propiedad: MINISTERIO

Provincia: Navarra

Municipio: San Martín de Unx

Paraje: La Canaliza

Cuenca: Ebro

Coordenadas

UTM X: 614036

UTM Y: 4707660

Huso: 30

Altitud: 444

Estado: Activa

Fecha Instalación: 09/10/2003

Última Calibración: 02/03/2021

Fecha Último Dato: 15/04/2021



Norte



Sur



Este



Oeste

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	17.2	16	15.4	40.2	13	2	26	11	231.6	20.2	107	16
2005	15.4	14	6	10	30	31.2	0	5.8	26.2	21	29.4	10.8
2006	14	18.2	11.2	59.4	12.6	20	13.4	5.2	59.8	8.2	15.2	7
2007	7.8	11.8	32.4	52.4	13	11.4	0.2	8.4	32.8	10.4	15.6	4.2
2008	6.4	6.2	12.6	15.6	43.6	32	16.2	4.6	2.2	13	24.4	12.8
2009	24.4	11.6	19	39.4	16.2	9.8	2.2	11.2	37.2	21	32.6	13
2010	12.8	9.6	12.4	10.6	13.8	23.8	5	0.8	3	16.8	10.5	8.6
2011	5.6	21.5	30.1	5.7	15.9	18.5	2.7	6.86	5.1	2.25	26.95	3.14
2012	6.96	5.59	22.83	33.81	12.74	0.1	1.27	15.39	13.62	28.62	26.07	5.29
2013	23.13	22.15	15.88	11.47	18.33	32.83	0.1	1.18	4.51	35.08	12.05	8.47
2014	6.53	8.51	11.98	13.96	19.8	8.22	13.36	8.32	31.78	2.87	51.38	12.87
2015	37.82	26.04	30.2	22.18	4.55	75.2	9.49	9.08	28.13	18.24	30.75	1.26
2016	24.44	41.52	16.39	7.08	42.39	8.83	19.21	0.78	11.35	7.86	33.47	3.4
2017	7.08	14.74	39.01	11.29	14.16	41.78	1.09	12.28	30.89	26.43	13.17	7.92
2018	74.1	21.09	17.92	31.68	45.96	19.09	9.29	0.1	15.35	11.31	11.82	9.39
2019	10.4	14.04	2.02	8.98	34.17	13.57	83.7	8.91	6.83	11.58	25.44	18.22
2020	26.83	0.59	22.87	19.16	14.55	7.52	4.85	12.97	4.26	12.08	12.18	13.17
MAX	74.1	41.52	39.01	59.4	45.96	75.2	83.7	15.39	231.6	35.08	107	18.22

VELOCIDAD MÁXIMA (m/s) MENSUAL DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE SAN MARTÍN DE UNX												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	18.78	14.5	18.34	18.07	16.26	16.94	18.25	12.79	15.45	11.02	17.41	16.34
2005	21.34	20.74	18.03	15.96	13.18	14.5	14.49	14.27	15.48	13.91	16.57	21.21
2006	18.49	17.97	20.58	19.24	15.64	17.73	15.71	15.36	12.19	14.8	13.22	16.34
2007	14.9	17.59	15.9	15.58	14.18	13.4	16.04	17.93	17.15	17.92	21.87	17.42
2008	18.06	11.97	21.9	17.43	13.45	15.12	17.54	16.8	15.58	15.61	20.11	17.14
2009	20.75	20.06	16.4	16.94	18.44	13.9	15.57	17.91	13.27	17.41	14.61	17.72
2010	20.75	15.46	19.02	15.04	17.19	15.35	13.59	16.2	13.6	15.26	13.91	18.82
2011	17.44	16.82	16.66	17.94	14.65	18.83	16.97	15.72	15.87	16.47	13.82	17.59
2012	14.15	20.15	21.04	17.65	14.76	14.84	16.01	16.94	16.97	16.48	13.31	17.54
2013	19.08	14.63	14.71	15.05	15.78	16.28	12.45	15.25	11.91	14.4	19.99	19.38
2014	12.86	16.51	20.97	16.12	15.72	16.81	12.46	13.34	13.58	11.21	13.45	18.65
2015	16.6	20.97	17.22	16.61	16.17	16.27	15.58	13.47	11.95	16.9	30.35	12.02
2016	12.27	18.04	19.63	17.1	14.06	16.51	14.71	15.92	12.36	14.23	15.43	12.68
2017	16.53	15.45	16.52	15.65	15.11	14.2	14.15	14.92	14.45	16.43	15.83	16.36
2018	15.44	17.59	15.67	13.53	16.83	15.99	15.95	14.01	11.98	16.71	10.77	11.5
2019	14.85	13.75	17.29	12.62	16.32	15.58	18.1	13.74	14.39	12.79	12.67	12.9
2020	20.44	13.91	16.6	14.59	13.26	14	12.97	12.72	15.05	14.08	12.98	13.01
MAX	21.34	20.97	21.9	19.24	18.44	18.83	18.25	17.93	17.15	17.92	30.35	21.21

V. MÁXIMA (km/h) MENSUAL DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE SAN MARTÍN DE UNX												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	67.61	52.2	66.024	65.052	58.536	60.984	65.7	46.044	55.62	39.672	62.676	58.824
2005	76.82	74.664	64.908	57.456	47.448	52.2	52.164	51.372	55.728	50.076	59.652	76.356
2006	66.56	64.692	74.088	69.264	56.304	63.828	56.556	55.296	43.884	53.28	47.592	58.824
2007	53.64	63.324	57.24	56.088	51.048	48.24	57.744	64.548	61.74	64.512	78.732	62.712
2008	65.02	43.092	78.84	62.748	48.42	54.432	63.144	60.48	56.088	56.196	72.396	61.704
2009	74.70	72.216	59.04	60.984	66.384	50.04	56.052	64.476	47.772	62.676	52.596	63.792
2010	74.70	55.656	68.472	54.144	61.884	55.26	48.924	58.32	48.96	54.936	50.076	67.752
2011	62.78	60.552	59.976	64.584	52.74	67.788	61.092	56.592	57.132	59.292	49.752	63.324
2012	50.94	72.54	75.744	63.54	53.136	53.424	57.636	60.984	61.092	59.328	47.916	63.144
2013	68.69	52.668	52.956	54.18	56.808	58.608	44.82	54.9	42.876	51.84	71.964	69.768
2014	46.30	59.436	75.492	58.032	56.592	60.516	44.856	48.024	48.888	40.356	48.42	67.14
2015	59.76	75.492	61.992	59.796	58.212	58.572	56.088	48.492	43.02	60.84	109.26	43.272
2016	44.17	64.944	70.668	61.56	50.616	59.436	52.956	57.312	44.496	51.228	55.548	45.648
2017	59.51	55.62	59.472	56.34	54.396	51.12	50.94	53.712	52.02	59.148	56.988	58.896
2018	55.58	63.324	56.412	48.708	60.588	57.564	57.42	50.436	43.128	60.156	38.772	41.4
2019	53.46	49.5	62.244	45.432	58.752	56.088	65.16	49.464	51.804	46.044	45.612	46.44
2020	73.58	50.076	59.76	52.524	47.736	50.4	46.692	45.792	54.18	50.688	46.728	46.836
MAX	76.82	75.49	78.84	69.26	66.38	67.79	65.70	64.55	61.74	64.51	109.26	76.36

DIRECCIONES DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE SAN MARTÍN DE UNX												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	321.3	8.08	340.6	352.3	343.5	347.6	338.7	353.9	347.1	79	1.88	347.7
2005	346.9	340.3	328.8	0.56	330.7	308.4	339.6	334.6	350.8	122.2	6.96	318.4
2006	2.73	345.5	340.8	340.9	0.09	332.7	340.3	350.9	344.5	304.3	300.7	338.7
2007	350.2	348.2	22.02	147.1	351.6	28.49	331.2	4.79	2.63	336.4	6.87	342.5
2008	354.3	132	335.9	342.3	350	5.54	354.3	352.1	342.8	354.1	340.8	0.19
2009	301.5	343	343.8	0	351.5	354.2	350	346.1	1.88	323.9	338.3	341.2
2010	343.7	114.1	347	5.26	344.1	348	347.2	354.2	0	326.1	317.3	336.2
2011	340.9	0.19	333	352.8	351.3	354.1	322.9	0.47	336	0.09	337.6	348.9
2012	305.3	0.66	321.6	319.8	342.2	0.09	8.74	13.43	347.2	333	345.4	327.9
2013	332.2	354.2	335.1	6.21	351.3	354.1	0.09	353.3	270.1	0	14.02	354.1
2014	309.9	31.61	8.94	339.9	334.3	347	327.9	341.6	200	345.1	107	0
2015	344.7	350	329.1	0.56	330.7	346.6	351.2	344.9	6.96	335.2	130.7	136.1
2016	270.4	317.8	347.5	342.4	348.7	354.8	11.83	331.6	338.6	4.7	0	4.04
2017	341.7	2.82	340.7	8.65	347	299.9	321.3	336.7	0	0.09	341.8	1.5
2018	344.1	2.35	4.14	319.8	338.2	331.3	348.4	354.7	0.38	0.28	326.1	354.7
2019	354.6	345.5	353.4	331.7	0	351.5	0.28	8.08	352.6	340.6	331.7	340.3
2020	351.6	320.7	344	341.5	3.95	2.82	351.7	339.7	1.32	129	4.33	346



Sistema de Información Agroclimática para el Regadío

NA07 13 Murillo el Fruto

Propiedad: MINISTERIO

Provincia: Navarra

Municipio: Murillo el Fruto

Paraje: El cascajo

Cuenca: Ebro

Coordenadas

UTM X: 624531

UTM Y: 4693630

Huso: 30

Altitud: 345

Estado: Activa

Fecha Instalación: 09/10/2003

Última Calibración: 24/02/2021

Fecha Último Dato: 15/04/2021



Norte



Sur



Este



Oeste

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	17.2	11.6	16.4	37.2	9.6	0.6	29.8	10.2	21.8	22.8	18.8	23
2005	3.8	5.8	2.2	7.8	25.4	30.8	15.4	5.2	0	0	3.6	9
2006	10.8	11.8	5.2	46	25.6	16.8	31.8	5.8	42.4	8	14.6	6.2
2007	7.2	12.4	29.8	47.4	12.8	7.4	1.6	7.2	7.6	19.8	7.4	6.6
2008	9	6.4	11	10.8	33.86	31.6	20	2.6	11.4	30.4	34.2	15.2
2009	20.6	6.6	17	1.6	16.4	4.2	10.8	4.8	17	49	31	11
2010	10	8.2	9.6	56.6	15.4	8	23.8	0.2	0	6.6	14.2	8.4
2011	9	23.4	50.8	1.6	12.4	27.8	4	2.96	16.35	5.52	11.82	5.12
2012	3.74	4.92	22.26	21.08	22.66	12.8	0.2	4.55	11.09	56.63	17.82	3.76
2013	15.25	23.56	11.88	14.45	21.19	24.16	5.74	11.29	17.42	47.3	10.5	7.11
2014	9.09	5.08	21.21	10.76	10.3	7.07	36.4	45.2	33.8	33.6	36	68.8
2015	50.4	32.6	52.6	17.8	3	16.2	5.8	5.94	11.22	5.92	27.74	0.41
2016	24.89	16.88	21.51	10.25	14.67	2.01	8.04	1.41	13.27	7	36.46	4.68
2017	4.88	7.22	34.71	8.19	8.39	24.18	2.54	14.04	10.53	20.28	6.04	6.82
2018	15.99	16.18	13.54	32.31	32.31	29.16	14.77	50.63	16.55	24.43	12.21	9.65
2019	9.65	19.9	1.58	11.4	40.98	10.83	21.28	7	6.6	15.6	28.8	16.4
2020	12	0.8	33.6	54	18	21.2	3.4	7	5	14.8	21	14.8
MAX	50.4	32.6	52.6	56.6	40.98	31.6	36.4	50.63	42.4	56.63	36.46	68.8

V MÁXIMA (m/s) MENSUAL DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE MURILLO EL FRUTO												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	16.91	17.24	13.09	12.52	13.47	14.78	20.68	13.1	12.2	10.47	15.14	14.62
2005	16.18	16.18	14.2	14.69	12.66	15.14	15.3	12.29	13.49	13.07	11.98	16.14
2006	12.03	12.92	15.61	17.18	14.23	13.5	18.8	12.6	14.82	14.36	12.5	13.24
2007	12.83	15.91	15.67	15.62	11.95	10.89	13.36	12.26	10.36	11.92	17.58	13.21
2008	18.59	12.88	17.67	19.48	13.36	12.76	46.64	14.4	11.51	10.48	13.4	13.9
2009	19.38	12.64	16.21	14.56	12.81	11.82	13.63	12.6	8.18	10.04	10.73	11.84
2010	13.55	16.88	15.97	12.56	14.02	15.3	12.82	9.55	8.52	12.33	11.17	11.95
2011	13.24	13.01	14.12	12.07	13.29	13.12	11.77	10.02	10.01	11.11	12.04	8.76
2012	10.64	13.28	14.2	19.46	12.69	15.35	13.35	9.47	13.73	13.02	9.67	11.25
2013	14.43	12.69	16.11	13.93	12.64	13.05	13.62	12.96	13.01	11.35	14.74	11.8
2014	14.21	14.52	16.2	12.92	11.51	14.57	12.17	10.56	12.11	10.57	15.82	14.05
2015	14.47	16.5	13.99	12.02	12.14	11.86	13.97	13.27	11	11.4	16.15	11.71
2016	12.3	16.59	12.89	12.29	13.77	14.48	11.01	12.15	9.95	9.61	9.43	9.23
2017	12.5	16.29	13.3	14.15	10.68	17.33	11.56	11.04	11.27	10.43	12.05	13.04
2018	12.64	13.93	14.86	11.25	12.23	14.82	15.12	16.9	9.91	12.33	10.23	8.61
2019	13.75	12.44	11.28	12.35	11.65	11.8	12.31	12.24	10.6	12.29	11.41	16.16
2020	16.28	9.43	17.3	13.91	9.54	10.91	10.34	11.33	10.34	12.94	10.85	12.16
MAX	19.38	17.24	17.67	19.48	14.23	17.33	46.64	16.9	14.82	14.36	17.58	16.16

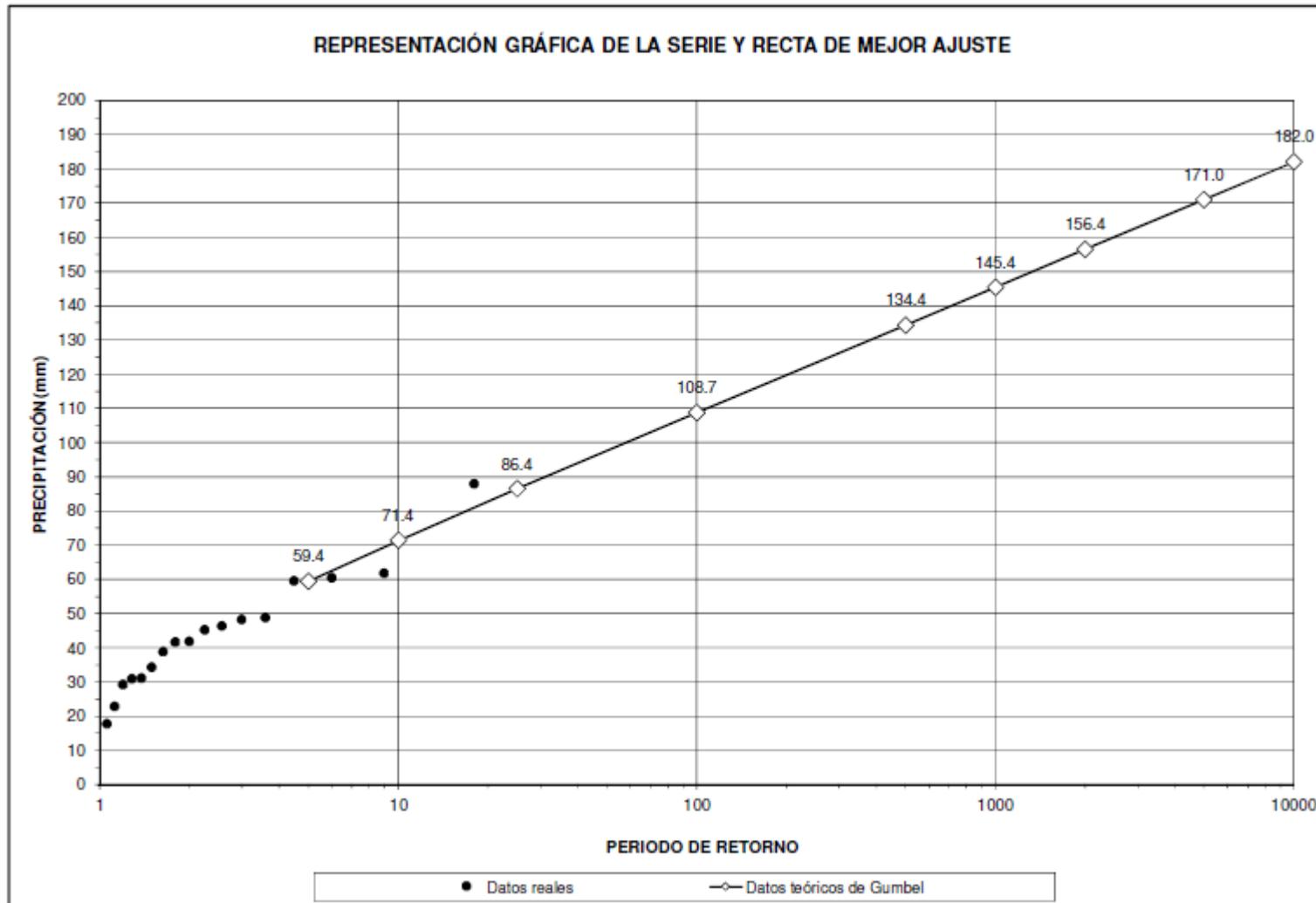
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h) MENSUAL DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE MURILLO EL FRUTO												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	60.88	62.064	47.124	45.072	48.492	53.208	74.448	47.16	43.92	37.692	54.504	52.632
2005	58.25	58.248	51.12	52.884	45.576	54.504	55.08	44.244	48.564	47.052	43.128	58.104
2006	43.31	46.512	56.196	61.848	51.228	48.6	67.68	45.36	53.352	51.696	45	47.664
2007	46.19	57.276	56.412	56.232	43.02	39.204	48.096	44.136	37.296	42.912	63.288	47.556
2008	66.92	46.368	63.612	70.128	48.096	45.936	167.904	51.84	41.436	37.728	48.24	50.04
2009	69.77	45.504	58.356	52.416	46.116	42.552	49.068	45.36	29.448	36.144	38.628	42.624
2010	48.78	60.768	57.492	45.216	50.472	55.08	46.152	34.38	30.672	44.388	40.212	43.02
2011	47.66	46.836	50.832	43.452	47.844	47.232	42.372	36.072	36.036	39.996	43.344	31.536
2012	38.30	47.808	51.12	70.056	45.684	55.26	48.06	34.092	49.428	46.872	34.812	40.5
2013	51.95	45.684	57.996	50.148	45.504	46.98	49.032	46.656	46.836	40.86	53.064	42.48
2014	51.16	52.272	58.32	46.512	41.436	52.452	43.812	38.016	43.596	38.052	56.952	50.58
2015	52.09	59.4	50.364	43.272	43.704	42.696	50.292	47.772	39.6	41.04	58.14	42.156
2016	44.28	59.724	46.404	44.244	49.572	52.128	39.636	43.74	35.82	34.596	33.948	33.228
2017	45.00	58.644	47.88	50.94	38.448	62.388	41.616	39.744	40.572	37.548	43.38	46.944
2018	45.50	50.148	53.496	40.5	44.028	53.352	54.432	60.84	35.676	44.388	36.828	30.996
2019	49.50	44.784	40.608	44.46	41.94	42.48	44.316	44.064	38.16	44.244	41.076	58.176
2020	58.61	33.948	62.28	50.076	34.344	39.276	37.224	40.788	37.224	46.584	39.06	43.776
MAX	69.77	62.06	63.61	70.13	51.23	62.39	167.90	60.84	53.35	51.70	63.29	58.18

DIRECCIONES DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE MURILLO EL FRUTO												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	1.32	271.7	302.3	36.37	319	302	315.5	297	230.8	126.1	336	31.39
2005	331.8	344.2	328.4	316.1	270.7	120.4	228.1	290.8	346.1	116.8	316.2	328.9
2006	316.7	345.6	347.9	307.8	285.6	334	235.3	323.4	120.1	131.7	120.3	308.7
2007	292.1	118.2	342.7	323	302.5	313.4	123.2	111.6	301.2	32.53	334.2	302.7
2008	300.4	109.4	329.1	307	112.8	31.67	4.51	325.1	280.7	316.9	127.3	352.9
2009	288.6	290.6	281	112.2	346.8	296.1	84.3	284.8	108.3	287.5	286.6	117.5
2010	276.9	115	38.58	121.6	320.7	336.7	80.8	55.66	290	251.7	283.2	308.6
2011	353	337.1	327.8	328.3	101.8	313.3	321.2	124.8	301.2	94.8	112.4	278.7
2012	277.6	270.1	305.7	315.6	282.6	319.1	287.5	99.5	217.2	118.2	138.7	111.1
2013	290.4	297.8	180.8	313.1	342.7	306.9	295.9	275.9	257.5	253.8	36.36	119.2
2014	309.5	332.2	266.8	146.3	335.8	168.9	118.5	59.82	288.3	104.4	108.3	328.2
2015	320.2	347.1	341.8	319.2	351.1	243	242.2	305.8	247.3	295.4	335.5	123.3
2016	272.1	279	332.6	292.4	274.7	311.4	291.2	319.3	107.2	104.9	125.4	335.4
2017	352	286.8	328.1	335.5	124.6	335.1	340.2	294.9	311.5	316.2	334.3	316.4
2018	337.8	344.6	313.9	209.3	322.5	113.6	274.6	288.3	301.2	285.8	265.9	307.1
2019	295.8	283.2	354.9	124.1	295.2	115	307.5	271.1	111.7	286.1	291.8	290.2
2020	32.35	328.1	283.3	252.1	29.98	322.8	276.3	346.4	284.1	107.4	103.6	283.2

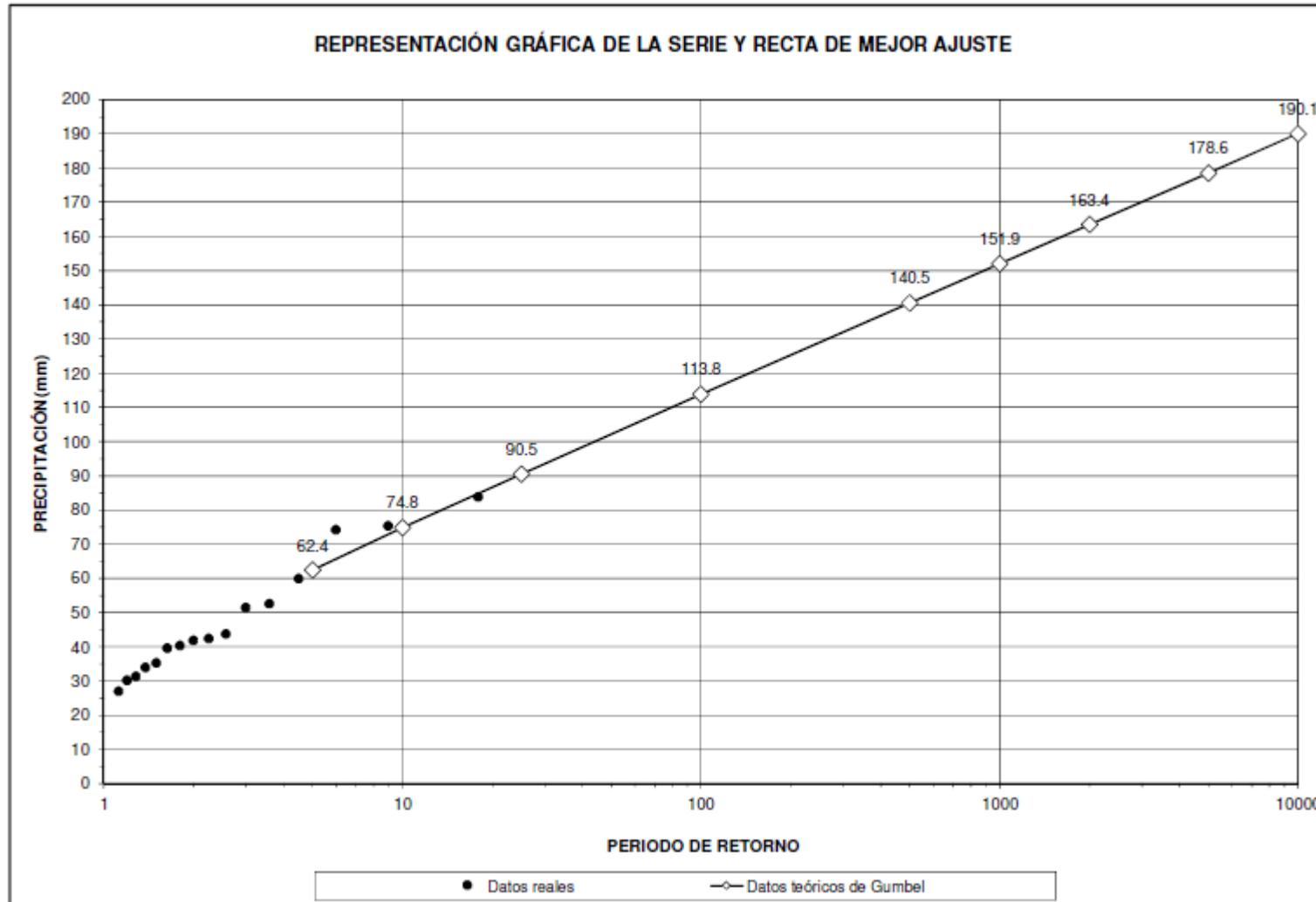
ANEXO II.- CÁLCULO PRECIPITACIONES MÁXIMAS

AJUSTE SEGÚN GUMBEL

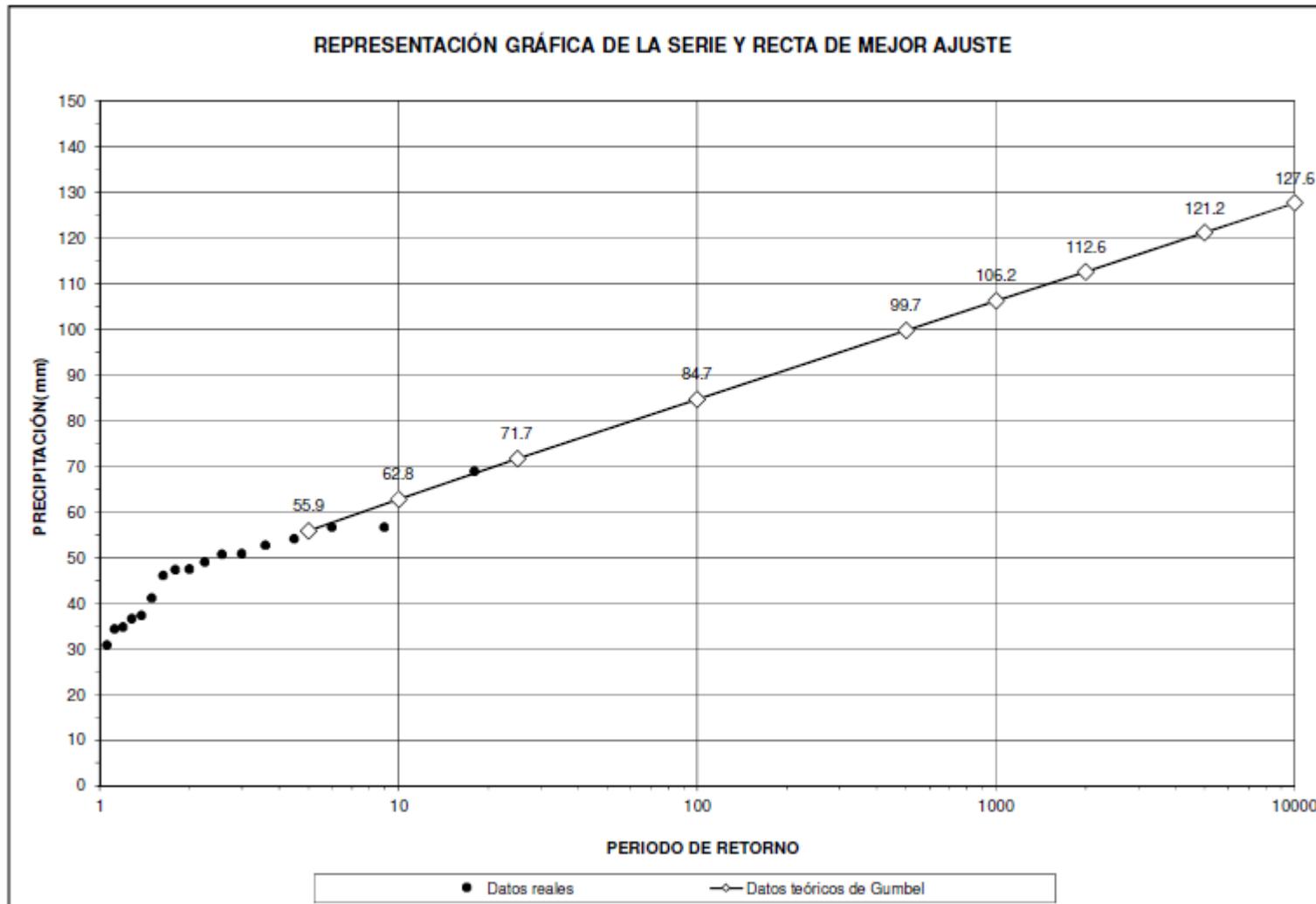
ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACIÓN OLITE



ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES PARA A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACIÓN SAN MARTÍN DE UNX



ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES PARA LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACIÓN MURILLO EL FRUTO



AJUSTE SEGÚN SQRT ETmax

ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN SQRT-ET_{máx}. ESTACIÓN OLITE

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)
2004	30.8
2005	41.6
2006	60.4
2007	46.3
2008	45.2
2009	48.2
2010	17.6
2011	34.1
2012	48.8
2013	30.9
2014	29.1
2015	22.7
2016	41.8
2017	38.6
2018	59.4
2019	87.9
2020	61.6

SERIE ORDENADA			VALORES CALCULADOS				
Nº ORDEN	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)	P. RETORNO T (años)	h(x)	f(x)	L f(x)	F(x)	P. RETORNO T (años)
1	17.6	1.00	0.00698	0.00520	-5.2599	0.0117	1.0
2	22.69	1.06	0.00390	0.01578	-4.1491	0.0636	1.1
3	29.06	1.13	0.00204	0.02622	-3.6411	0.2020	1.3
4	30.75	1.21	0.00174	0.02738	-3.5979	0.2474	1.3
5	30.9	1.31	0.00171	0.02747	-3.5947	0.2526	1.3
6	34.1	1.42	0.00128	0.02781	-3.5825	0.3413	1.5
7	38.6	1.55	0.00087	0.02563	-3.6642	0.4624	1.9
8	41.6	1.70	0.00068	0.02325	-3.7612	0.5358	2.2
9	41.8	1.89	0.00067	0.02310	-3.7679	0.5400	2.2
10	45.2	2.13	0.00052	0.02013	-3.9055	0.6131	2.6
11	46.3	2.43	0.00047	0.01915	-3.9557	0.6351	2.7
12	48.19	2.83	0.00041	0.01753	-4.0440	0.6695	3.0
13	48.8	3.40	0.00039	0.01706	-4.0712	0.6792	3.1
14	59.44	4.25	0.00019	0.00971	-4.6347	0.8194	5.5
15	60.38	5.67	0.00017	0.00922	-4.6866	0.8283	5.8
16	61.6	8.50	0.00016	0.00862	-4.7542	0.8391	6.2
17	87.9	17.00	0.00003	0.00203	-6.1976	0.9584	24.0

DATOS	
N=	17
α	1.066
k	63.62
L	-46.570

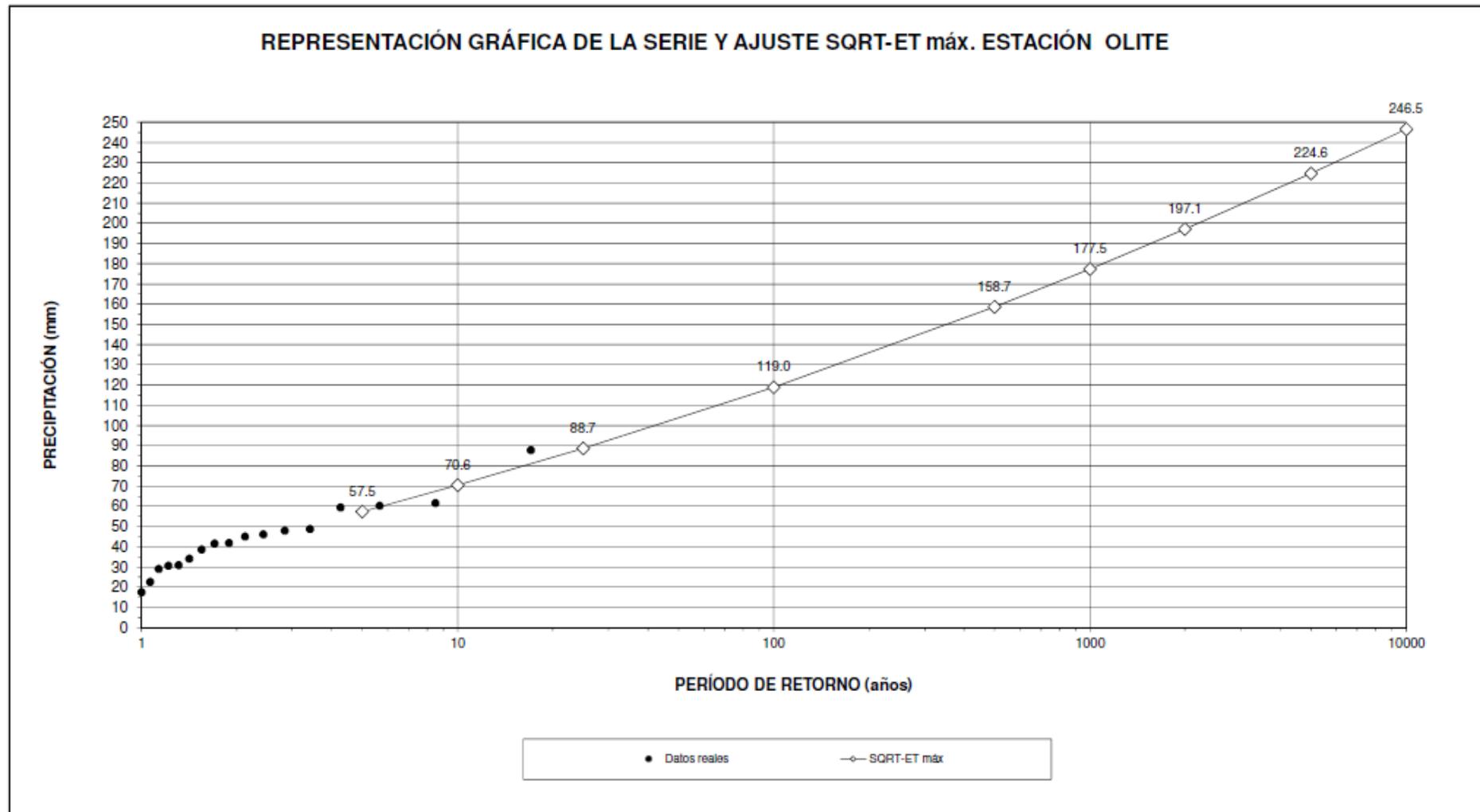
PERÍODO DE RETORNO (años)	PRECIPITACIÓN (mm)
5	57.5
10	70.6
25	88.7
100	119.0
500	158.7
1000	177.5
2000	197.1
5000	224.6
10000	246.5

PRUEBA ESTADÍSTICA χ^2 EN LA SERIE

Nº INTERVALOS- 8
 Nº DE GRADOS DE LIBERTAD $v = k - r - 1 = k - 2 - 1 =$ 5
 NIVEL DE CONFIANZA- 95%

INTERVALO	Nº	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD	χ^2	
(%)	OBSERV. (O)	OBSERVADA (O/Nº DATOS)	ESPERADA (E)=(N·DEP·EXP·(1-x)^(E-1))	(O-E)²/E	
1.8	Hasta 25	2	0.118	0.106	0.023
2.1	25-30	1	0.059	0.121	0.547
2.4	30-35	3	0.176	0.138	0.178
2.2	35-40	1	0.059	0.131	0.682
1.9	40-45	2	0.118	0.112	0.004
1.5	45-50	4	0.235	0.091	3.923
1.2	50-55	0	0.000	0.071	1.202
3.9	Mayor de 55	4	0.235	0.229	0.003
χ^2 muestral				6.561	
Función χ^2 (95%)				11.1	
Bonda de Ajuste				0.476	

El valor muestral es menor que la función.
 El ajuste se considera ADECUADO para el nivel de confianza exigido.



ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN SQRT-ET_{máx.} ESTACIÓN SAN MARTÍN DE UNX

ANO	PRECIPITACION MÁXIMA (mm/24h)
2004	40.20
2005	31.20
2006	59.80
2007	52.40
2008	43.6
2009	39.4
2010	23.8
2011	30.1
2012	33.8
2013	35.1
2014	51.4
2015	75.2
2016	42.4
2017	41.8
2018	74.1
2019	83.7
2020	26.8

SERIE ORDENADA			VALORES CALCULADOS				
Nº ORDEN	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)	P. RETORNO T (años)	h(x)	f(x)	L f(x)	F(x)	P. RETORNO T (años)
1	23.8	1.00	0.00232	0.01073	-4.5347	0.0302	1.0
2	26.8	1.06	0.00163	0.01868	-3.9801	0.0748	1.1
3	30.1	1.13	0.00114	0.02597	-3.6508	0.1485	1.2
4	31.2	1.21	0.00102	0.02774	-3.5848	0.1781	1.2
5	33.81	1.31	0.00078	0.03036	-3.4946	0.2544	1.3
6	35.08	1.42	0.00069	0.03087	-3.4781	0.2933	1.4
7	39.4	1.55	0.00046	0.02965	-3.5184	0.4254	1.7
8	40.2	1.70	0.00042	0.02906	-3.5384	0.4489	1.8
9	41.8	1.89	0.00037	0.02769	-3.5868	0.4938	2.0
10	42.39	2.13	0.00035	0.02710	-3.6082	0.5105	2.0
11	43.6	2.43	0.00031	0.02587	-3.6547	0.5425	2.2
12	51.4	2.83	0.00016	0.01757	-4.0415	0.7112	3.5
13	52.4	3.40	0.00015	0.01658	-4.0997	0.7286	3.7
14	59.8	4.25	0.00008	0.01060	-4.5472	0.8278	5.8
15	74.1	5.67	0.00003	0.00429	-5.4518	0.9275	13.8
16	75.20	8.50	0.00003	0.00400	-5.5210	0.9321	14.7
17	83.7	17.00	0.00002	0.00236	-6.0482	0.9585	24.1

DATOS	
N=	17
α	1.354
k	153.09
L	-50.469

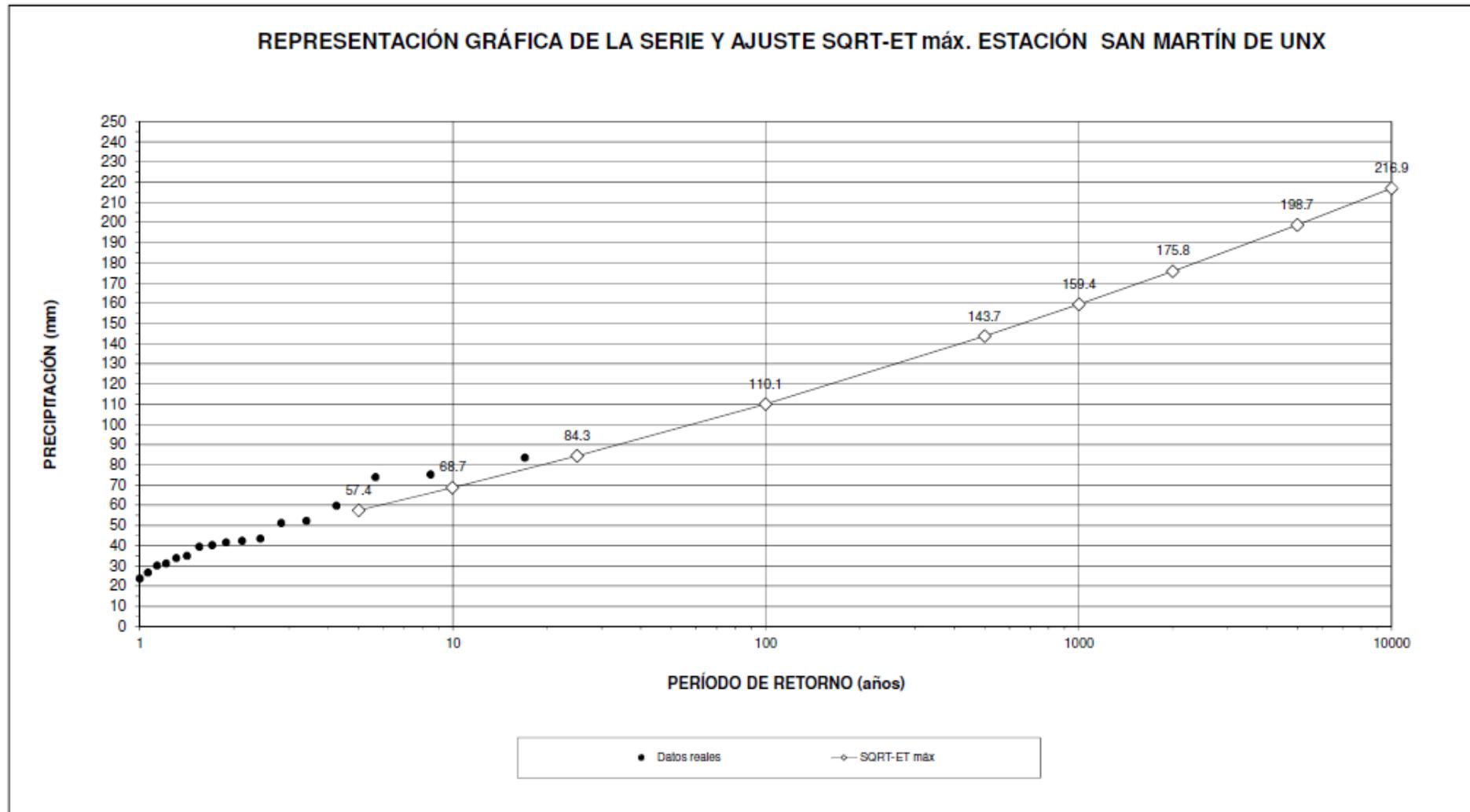
PERÍODO DE RETORNO (años)	PRECIPITACIÓN (mm)
5	57.4
10	68.7
25	84.3
100	110.1
500	143.7
1000	159.4
2000	175.8
5000	198.7
10000	216.9

PRUEBA ESTADÍSTICA χ^2 EN LA SERIE

Nº INTERVALOS= 8
 Nº DE GRADOS DE LIBERTAD $v = k - r - 1 = k - 2 - 1 =$ 5
 NIVEL DE CONFIANZA= 95%

INTERVALO	Nº	PROBABILIDAD OBSERVADA	PROBABILIDAD ESPERADA	χ^2		
(h)	(O)	(OBSERVADOS)	(P(O) = EXP(-EXP(-h/k)))	(O-C)²/E		
0.072449763	0.8	Hasta 25	1	0.059	0.045	0.072
0.298543109	1.7	25-30	1	0.059	0.101	0.299
0.116689796	2.5	30-35	3	0.176	0.145	0.117
0.133577067	2.6	35-40	2	0.118	0.152	0.134
1.27946614	2.3	40-45	4	0.235	0.135	1.279
1.840306026	1.8	45-50	0	0.000	0.108	1.840
0.25266376	1.4	50-55	2	0.118	0.083	0.253
0.001089352	3.9	Mayor de 55	4	0.235	0.231	0.001
				χ^2 muestral	3.995	
				Función χ^2 (95%)	11.1	
				Bonda de Ajuste	0.780	

3.994785013
 0.765012646
 El valor muestral es menor que la función.
 El ajuste se considera ADECUADO para el nivel de confianza exigido.



ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN SQRT-ET_{máx.} ESTACIÓN MURILLO EL FRUTO

ANO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)
2004	37.20
2005	30.80
2006	46.00
2007	47.40
2008	34.2
2009	49.0
2010	56.6
2011	50.8
2012	56.6
2013	47.3
2014	68.8
2015	52.6
2016	36.5
2017	34.7
2018	50.6
2019	41.0
2020	54.0

SERIE ORDENADA			VALORES CALCULADOS				
Nº ORDEN	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)	P. RETORNO T (años)	h(x)	f(x)	L f(x)	F(x)	P. RETORNO T (años)
1	30.8	1.00	0.00014	0.01104	-4.5065	0.0213	1.0
2	34.2	1.06	0.00009	0.02692	-3.6149	0.0852	1.1
3	34.7	1.13	0.00008	0.02926	-3.5315	0.0996	1.1
4	36.46	1.21	0.00006	0.03623	-3.3179	0.1572	1.2
5	37.2	1.31	0.00006	0.03852	-3.2565	0.1849	1.2
6	41.0	1.42	0.00003	0.04335	-3.1384	0.3431	1.5
7	46	1.55	0.00002	0.03690	-3.2995	0.5485	2.2
8	47.30	1.70	0.00002	0.03418	-3.3761	0.5947	2.5
9	47.4	1.89	0.00002	0.03397	-3.3824	0.5981	2.5
10	49.0	2.13	0.00001	0.03049	-3.4904	0.6497	2.9
11	50.6	2.43	0.00001	0.02700	-3.6119	0.6965	3.3
12	50.8	2.83	0.00001	0.02665	-3.6251	0.7011	3.3
13	52.60	3.40	0.00001	0.02304	-3.7705	0.7458	3.9
14	54.0	4.25	0.00001	0.02046	-3.8892	0.7762	4.5
15	56.6	5.67	0.00001	0.01626	-4.1191	0.8238	5.7
16	56.63	8.50	0.00001	0.01622	-4.1218	0.8243	5.7
17	68.8	17.00	0.00000	0.00519	-5.2609	0.9425	17.4

DATOS	
N=	17
α	2.739
k	3682.56
L	-39.014

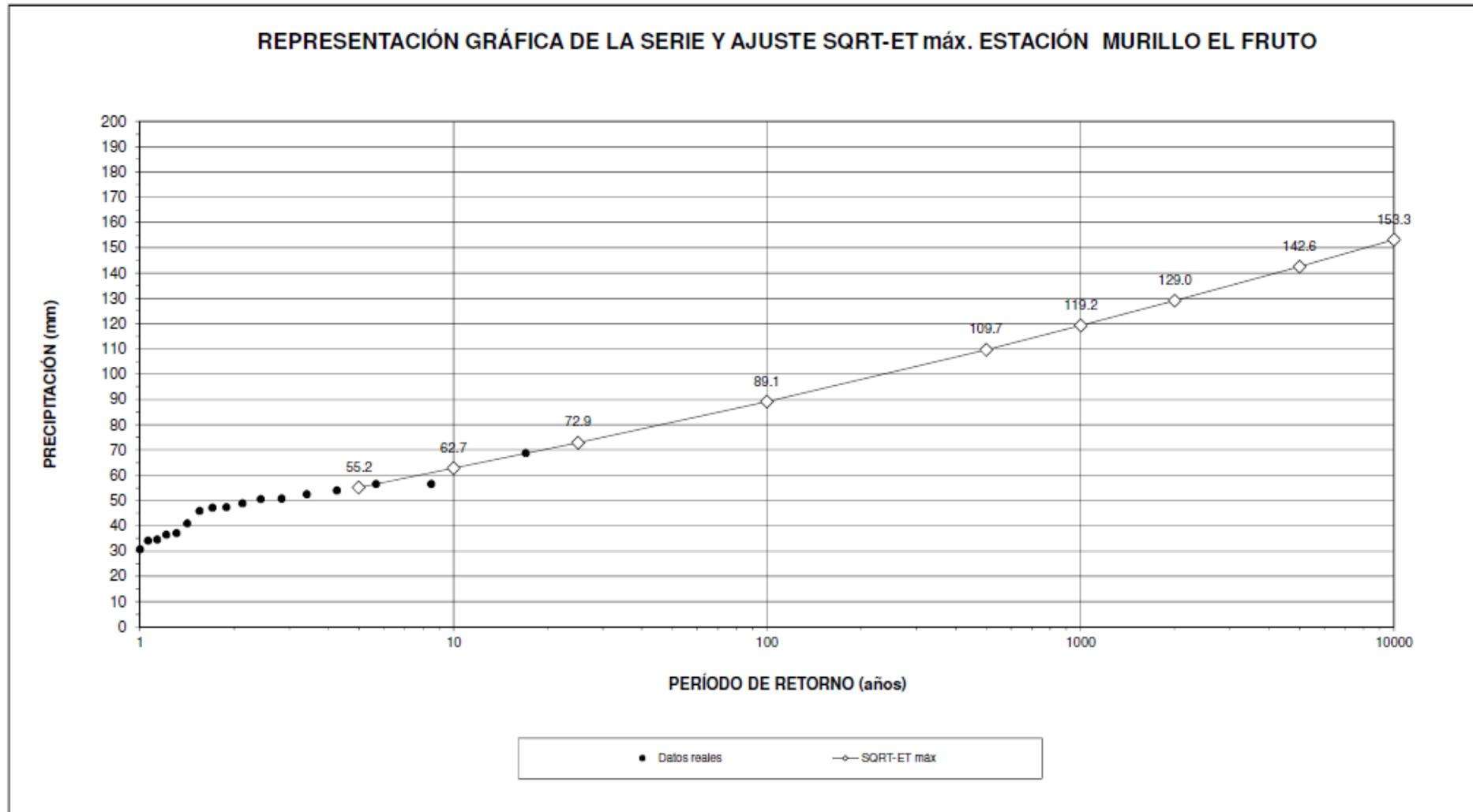
PERÍODO DE RETORNO (años)	PRECIPITACIÓN (mm)
5	55.2
10	62.7
25	72.9
100	89.1
500	109.7
1000	119.2
2000	129.0
5000	142.6
10000	153.3

PRUEBA ESTADÍSTICA χ^2 EN LA SERIE

Nº INTERVALOS= 8
 Nº DE GRADOS DE LIBERTAD $v = k - r - 1 = k - 2 - 1 =$ 5
 NIVEL DE CONFIANZA= 95%

INTERVALO (N)	Nº OBSERV. (O)	PROBABILIDAD OBSERVADA (O/N DATOS)	PROBABILIDAD ESPERADA ((N)-EXP.-(O-P)-(O+P))	χ^2 ((O-O)²/E)	
0	Hasta 25	0	0.000	0.000	0.003
0.2	25-30	0	0.000	0.014	0.231
1.6	30-35	3	0.176	0.095	1.209
3.3	35-40	2	0.118	0.192	0.494
3.6	40-45	1	0.059	0.210	1.849
2.9	45-50	4	0.235	0.168	0.450
2	50-55	4	0.235	0.117	2.050
3.5	Mayor de 55	3	0.176	0.204	0.064
χ^2 muestral				6.349	
Función χ^2 (95%)				11.1	
Bonda de Ajuste				0.500	

El valor muestral es menor que la función.
 El ajuste se considera ADECUADO para el nivel de confianza exigido.

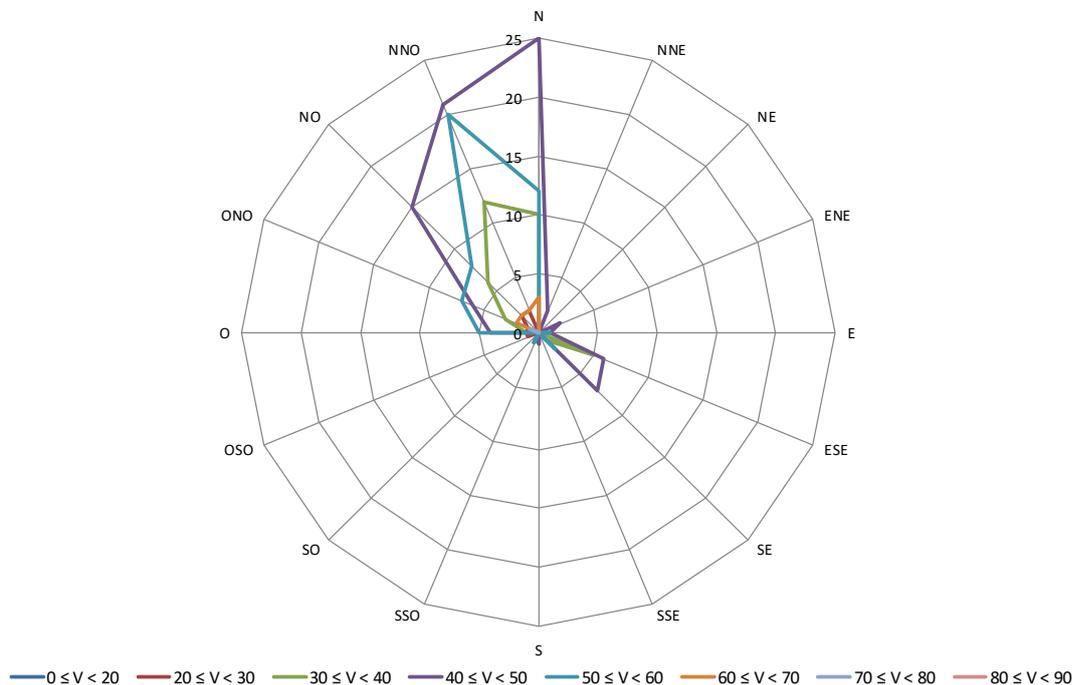


ANEXO III.- CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO

ESTACIONES SELECCIONADAS EN EL ENTORNO DE LA Balsa de Mostrakas

DIRECCIONES DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN AGROCLIMÁTICA DE OLITE												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003												
2004			N	ENE	N	NNO	NO	ONO	N	NO	NO	N
2005	N	N	N	N	N	ONO	N	ONO	N	SE	N	N
2006	N	O	NNO	N	ENE	NNE	O	N	E	ONO	SE	N
2007	ONO	SE	NO	NNO	NO	N	ONO	NO	O	NNO	N	NNO
2008	NO	SE	N	NO	ESE	N	ONO	ONO	NNO	NO	NNO	N
2009	ONO	NNO	ONO	N	N	NNO	NO	ONO	N	N	NO	N
2010	NNO	SE	NNO	N	N	O	NO	N	NNO	NO	NO	NNO
2011	N	N	N	NNO	SE	NNO	N	O	ONO	NNE	NO	NNO
2012	NNO	NNO	N	NO	NNO	N	NNO	N	NO	ONO	N	NNO
2013	NO	N	NNO	NNO	N	NNO	O	O	NO	ESE	N	NNO
2014	NO	ONO	NO	SE	N	SE	SE	N	E	N	ESE	N
2015	NNO	NO	ONO	NNO	ONO	ESE						
2016	O	NNO	NNO	SSO	NNO	NNO	N	N	ONO	ESE	N	NNO
2017	NNO	O	NNO	NNO	ESE	ONO	NO	NNO	NO	N	NO	NNO
2018	NNO	NO	NO	ESE	NNO	NNO	NNO	NNO	NNO	NO	N	NNO
2019	NO	NNO	NNO	ESE	NNO	NO	NNO	ESE	NO	OSO	ESE	O
2020	NNO	NO	ONO	SSO	O	NNO	S	NNO	NO	ESE	SE	ONO

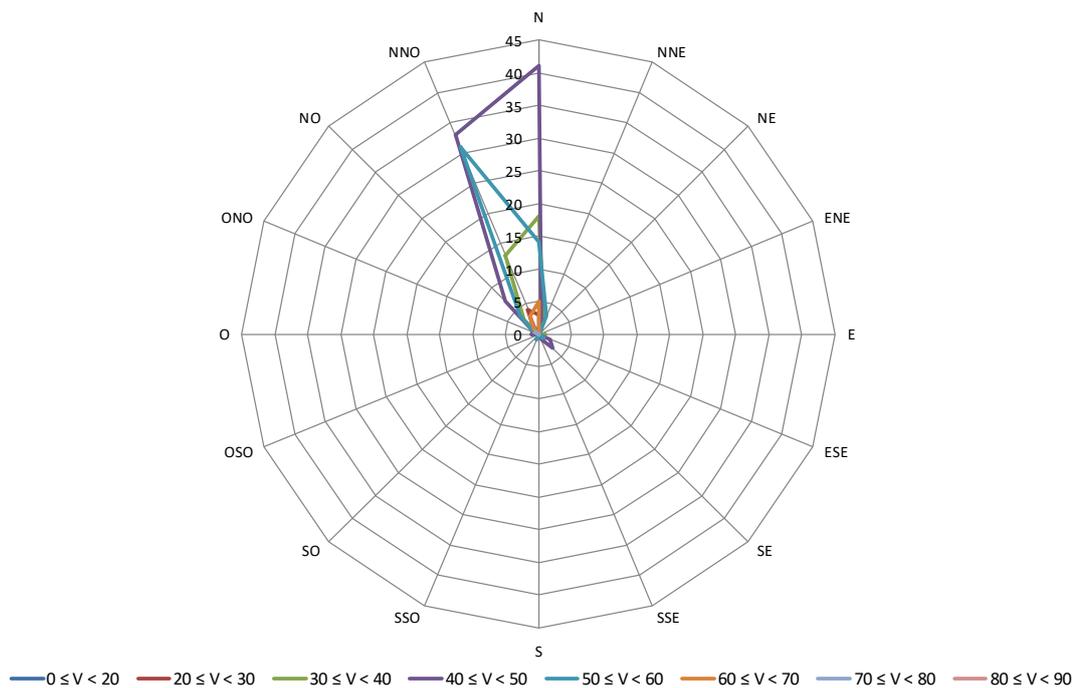
EVENTOS ESTACIÓN CLIMÁTICA DE OLITE									NÚMERO DE	EVENTOS
DIRECCIÓN	0 ≤ V < 20	20 ≤ V < 30	30 ≤ V < 40	40 ≤ V < 50	50 ≤ V < 60	60 ≤ V < 70	70 ≤ V < 80	80 ≤ V < 90	EVENTOS	(%)
N	0	0	10	25	12	3	0	0	50	24.75
NNE	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.99
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
ENE	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.99
E	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0.99
ESE	0	0	5	6	0	0	0	0	11	5.45
SE	0	0	1	7	2	0	0	0	10	4.95
SSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
S	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.50
SSO	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0.99
SO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
OSO	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.50
O	0	1	1	4	5	0	0	0	11	5.45
ONO	0	1	3	6	7	2	1	0	20	9.90
NO	0	2	6	15	8	2	0	0	33	16.34
NNO	0	2	12	21	20	2	0	0	57	28.22
Núm. Eventos	0	8	38	90	56	9	1	0	202	100.00
Eventos (%)	0.00	3.96	18.81	44.55	27.72	4.46	0.50	0.00		

Rosa de los Vientos - Rachas de viento
Estación climática de Olite


DIRECCIONES DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN AGROCLIMÁTICA DE SAN MARTÍN DE UNX												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003												
2004	NO	N	NNO	N	NNO	NNO	NNO	N	NNO	E	N	NNO
2005	NNO	NNO	NNO	N	NNO	NO	NNO	NNO	N	ESE	N	NO
2006	N	NNO	NNO	NNO	N	NNO	NNO	N	NNO	NO	ONO	NNO
2007	N	NNO	NNE	SSE	N	NNE	NNO	N	N	NNO	N	NNO
2008	N	SE	NNO	NNO	N	N	N	N	NNO	N	NNO	N
2009	ONO	NNO	NNO	N	N	N	N	NNO	N	NO	NNO	NNO
2010	NNO	ESE	NNO	N	NNO	NNO	NNO	N	N	NO	NO	NNO
2011	NNO	N	NNO	N	N	N	NO	N	NNO	N	NNO	N
2012	NO	N	NO	NO	NNO	N	N	NNE	NNO	NNO	NNO	NNO
2013	NNO	N	NNO	N	N	N	N	N	O	N	NNE	N
2014	NO	NNE	N	NNO	NNO	NNO	NNO	NNO	SSO	NNO	ESE	N
2015	NNO	N	NNO	N	NNO	NNO	N	NNO	N	NNO	SE	SE
2016	O	NO	NNO	NNO	NNO	N	NNE	NNO	NNO	N	N	N
2017	NNO	N	NNO	N	NNO	ONO	NO	NNO	N	N	NNO	N
2018	NNO	N	N	NO	NNO	NNO	NNO	N	N	N	NO	N
2019	N	NNO	N	NNO	N	N	N	N	N	NNO	NNO	NNO
2020	N	NO	NNO	NNO	N	N	N	NNO	N	SE	N	NNO

EVENTOS ESTACIÓN CLIMÁTICA DE SAN MARTÍN DE UNX									NÚMERO DE	EVENTOS
DIRECCIÓN	$0 \leq V < 20$	$20 \leq V < 30$	$30 \leq V < 40$	$40 \leq V < 50$	$50 \leq V < 60$	$60 \leq V < 70$	$70 \leq V < 80$	$80 \leq V < 90$	EVENTOS	(%)
N	1	3	18	41	14	5	0	0	82	40.20
NNE	0	0	2	1	3	0	0	0	6	2.94
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
E	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.49
ESE	0	0	0	2	1	0	0	0	3	1.47
SE	0	0	0	3	1	0	0	0	4	1.96
SSE	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.49
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
SSO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.49
SO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
OSO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
O	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0.98
ONO	0	0	0	1	1	0	1	0	3	1.47
NO	1	1	3	7	4	1	0	0	17	8.33
NNO	0	4	13	33	31	3	0	0	84	41.18
Núm. Eventos	2	8	38	90	56	9	1	0	204	100.00
Eventos (%)	0.98	3.92	18.63	44.12	27.45	4.41	0.49	0.00		

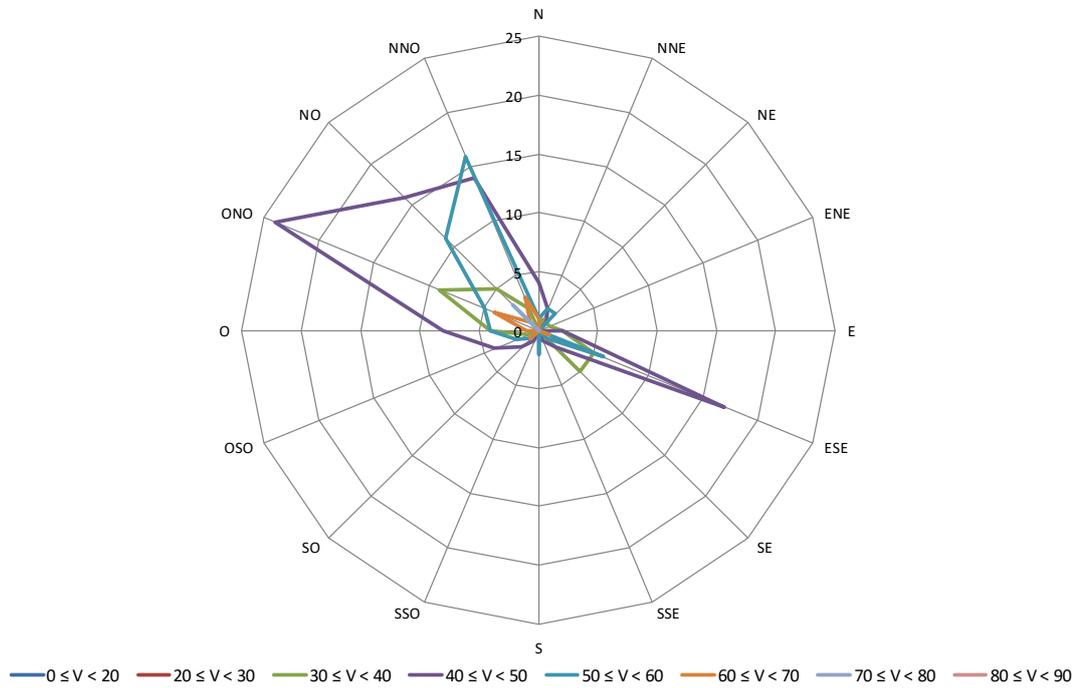
Rosa de los Vientos - Rachas de viento
Estación climática de San Martín de Unx



DIRECCIONES DE LAS RACHAS DE VIENTO EN LA ESTACIÓN AGROCLIMÁTICA DE MURILLO EL FRUTO												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003												
2004	N	O	ONO	NE	NO	ONO	NO	ONO	SO	SE	NNO	NNE
2005	NNO	NNO	NNO	NO	O	ESE	SO	ONO	NNO	ESE	NO	NNO
2006	NO	NNO	NNO	NO	ONO	NNO	SO	NO	ESE	SE	ESE	NO
2007	ONO	ESE	NNO	NO	ONO	NO	ESE	ESE	ONO	NNE	NNO	ONO
2008	ONO	ESE	NNO	NO	ESE	NNE	N	NO	O	NO	SE	N
2009	ONO	ONO	O	ESE	NNO	ONO	E	ONO	ESE	ONO	ONO	ESE
2010	O	ESE	NE	ESE	NO	NNO	E	NE	ONO	OSO	ONO	NO
2011	N	NNO	NNO	NNO	ESE	NO	NO	SE	ONO	E	ESE	O
2012	O	O	NO	NO	ONO	NO	ONO	E	SO	ESE	SE	ESE
2013	ONO	ONO	S	NO	NNO	NO	ONO	O	OSO	OSO	NE	ESE
2014	NO	NNO	O	SSE	NNO	S	ESE	ENE	ONO	ESE	ESE	NNO
2015	NO	NNO	NNO	NO	N	OSO	OSO	NO	OSO	ONO	NNO	ESE
2016	O	O	NNO	ONO	O	NO	ONO	NO	ESE	ESE	SE	NNO
2017	N	ONO	NNO	NNO	SE	NNO	NNO	ONO	NO	NO	NNO	NO
2018	NNO	NNO	NO	SSO	NO	ESE	O	ONO	ONO	ONO	O	NO
2019	ONO	ONO	N	SE	ONO	ESE	NO	O	ESE	ONO	ONO	ONO
2020	NNE	NNO	ONO	OSO	NNE	NO	O	NNO	ONO	ESE	ESE	ONO

EVENTOS ESTACIÓN CLIMÁTICA DE MURILLO EL FRUTO										NÚMERO DE	EVENTOS
DIRECCIÓN	0 ≤ V < 20	20 ≤ V < 30	30 ≤ V < 40	40 ≤ V < 50	50 ≤ V < 60	60 ≤ V < 70	70 ≤ V < 80	80 ≤ V < 90		EVENTOS	(%)
N	0	0	0	4	1	1	0	0		6	2.96
NNE	0	0	1	2	2	0	0	0		5	2.46
NE	0	0	1	1	2	0	0	0		4	1.97
ENE	0	0	1	0	0	0	0	0		1	0.49
E	0	0	2	2	0	0	0	0		4	1.97
ESE	0	1	5	17	6	1	0	0		30	14.78
SE	0	0	5	2	1	0	0	0		8	3.94
SSE	0	0	0	1	0	0	0	0		1	0.49
S	0	0	0	0	2	0	0	0		2	0.99
SSO	0	0	0	1	0	0	0	0		1	0.49
SO	0	0	0	2	1	1	0	0		4	1.97
OSO	0	0	1	4	2	0	0	0		7	3.45
O	0	0	4	8	4	1	0	0		17	8.37
ONO	0	0	9	24	5	4	0	0		42	20.69
NO	0	0	5	16	11	1	3	0		36	17.73
NNO	0	0	2	14	16	3	0	0		35	17.24
Núm. Eventos	0	1	36	98	53	12	3	0		203	100.00
Eventos (%)	0.00	0.49	17.73	48.28	26.11	5.91	1.48	0.00			

**Rosa de los Vientos - Rachas de viento
Estación climática de Murillo el Fruto**



ANEXO IV.- CÁLCULO DEL VIENTO DE DISEÑO. AJUSTE SEGÚN GUMBEL

ESTIMACIÓN DE LA RACHA MÁXIMA CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. OLITE

AÑO	RACHA MÁXIMA (Km/h)	Nº ORDEN	RACHA MÁXIMA (km/h)	PROBABILIDAD INTRÍNSECA	VARIABLE REDUCIDA	Y(T)	X(T)
2004	48.67	1	48.67	5.56	-1.06		
2005	65.77	2	53.42	11.11	-0.79	0.37	58.30
2006	53.42	3	54.32	16.67	-0.58	0.90	61.46
2007	63.22	4	54.97	22.22	-0.41	1.25	63.48
2008	60.62	5	55.26	27.78	-0.25	1.50	64.98
2009	76.25	6	55.44	33.33	-0.09	1.70	66.17
2010	56.52	7	56.52	38.89	0.06	1.87	67.16
2011	54.97	8	56.92	44.44	0.21	2.01	68.00
2012	60.80	9	57.31	50.00	0.37	2.14	68.74
2013	59.47	10	59.47	55.56	0.53	2.25	69.40
2014	61.06	11	60.62	61.11	0.71	2.35	69.99
2015	66.17	12	60.80	66.67	0.90	2.44	70.53
2016	55.26	13	61.06	72.22	1.12	2.53	71.02
2017	56.92	14	63.22	77.78	1.38	2.60	71.47
2018	57.31	15	65.77	83.33	1.70	2.67	71.89
2019	54.32	16	66.17	88.89	2.14	2.74	72.29
2020	55.44	17	76.25	94.44	2.86	2.80	72.65

* Y(T) y X(T) son respectivamente los valores teóricos de la precipitación y de la variable reducida según la recta de Gumbel

DATOS		VARIABLE REDUCIDA		PARÁMETROS	
Nº DATOS	17	Nº DATOS	17	C.CORRE	0.883
MEDIA	59.19	MEDIA	0.52	BETA	56.138
DESV. TÍPICA	6.13	DESV. TÍPICA	1.04	ALFA	0.170

PERIODO DE RETORNO	PROBABILIDAD	Y(T)	RACHA
1	0.00	0.00	56.1
5	0.8	1.50	65.0
10	0.9	2.25	69.4
25	0.96	3.20	75.0
100	0.99	4.60	83.2
200	0.995	5.30	87.3
500	0.998	6.21	92.8
1000	0.999	6.91	96.8
2000	0.9995	7.60	100.9
5000	0.9998	8.52	106.3
10000	0.9999	9.21	110.4

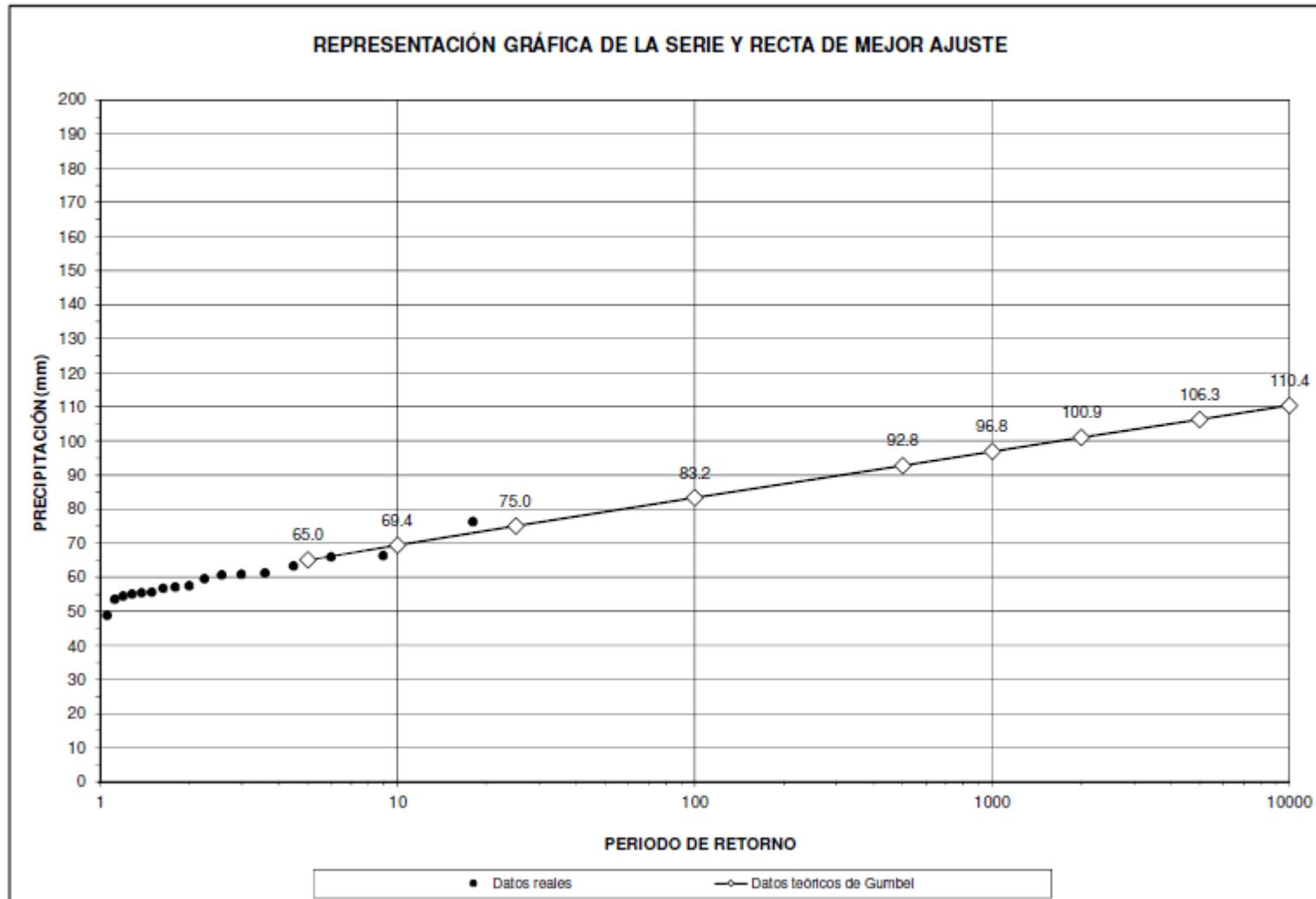
PRUEBA ESTADÍSTICA χ^2 EN LA SERIE

Nº INTERVALOS= 8
 Nº DE GRADOS DE LIBERTAD $\nu = k - r - 1 = 8 - 2 - 1 = 5$
 NIVEL DE CONFIANZA= 95%

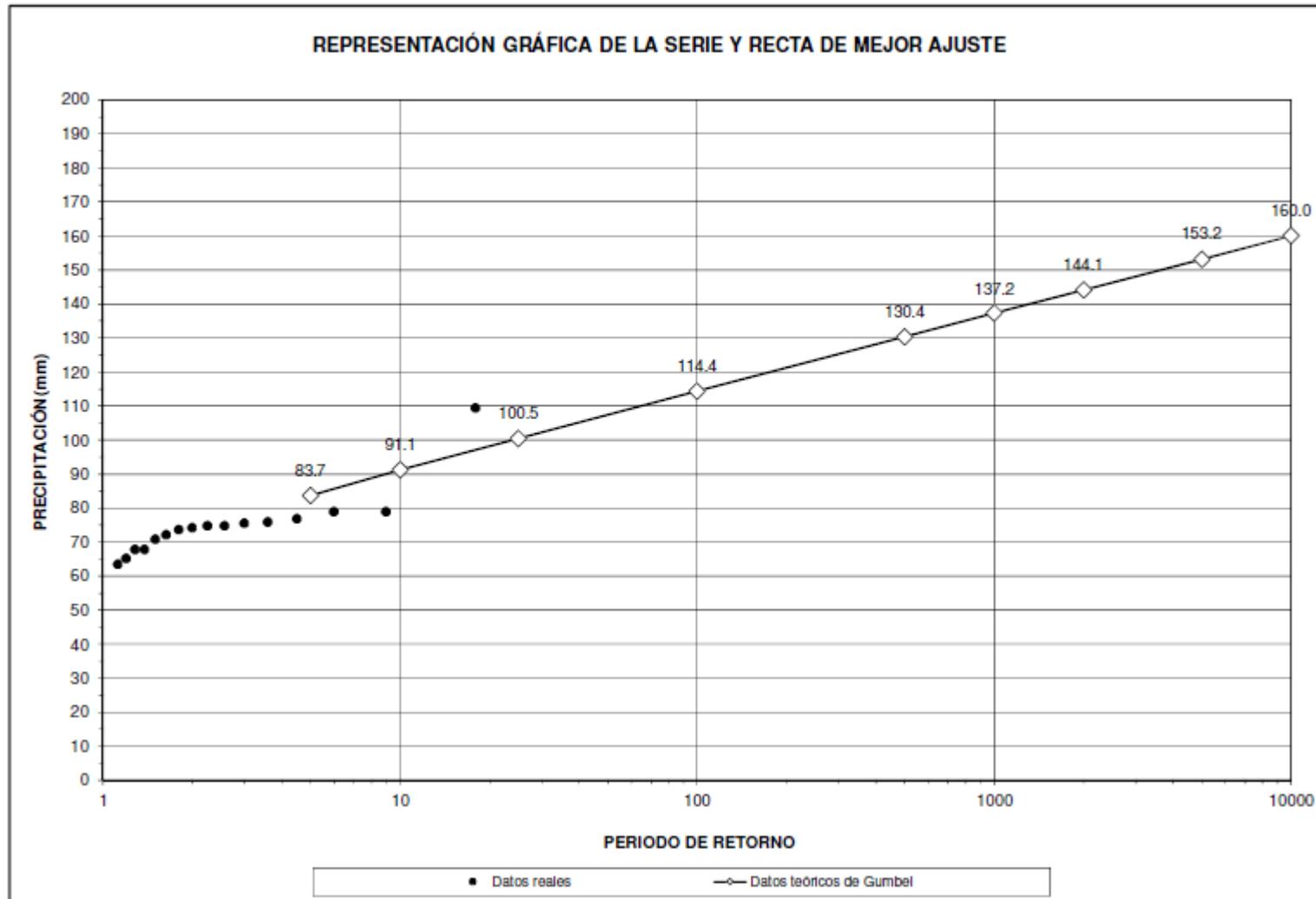
INTERVALO	Nº OBSERV.	PROBABILIDAD OBSERVADA	PROBABILIDAD ESPERADA	χ^2
(k)	(O)	(O/Nº DATOS)	$F(x) = \text{EXP}(-\text{EXP}(-x/\beta))$	$(O-E)^2/E$
Hasta 50	1	0.059	0.059	0.000
50-70	15	0.882	0.850	0.020
70-90	1	0.059	0.088	0.160
90-110	0	0.000	0.003	0.052
110-130	0	0.000	0.000	0.002
130-150	0	0.000	0.000	0.000
150-170	0	0.000	0.000	0.000
Mayor de 170	0	0.000	0.000	0
			χ^2 muestral	0.235
			Función χ^2 (95%)	11.1
			Bondad de ajuste	1.000

El valor muestral es menor que la función.
 El ajuste se considera ADECUADO para el nivel de confianza exigido.

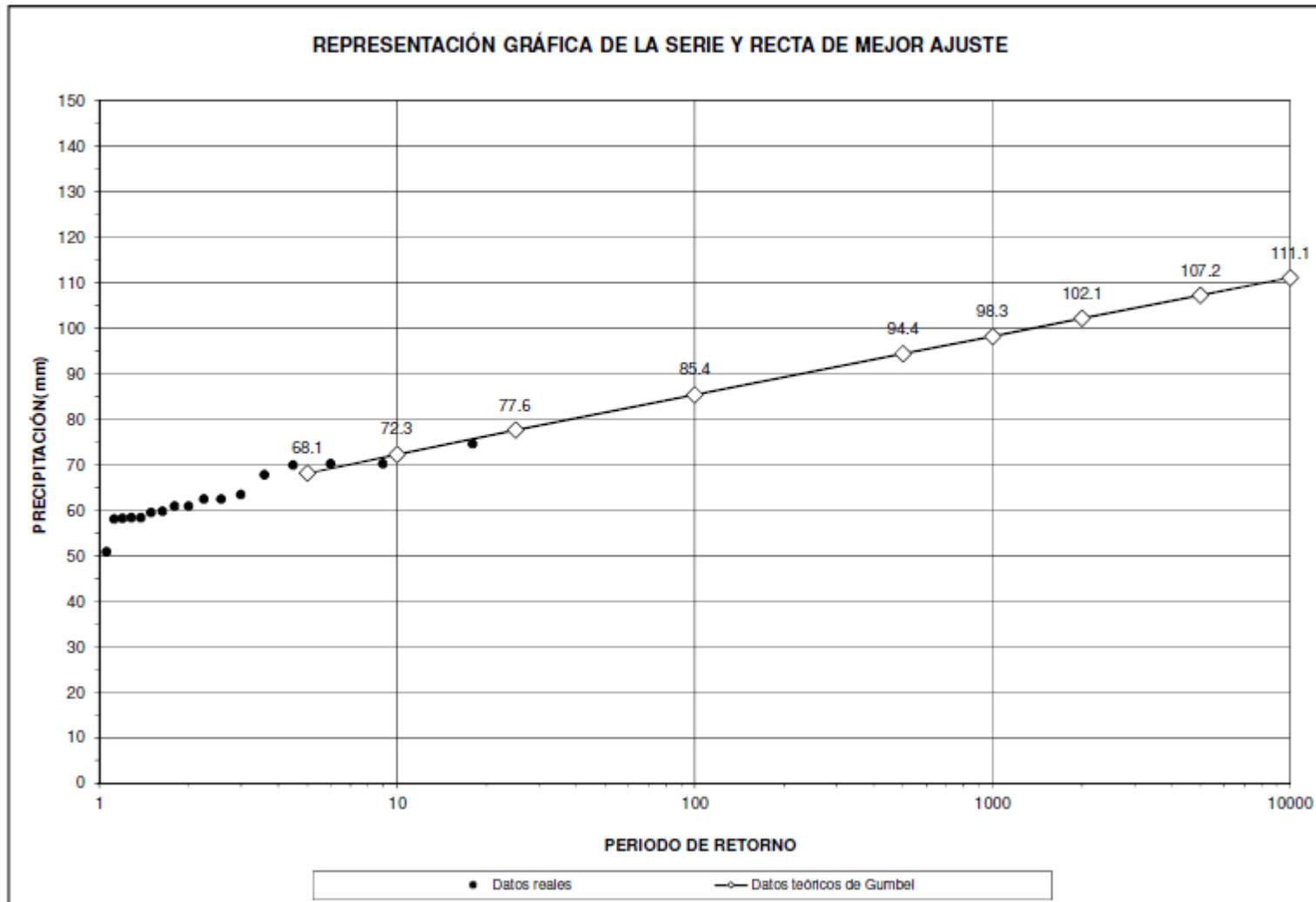
ESTIMACIÓN DE LA RACHA MÁXIMA CORRESPONDIENTE A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACIÓN OLITE



ESTIMACIÓN DE LA RACHA MÁXIMA PARA A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACIÓN SAN MARTÍN DE UNX



ESTIMACIÓN DE LA RACHA MÁXIMA PARA LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACIÓN MURILLO EL FRUTO



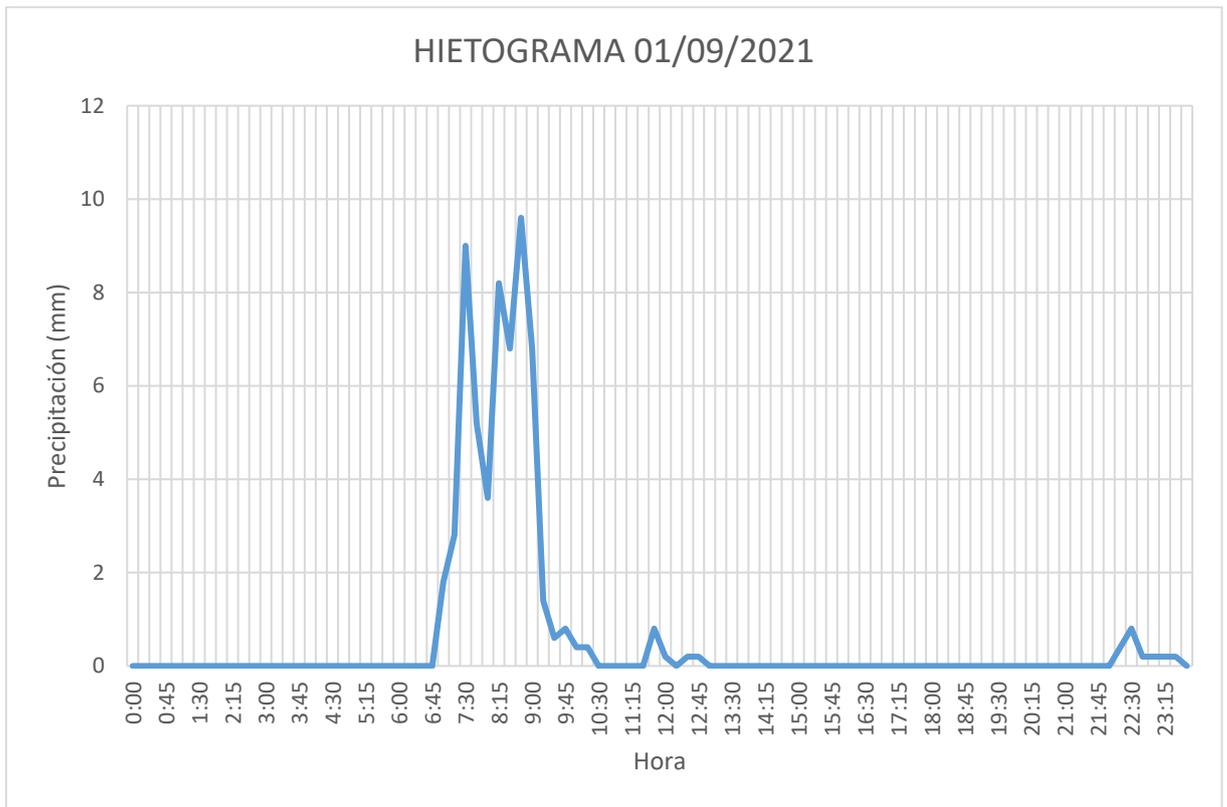
ANEXO V. TEMPORALES SELECCIONADOS

HIETOGRAMA 01/09/2021

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0
0:30	0
0:45	0
1:00	0
1:15	0
1:30	0
1:45	0
2:00	0
2:15	0
2:30	0
2:45	0
3:00	0
3:15	0
3:30	0
3:45	0
4:00	0
4:15	0
4:30	0
4:45	0
5:00	0
5:15	0
5:30	0
5:45	0
6:00	0
6:15	0
6:30	0
6:45	0
7:00	1.8
7:15	2.8
7:30	9
7:45	5.2

Hora	Precipitación (mm)
8:00	3.6
8:15	8.2
8:30	6.8
8:45	9.6
9:00	6.8
9:15	1.4
9:30	0.6
9:45	0.8
10:00	0.4
10:15	0.4
10:30	0
10:45	0
11:00	0
11:15	0
11:30	0
11:45	0.8
12:00	0.2
12:15	0
12:30	0.2
12:45	0.2
13:00	0
13:15	0
13:30	0
13:45	0
14:00	0
14:15	0
14:30	0
14:45	0
15:00	0
15:15	0
15:30	0
15:45	0

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0
16:15	0
16:30	0
16:45	0
17:00	0
17:15	0
17:30	0
17:45	0
18:00	0
18:15	0
18:30	0
18:45	0
19:00	0
19:15	0
19:30	0
19:45	0
20:00	0
20:15	0
20:30	0
20:45	0
21:00	0
21:15	0
21:30	0
21:45	0
22:00	0
22:15	0.4
22:30	0.8
22:45	0.2
23:00	0.2
23:15	0.2
23:30	0.2
23:45	0

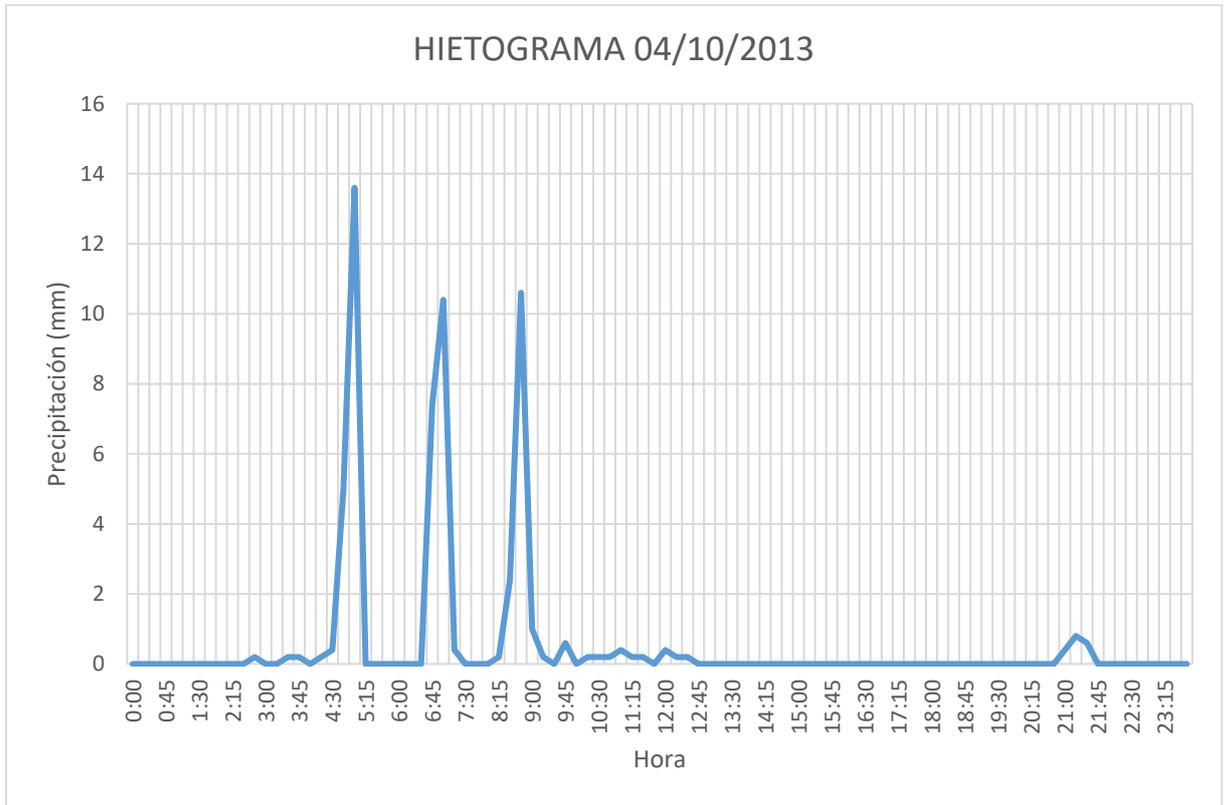


HIETOGRAMA 04/10/2013

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0
0:30	0
0:45	0
1:00	0
1:15	0
1:30	0
1:45	0
2:00	0
2:15	0
2:30	0
2:45	0.2
3:00	0
3:15	0
3:30	0.2
3:45	0.2
4:00	0
4:15	0.2
4:30	0.4
4:45	5
5:00	13.6
5:15	0
5:30	0
5:45	0
6:00	0
6:15	0
6:30	0
6:45	7.4
7:00	10.4
7:15	0.4
7:30	0
7:45	0

Hora	Precipitación (mm)
8:00	0
8:15	0.2
8:30	2.4
8:45	10.6
9:00	1
9:15	0.2
9:30	0
9:45	0.6
10:00	0
10:15	0.2
10:30	0.2
10:45	0.2
11:00	0.4
11:15	0.2
11:30	0.2
11:45	0
12:00	0.4
12:15	0.2
12:30	0.2
12:45	0
13:00	0
13:15	0
13:30	0
13:45	0
14:00	0
14:15	0
14:30	0
14:45	0
15:00	0
15:15	0
15:30	0
15:45	0

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0
16:15	0
16:30	0
16:45	0
17:00	0
17:15	0
17:30	0
17:45	0
18:00	0
18:15	0
18:30	0
18:45	0
19:00	0
19:15	0
19:30	0
19:45	0
20:00	0
20:15	0
20:30	0
20:45	0
21:00	0.4
21:15	0.8
21:30	0.6
21:45	0
22:00	0
22:15	0
22:30	0
22:45	0
23:00	0
23:15	0
23:30	0
23:45	0

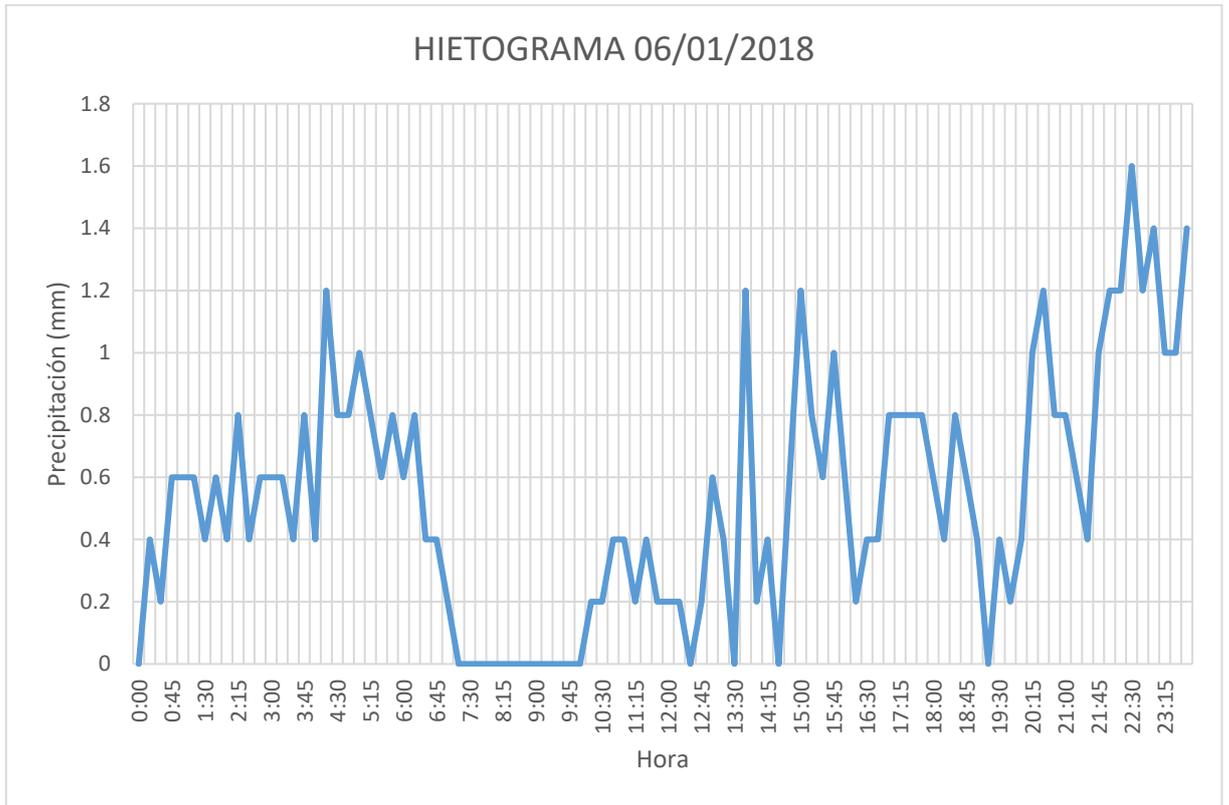


HIETOGRAMA 06/01/2018

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0.4
0:30	0.2
0:45	0.6
1:00	0.6
1:15	0.6
1:30	0.4
1:45	0.6
2:00	0.4
2:15	0.8
2:30	0.4
2:45	0.6
3:00	0.6
3:15	0.6
3:30	0.4
3:45	0.8
4:00	0.4
4:15	1.2
4:30	0.8
4:45	0.8
5:00	1
5:15	0.8
5:30	0.6
5:45	0.8
6:00	0.6
6:15	0.8
6:30	0.4
6:45	0.4
7:00	0.2
7:15	0
7:30	0
7:45	0

Hora	Precipitación (mm)
8:00	0
8:15	0
8:30	0
8:45	0
9:00	0
9:15	0
9:30	0
9:45	0
10:00	0
10:15	0.2
10:30	0.2
10:45	0.4
11:00	0.4
11:15	0.2
11:30	0.4
11:45	0.2
12:00	0.2
12:15	0.2
12:30	0
12:45	0.2
13:00	0.6
13:15	0.4
13:30	0
13:45	1.2
14:00	0.2
14:15	0.4
14:30	0
14:45	0.6
15:00	1.2
15:15	0.8
15:30	0.6
15:45	1

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0.6
16:15	0.2
16:30	0.4
16:45	0.4
17:00	0.8
17:15	0.8
17:30	0.8
17:45	0.8
18:00	0.6
18:15	0.4
18:30	0.8
18:45	0.6
19:00	0.4
19:15	0
19:30	0.4
19:45	0.2
20:00	0.4
20:15	1
20:30	1.2
20:45	0.8
21:00	0.8
21:15	0.6
21:30	0.4
21:45	1
22:00	1.2
22:15	1.2
22:30	1.6
22:45	1.2
23:00	1.4
23:15	1
23:30	1
23:45	1.4

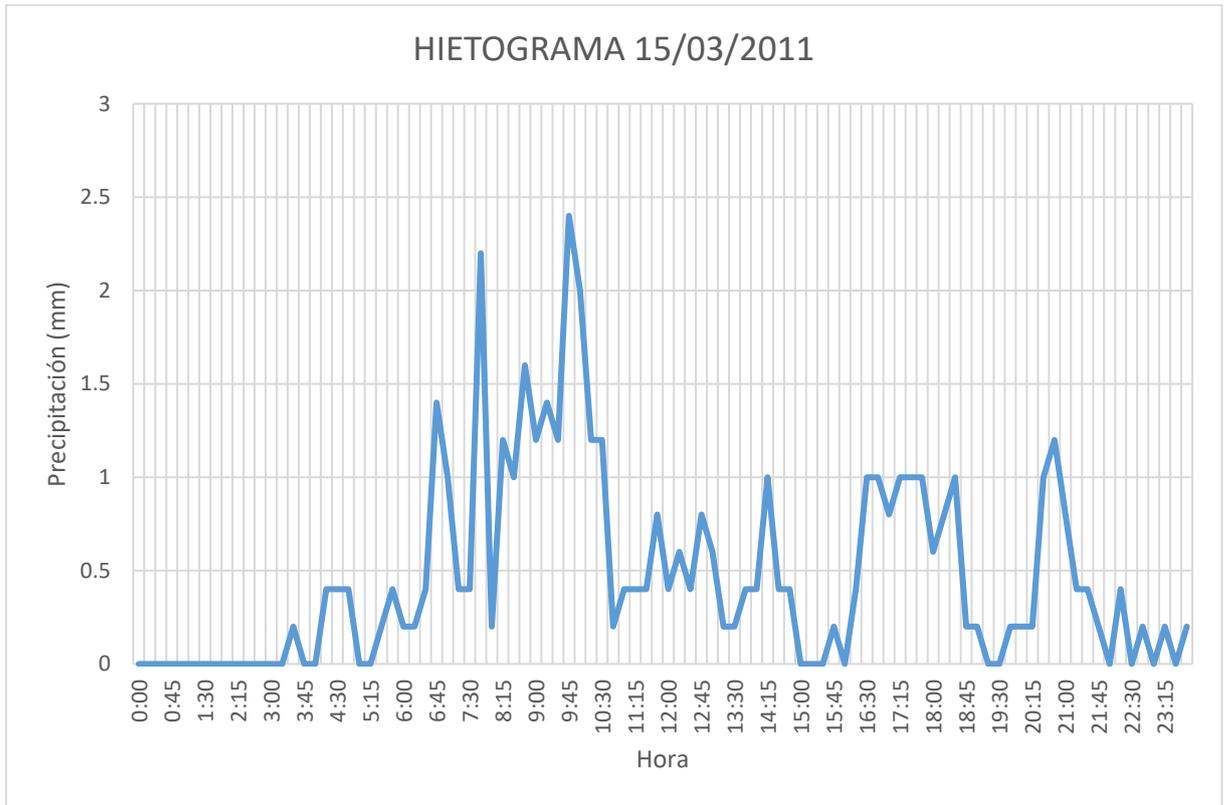


HIETOGRAMA 15/03/2011

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0
0:30	0
0:45	0
1:00	0
1:15	0
1:30	0
1:45	0
2:00	0
2:15	0
2:30	0
2:45	0
3:00	0
3:15	0
3:30	0.2
3:45	0
4:00	0
4:15	0.4
4:30	0.4
4:45	0.4
5:00	0
5:15	0
5:30	0.2
5:45	0.4
6:00	0.2
6:15	0.2
6:30	0.4
6:45	1.4
7:00	1
7:15	0.4
7:30	0.4
7:45	2.2

Hora	Precipitación (mm)
8:00	0.2
8:15	1.2
8:30	1
8:45	1.6
9:00	1.2
9:15	1.4
9:30	1.2
9:45	2.4
10:00	2
10:15	1.2
10:30	1.2
10:45	0.2
11:00	0.4
11:15	0.4
11:30	0.4
11:45	0.8
12:00	0.4
12:15	0.6
12:30	0.4
12:45	0.8
13:00	0.6
13:15	0.2
13:30	0.2
13:45	0.4
14:00	0.4
14:15	1
14:30	0
14:45	0.4
15:00	0
15:15	0
15:30	0
15:45	0.2

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0
16:15	0.4
16:30	1
16:45	1
17:00	0.8
17:15	1
17:30	1
17:45	1
18:00	0.6
18:15	0.8
18:30	1
18:45	0.2
19:00	0.2
19:15	0
19:30	0
19:45	0.2
20:00	0.2
20:15	0.2
20:30	1
20:45	1.2
21:00	0.8
21:15	0.4
21:30	0.4
21:45	0.2
22:00	0
22:15	0.4
22:30	0
22:45	0.2
23:00	0
23:15	0.2
23:30	0
23:45	0.2

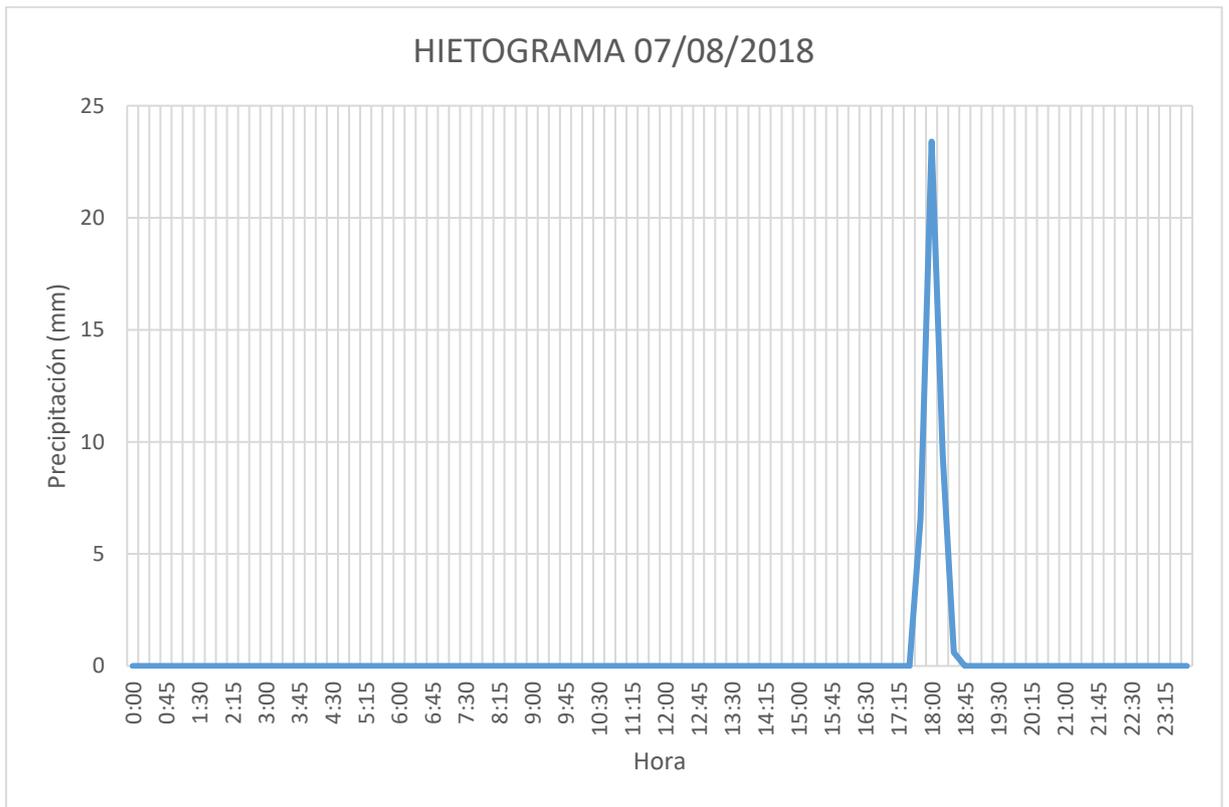


HIETOGRAMA 07/08/2018

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0
0:30	0
0:45	0
1:00	0
1:15	0
1:30	0
1:45	0
2:00	0
2:15	0
2:30	0
2:45	0
3:00	0
3:15	0
3:30	0
3:45	0
4:00	0
4:15	0
4:30	0
4:45	0
5:00	0
5:15	0
5:30	0
5:45	0
6:00	0
6:15	0
6:30	0
6:45	0
7:00	0
7:15	0
7:30	0
7:45	0

Hora	Precipitación (mm)
8:00	0
8:15	0
8:30	0
8:45	0
9:00	0
9:15	0
9:30	0
9:45	0
10:00	0
10:15	0
10:30	0
10:45	0
11:00	0
11:15	0
11:30	0
11:45	0
12:00	0
12:15	0
12:30	0
12:45	0
13:00	0
13:15	0
13:30	0
13:45	0
14:00	0
14:15	0
14:30	0
14:45	0
15:00	0
15:15	0
15:30	0
15:45	0

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0
16:15	0
16:30	0
16:45	0
17:00	0
17:15	0
17:30	0
17:45	6.6
18:00	23.4
18:15	9.4
18:30	0.6
18:45	0
19:00	0
19:15	0
19:30	0
19:45	0
20:00	0
20:15	0
20:30	0
20:45	0
21:00	0
21:15	0
21:30	0
21:45	0
22:00	0
22:15	0
22:30	0
22:45	0
23:00	0
23:15	0
23:30	0
23:45	0

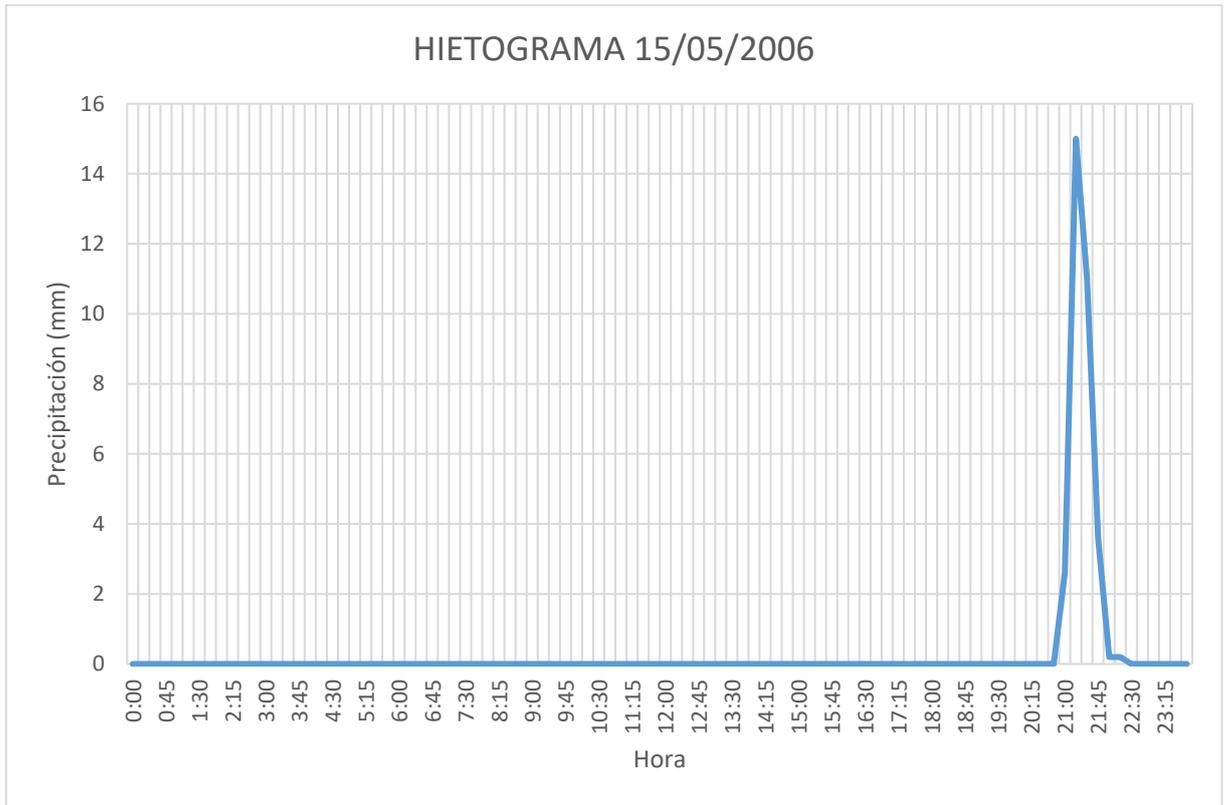


HIETOGRAMA 15/05/2006

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0
0:30	0
0:45	0
1:00	0
1:15	0
1:30	0
1:45	0
2:00	0
2:15	0
2:30	0
2:45	0
3:00	0
3:15	0
3:30	0
3:45	0
4:00	0
4:15	0
4:30	0
4:45	0
5:00	0
5:15	0
5:30	0
5:45	0
6:00	0
6:15	0
6:30	0
6:45	0
7:00	0
7:15	0
7:30	0
7:45	0

Hora	Precipitación (mm)
8:00	0
8:15	0
8:30	0
8:45	0
9:00	0
9:15	0
9:30	0
9:45	0
10:00	0
10:15	0
10:30	0
10:45	0
11:00	0
11:15	0
11:30	0
11:45	0
12:00	0
12:15	0
12:30	0
12:45	0
13:00	0
13:15	0
13:30	0
13:45	0
14:00	0
14:15	0
14:30	0
14:45	0
15:00	0
15:15	0
15:30	0
15:45	0

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0
16:15	0
16:30	0
16:45	0
17:00	0
17:15	0
17:30	0
17:45	0
18:00	0
18:15	0
18:30	0
18:45	0
19:00	0
19:15	0
19:30	0
19:45	0
20:00	0
20:15	0
20:30	0
20:45	0
21:00	2.6
21:15	15
21:30	11
21:45	3.6
22:00	0.2
22:15	0.2
22:30	0
22:45	0
23:00	0
23:15	0
23:30	0
23:45	0

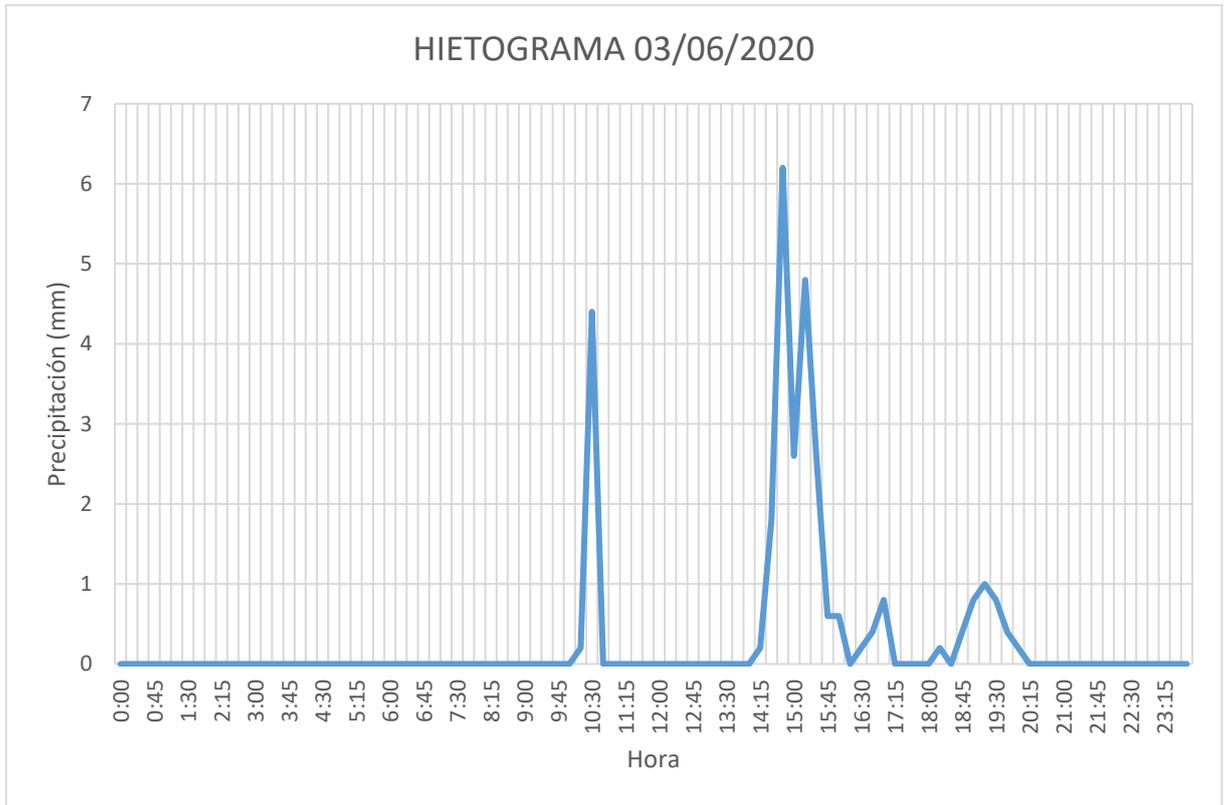


HIETOGRAMA 03/06/2020

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0
0:30	0
0:45	0
1:00	0
1:15	0
1:30	0
1:45	0
2:00	0
2:15	0
2:30	0
2:45	0
3:00	0
3:15	0
3:30	0
3:45	0
4:00	0
4:15	0
4:30	0
4:45	0
5:00	0
5:15	0
5:30	0
5:45	0
6:00	0
6:15	0
6:30	0
6:45	0
7:00	0
7:15	0
7:30	0
7:45	0

Hora	Precipitación (mm)
8:00	0
8:15	0
8:30	0
8:45	0
9:00	0
9:15	0
9:30	0
9:45	0
10:00	0
10:15	0.2
10:30	4.4
10:45	0
11:00	0
11:15	0
11:30	0
11:45	0
12:00	0
12:15	0
12:30	0
12:45	0
13:00	0
13:15	0
13:30	0
13:45	0
14:00	0
14:15	0.2
14:30	0
14:45	6.2
15:00	2.6
15:15	4.8
15:30	2.6
15:45	0.6

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0.6
16:15	0
16:30	0.2
16:45	0.4
17:00	0.8
17:15	0
17:30	0
17:45	0
18:00	0
18:15	0.2
18:30	0
18:45	0.4
19:00	0.8
19:15	1
19:30	0.8
19:45	0.4
20:00	0.2
20:15	0
20:30	0
20:45	0
21:00	0
21:15	0
21:30	0
21:45	0
22:00	0
22:15	0
22:30	0
22:45	0
23:00	0
23:15	0
23:30	0
23:45	0

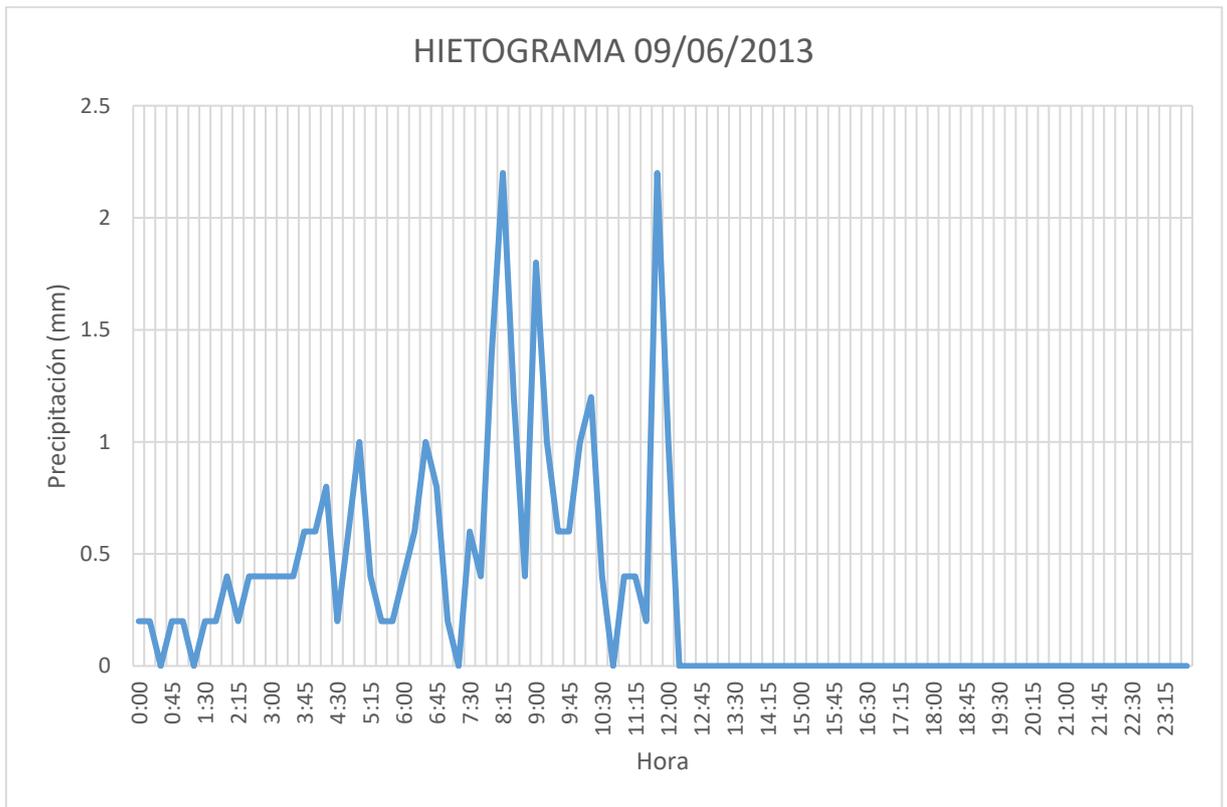


HIETOGRAMA 09/06/2013

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0.2
0:15	0.2
0:30	0
0:45	0.2
1:00	0.2
1:15	0
1:30	0.2
1:45	0.2
2:00	0.4
2:15	0.2
2:30	0.4
2:45	0.4
3:00	0.4
3:15	0.4
3:30	0.4
3:45	0.6
4:00	0.6
4:15	0.8
4:30	0.2
4:45	0.6
5:00	1
5:15	0.4
5:30	0.2
5:45	0.2
6:00	0.4
6:15	0.6
6:30	1
6:45	0.8
7:00	0.2
7:15	0
7:30	0.6
7:45	0.4

Hora	Precipitación (mm)
8:00	1.4
8:15	2.2
8:30	1.2
8:45	0.4
9:00	1.8
9:15	1
9:30	0.6
9:45	0.6
10:00	1
10:15	1.2
10:30	0.4
10:45	0
11:00	0.4
11:15	0.4
11:30	0.2
11:45	2.2
12:00	1
12:15	0
12:30	0
12:45	0
13:00	0
13:15	0
13:30	0
13:45	0
14:00	0
14:15	0
14:30	0
14:45	0
15:00	0
15:15	0
15:30	0
15:45	0

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0
16:15	0
16:30	0
16:45	0
17:00	0
17:15	0
17:30	0
17:45	0
18:00	0
18:15	0
18:30	0
18:45	0
19:00	0
19:15	0
19:30	0
19:45	0
20:00	0
20:15	0
20:30	0
20:45	0
21:00	0
21:15	0
21:30	0
21:45	0
22:00	0
22:15	0
22:30	0
22:45	0
23:00	0
23:15	0
23:30	0
23:45	0

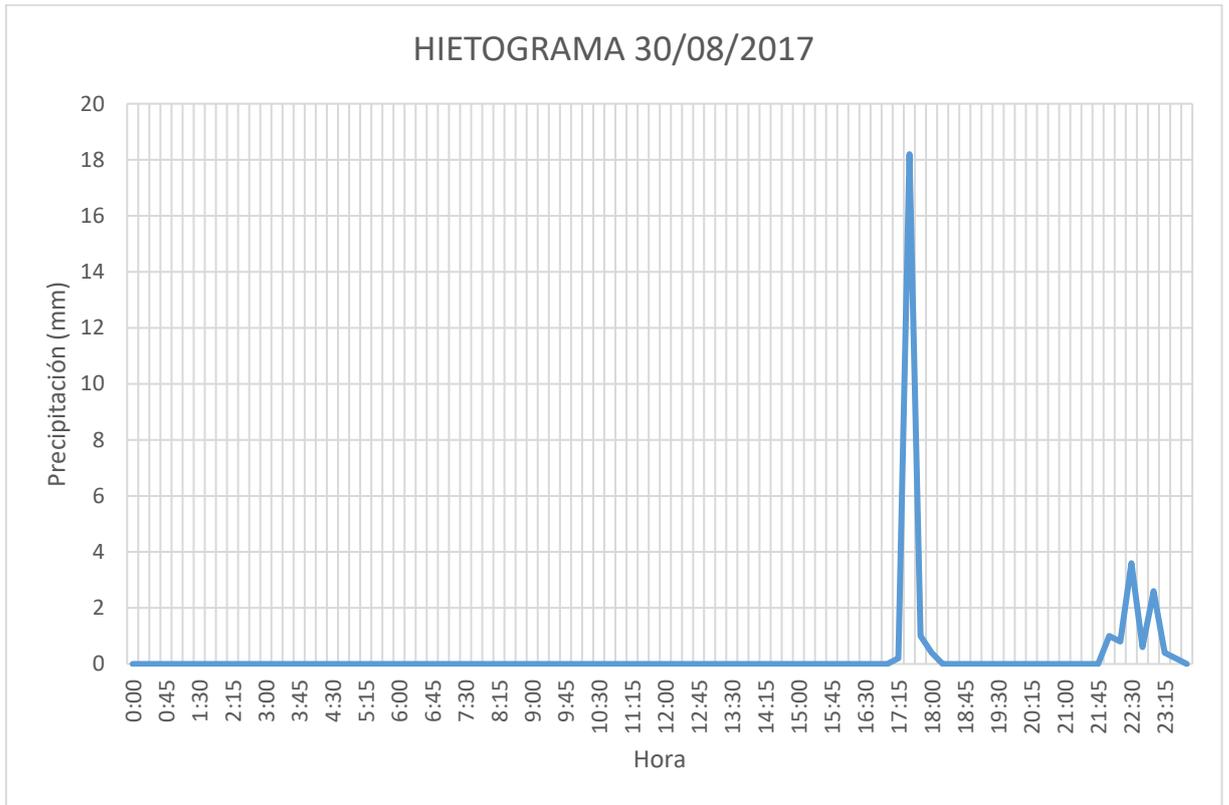


HIETOGRAMA 30/08/2017

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0
0:30	0
0:45	0
1:00	0
1:15	0
1:30	0
1:45	0
2:00	0
2:15	0
2:30	0
2:45	0
3:00	0
3:15	0
3:30	0
3:45	0
4:00	0
4:15	0
4:30	0
4:45	0
5:00	0
5:15	0
5:30	0
5:45	0
6:00	0
6:15	0
6:30	0
6:45	0
7:00	0
7:15	0
7:30	0
7:45	0

Hora	Precipitación (mm)
8:00	0
8:15	0
8:30	0
8:45	0
9:00	0
9:15	0
9:30	0
9:45	0
10:00	0
10:15	0
10:30	0
10:45	0
11:00	0
11:15	0
11:30	0
11:45	0
12:00	0
12:15	0
12:30	0
12:45	0
13:00	0
13:15	0
13:30	0
13:45	0
14:00	0
14:15	0
14:30	0
14:45	0
15:00	0
15:15	0
15:30	0
15:45	0

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0
16:15	0
16:30	0
16:45	0
17:00	0
17:15	0.2
17:30	18.2
17:45	1
18:00	0.4
18:15	0
18:30	0
18:45	0
19:00	0
19:15	0
19:30	0
19:45	0
20:00	0
20:15	0
20:30	0
20:45	0
21:00	0
21:15	0
21:30	0
21:45	0
22:00	1
22:15	0.8
22:30	3.6
22:45	0.6
23:00	2.6
23:15	0.4
23:30	0.2
23:45	0

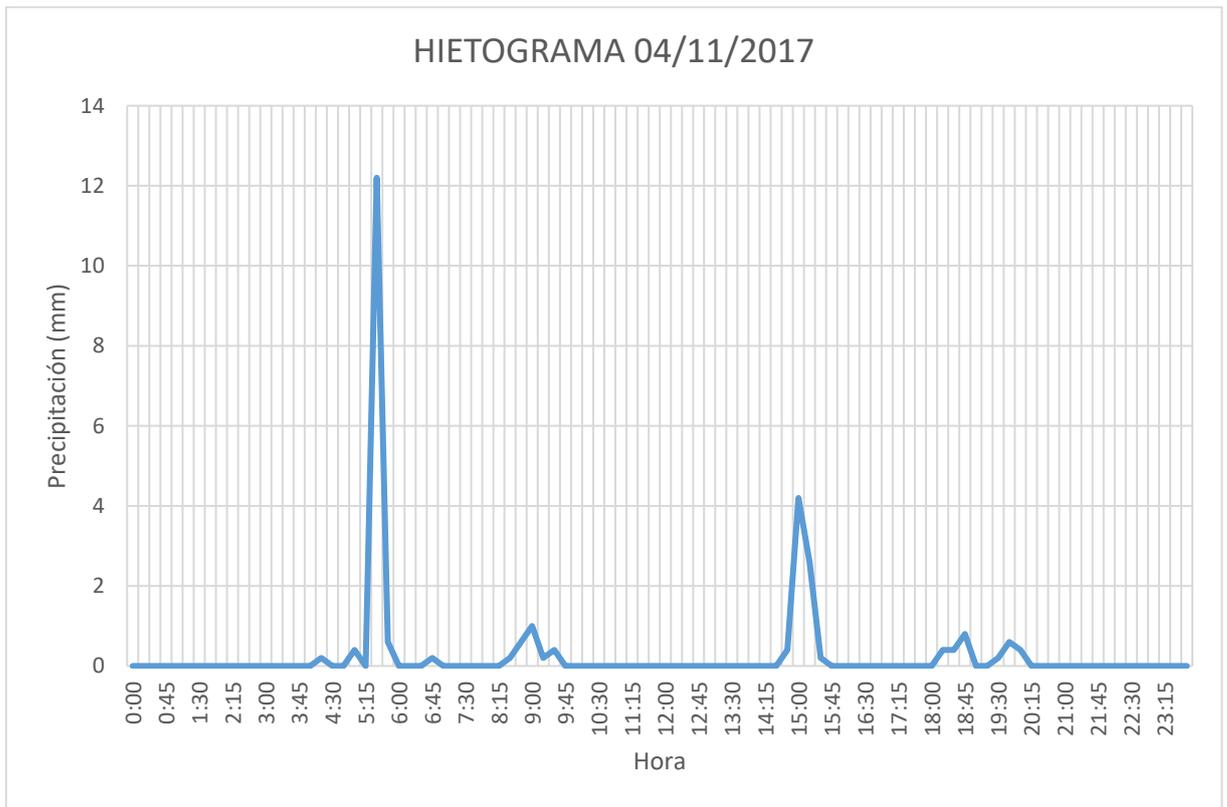


HIETOGRAMA 04/11/2017

Hora	Precipitación (mm)
0:00	0
0:15	0
0:30	0
0:45	0
1:00	0
1:15	0
1:30	0
1:45	0
2:00	0
2:15	0
2:30	0
2:45	0
3:00	0
3:15	0
3:30	0
3:45	0
4:00	0
4:15	0.2
4:30	0
4:45	0
5:00	0.4
5:15	0
5:30	12.2
5:45	0.6
6:00	0
6:15	0
6:30	0
6:45	0.2
7:00	0
7:15	0
7:30	0
7:45	0

Hora	Precipitación (mm)
8:00	0
8:15	0
8:30	0.2
8:45	0.6
9:00	1
9:15	0.2
9:30	0.4
9:45	0
10:00	0
10:15	0
10:30	0
10:45	0
11:00	0
11:15	0
11:30	0
11:45	0
12:00	0
12:15	0
12:30	0
12:45	0
13:00	0
13:15	0
13:30	0
13:45	0
14:00	0
14:15	0
14:30	0
14:45	0.4
15:00	4.2
15:15	2.6
15:30	0.2
15:45	0

Hora	Precipitación (mm)
16:00	0
16:15	0
16:30	0
16:45	0
17:00	0
17:15	0
17:30	0
17:45	0
18:00	0
18:15	0.4
18:30	0.4
18:45	0.8
19:00	0
19:15	0
19:30	0.2
19:45	0.6
20:00	0.4
20:15	0
20:30	0
20:45	0
21:00	0
21:15	0
21:30	0
21:45	0
22:00	0
22:15	0
22:30	0
22:45	0
23:00	0
23:15	0
23:30	0
23:45	0



ANEXO VI. HIDROGRAMAS DE AVENIDA SOBRE EL EMBALSE

HIDROGRAMA SOBRE EL ESPEJO DEL EMBALSE

AVENIDAS LLUVIAS

Tiempo	Precipitación (mm)	PERIODO DE RETORNO								
		5	10	25	100	500	1000	2000	5000	10000
0:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7:00	1.8	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16
7:15	2.8	0.06	0.08	0.09	0.12	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24
7:30	9	0.21	0.25	0.30	0.40	0.52	0.57	0.63	0.71	0.78
7:45	5.2	0.12	0.14	0.18	0.23	0.30	0.33	0.37	0.41	0.45
8:00	3.6	0.08	0.10	0.12	0.16	0.21	0.23	0.25	0.29	0.31
8:15	8.2	0.19	0.23	0.28	0.36	0.47	0.52	0.58	0.65	0.71
8:30	6.8	0.16	0.19	0.23	0.30	0.39	0.43	0.48	0.54	0.59
8:45	9.6	0.22	0.26	0.32	0.42	0.55	0.61	0.67	0.76	0.83
9:00	6.8	0.16	0.19	0.23	0.30	0.39	0.43	0.48	0.54	0.59
9:15	1.4	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12

AVENIDAS LLUVIAS

Tiempo	Precipitación (mm)	PERIODO DE RETORNO								
		5	10	25	100	500	1000	2000	5000	10000
9:30	0.6	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
9:45	0.8	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
10:00	0.4	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
10:15	0.4	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
10:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11:45	0.8	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
12:00	0.2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
12:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12:30	0.2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
12:45	0.2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
13:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

AVENIDAS LLUVIAS

Tiempo	Precipitación (mm)	PERIODO DE RETORNO								
		5	10	25	100	500	1000	2000	5000	10000
19:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21:15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21:30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22:15	0.4	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
22:30	0.8	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
22:45	0.2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
23:00	0.2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
23:15	0.2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
23:30	0.2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
23:45	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caudal máximo en 24 h (m³/s)		0.22	0.26	0.32	0.42	0.55	0.61	0.67	0.76	0.83

HIDROGRAMA DE LLENADO EN CASO DE AVERÍA

Tiempo	Caudal (m3/s)
0:00	16.41
0:15	16.41
0:30	16.41
0:45	16.41
1:00	16.41
1:15	16.41
1:30	16.41
1:45	16.41
2:00	16.41
2:15	16.41
2:30	16.41
2:45	16.41
3:00	16.41
3:15	16.41
3:30	16.41
3:45	16.41
4:00	16.41
4:15	16.41
4:30	16.41
4:45	16.41
5:00	16.41
5:15	16.41
5:30	16.41
5:45	16.41
6:00	16.41
6:15	16.41
6:30	16.41
6:45	16.41
7:00	16.41
7:15	16.41
7:30	16.41
7:45	16.41
8:00	16.41
8:15	16.41
8:30	16.41
8:45	16.41
9:00	16.41
9:15	16.41
9:30	16.41

Tiempo	Caudal (m3/s)
9:45	16.41
10:00	16.41
10:15	16.41
10:30	16.41
10:45	16.41
11:00	16.41
11:15	16.41
11:30	16.41
11:45	16.41
12:00	16.41
12:15	16.41
12:30	16.41
12:45	16.41
13:00	16.41
13:15	16.41
13:30	16.41
13:45	16.41
14:00	16.41
14:15	16.41
14:30	16.41
14:45	16.41
15:00	16.41
15:15	16.41
15:30	16.41
15:45	16.41
16:00	16.41
16:15	16.41
16:30	16.41
16:45	16.41
17:00	16.41
17:15	16.41
17:30	16.41
17:45	16.41
18:00	16.41
18:15	16.41
18:30	16.41
18:45	16.41
19:00	16.41
19:15	16.41
19:30	16.41

Tiempo	Caudal (m3/s)
19:45	16.41
20:00	16.41
20:15	16.41
20:30	16.41
20:45	16.41
21:00	16.41
21:15	16.41
21:30	16.41
21:45	16.41
22:00	16.41
22:15	16.41
22:30	16.41
22:45	16.41
23:00	16.41
23:15	16.41
23:30	16.41
23:45	16.41
0:00	16.41

ANEXO VII. HIDROGRAMAS DE AVENIDAS DE DISEÑO

AVENIDAS DE DISEÑO

Tiempo	Precipitación (mm)	PERIODO DE RETORNO								
		5	10	25	100	500	1000	2000	5000	10000
0:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
0:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
0:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
0:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
1:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
1:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
1:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
1:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
2:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
2:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
2:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
2:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
3:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
3:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
3:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
3:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
4:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
4:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
4:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
4:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
5:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
5:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
5:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
5:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
6:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
6:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
6:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
6:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
7:00	1.8	16.45	16.46	16.47	16.49	16.51	16.52	16.53	16.55	16.56
7:15	2.8	16.47	16.48	16.50	16.53	16.57	16.59	16.60	16.63	16.65
7:30	9	16.61	16.66	16.71	16.80	16.92	16.98	17.04	17.12	17.19
7:45	5.2	16.53	16.55	16.58	16.64	16.71	16.74	16.77	16.82	16.86
8:00	3.6	16.49	16.51	16.53	16.57	16.61	16.64	16.66	16.69	16.72
8:15	8.2	16.60	16.63	16.68	16.77	16.88	16.93	16.98	17.06	17.12
8:30	6.8	16.56	16.59	16.64	16.71	16.80	16.84	16.89	16.95	17.00
8:45	9.6	16.63	16.67	16.73	16.83	16.96	17.02	17.08	17.17	17.24
9:00	6.8	16.56	16.59	16.64	16.71	16.80	16.84	16.89	16.95	17.00
9:15	1.4	16.44	16.45	16.46	16.47	16.49	16.50	16.51	16.52	16.53
9:30	0.6	16.42	16.42	16.43	16.43	16.44	16.45	16.45	16.46	16.46

AVENIDAS DE DISEÑO

Tiempo	Precipitación (mm)	PERIODO DE RETORNO								
		5	10	25	100	500	1000	2000	5000	10000
9:45	0.8	16.43	16.43	16.43	16.44	16.45	16.46	16.46	16.47	16.48
10:00	0.4	16.42	16.42	16.42	16.43	16.43	16.43	16.44	16.44	16.44
10:15	0.4	16.42	16.42	16.42	16.43	16.43	16.43	16.44	16.44	16.44
10:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
10:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
11:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
11:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
11:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
11:45	0.8	16.43	16.43	16.43	16.44	16.45	16.46	16.46	16.47	16.48
12:00	0.2	16.41	16.41	16.41	16.42	16.42	16.42	16.42	16.42	16.43
12:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
12:30	0.2	16.41	16.41	16.41	16.42	16.42	16.42	16.42	16.42	16.43
12:45	0.2	16.41	16.41	16.41	16.42	16.42	16.42	16.42	16.42	16.43
13:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
13:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
13:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
13:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
14:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
14:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
14:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
14:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
15:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
15:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
15:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
15:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
16:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
16:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
16:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
16:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
17:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
17:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
17:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
17:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
18:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
18:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
18:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
18:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
19:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
19:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41

AVENIDAS DE DISEÑO

Tiempo	Precipitación (mm)	PERIODO DE RETORNO								
		5	10	25	100	500	1000	2000	5000	10000
19:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
19:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
20:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
20:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
20:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
20:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
21:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
21:15	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
21:30	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
21:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
22:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
22:15	0.4	16.42	16.42	16.42	16.43	16.43	16.43	16.44	16.44	16.44
22:30	0.8	16.43	16.43	16.43	16.44	16.45	16.46	16.46	16.47	16.48
22:45	0.2	16.41	16.41	16.41	16.42	16.42	16.42	16.42	16.42	16.43
23:00	0.2	16.41	16.41	16.41	16.42	16.42	16.42	16.42	16.42	16.43
23:15	0.2	16.41	16.41	16.41	16.42	16.42	16.42	16.42	16.42	16.43
23:30	0.2	16.41	16.41	16.41	16.42	16.42	16.42	16.42	16.42	16.43
23:45	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
0:00	0	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41	16.41
Caudal máximo en 24 h (m³/s)		16.63	16.67	16.73	16.83	16.96	17.02	17.08	17.17	17.24