

Universidad Pública de Navarra

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

*NEKAZARITZAKO INGENIERIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS IDF EN NAVARRA

Presentado por

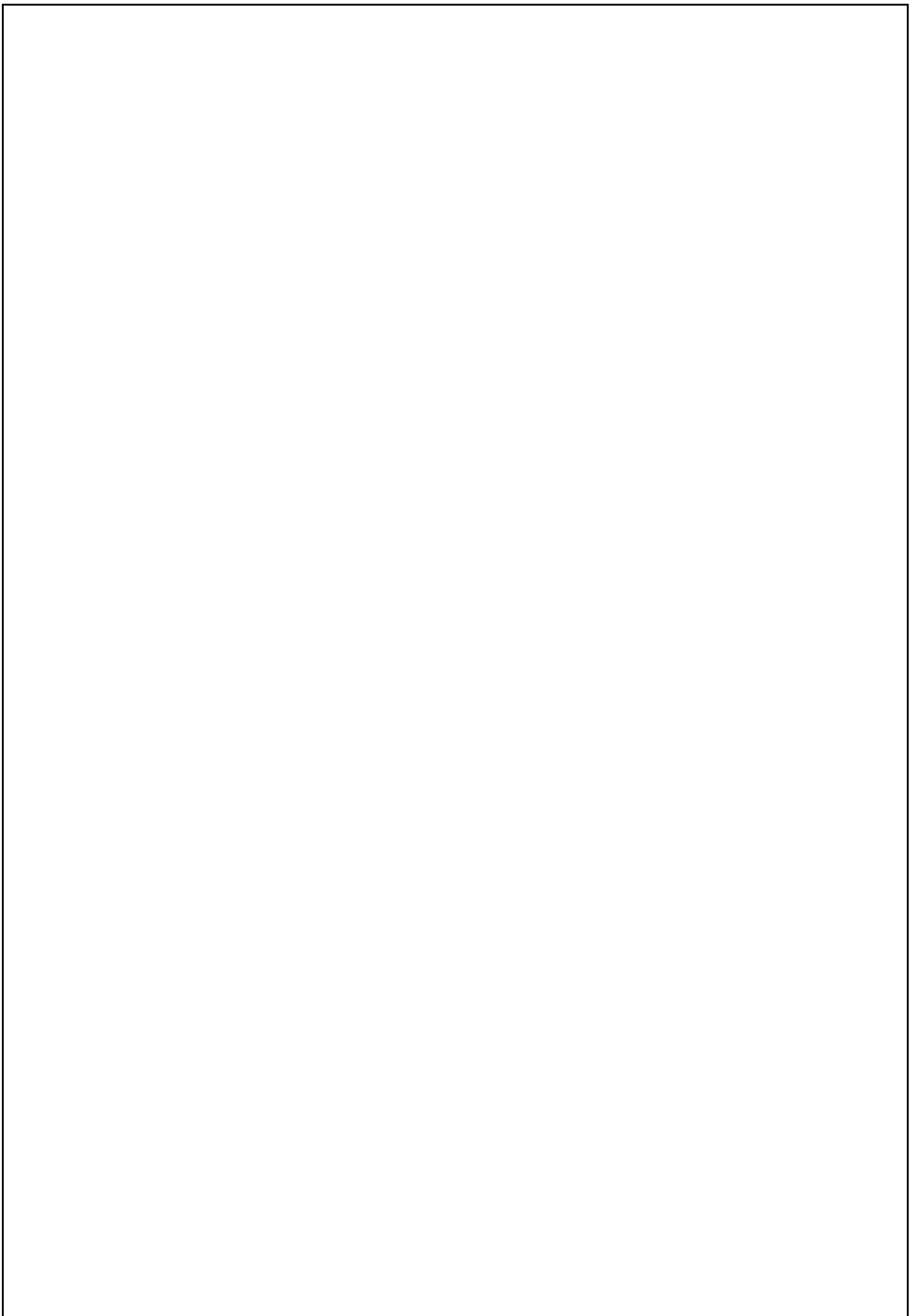
ANNA CHETYRINA

- k aurkeztua

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN

Junio, 2017 / 2017ko ekaina



RESUMEN

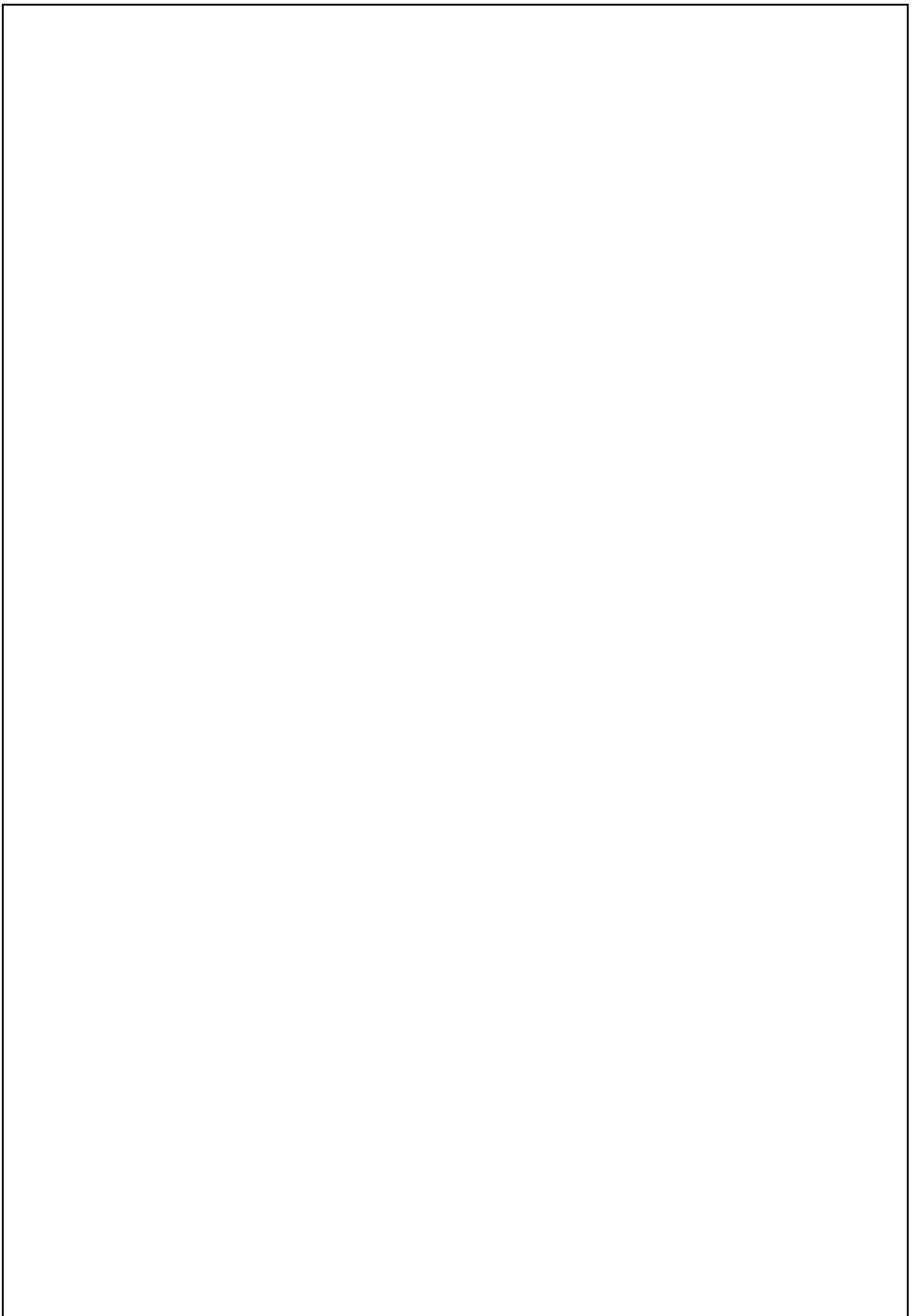
Para el diseño de infraestructuras hidráulicas se necesita conocer el comportamiento de las precipitaciones a través de una curva que facilita la intensidad media en función de la duración y la frecuencia, con la que se podrá predecir patrones de conductas de lluvia con una determinada probabilidad o período de retorno (T). Estas curvas se denominan curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia). Con el aumento de las estaciones pluviométricas automatizadas en Navarra se pretende conseguir una aproximación mucho más precisa de las curvas IDF. En concreto, se disponen de 23 estaciones automáticas, con una serie de registros superior a 15 años. Mediante el análisis de frecuencias de las lluvias se generan las curvas IDF para diferentes duraciones utilizando el programa Hydrognomon. El análisis de frecuencias ha permitido identificar la función de distribución que mejor se ajusta, L-Moments GEV-Max, mediante la selección visual y los test de bondad. Las curvas IDF generadas en Hydrognomon se analizan en comparación con las curvas IDF generadas por el método de Témez para las diferentes regiones de Navarra.

Palabras clave: intensidad de precipitación, curvas IDF, diseño hidrológico, periodo de retorno, yetograma de diseño.

ABSTRACT

For the hydraulic infrastructures design, it is necessary to know the behavior of the precipitations through a curve which shows the average intensity as a function of duration and frequency. Also, with this curve it will be possible to predict patterns of precipitation behavior with a certain probability or return period (T). These curves are called IDF (intensity-duration-frequency) curves. With the increase of automated weather stations in Navarra, a much more accurated approximation of the IDF curves is sought. Specifically, there are 23 automatic stations with records that span 15 years or more. IDF curves are generated by the frequency analysis of the precipitation series for different durations. The frequency analysis was performed with the program Hydrognomon. Frequency analysis allowed the identification of the distribution function with the best fit (L-Moments GEV-Max). The IDF curves generated with Hydrognomon were compared with those obtained with the Témez method.

Key words: precipitation intensity, IDF curves, hydrological design, return period, design precipitation hytograph.



Índice general

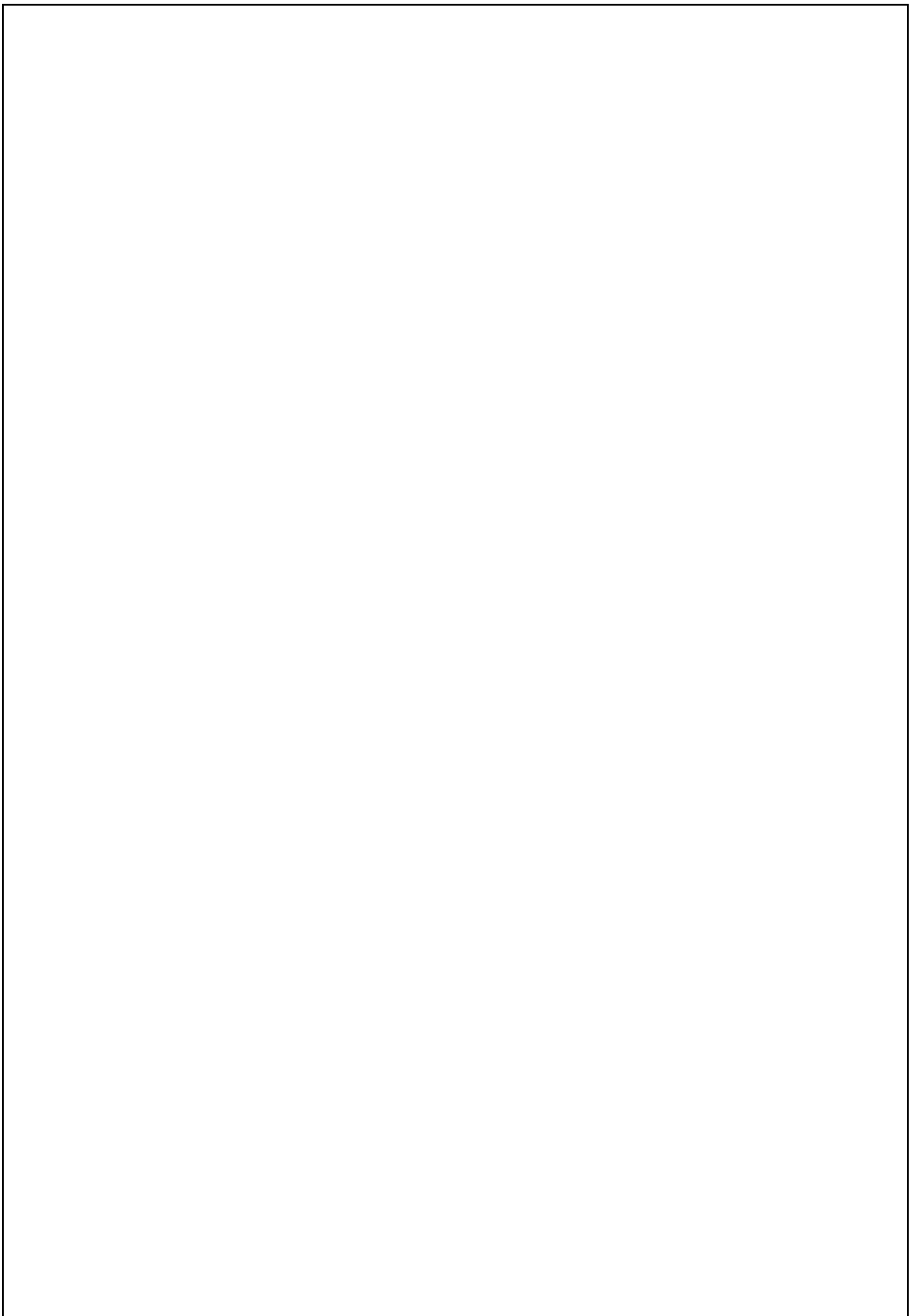
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
Objetivos	2
2. MATERIAL Y MÉTODOS	3
2.1. Series de datos	3
2.2. HYDROGNOMON.....	6
2.3. Descripción de las funciones de distribución.....	6
2.4. Métodos de estimación de parámetros.....	8
2.5. Selección de la función de distribución y métodos de ajuste.....	9
2.5.1. Selección visual.	9
2.5.2. Test de bondad de ajuste	9
Test Chi Cuadrado	10
Test Kolmogorov-Smirnov.....	10
2.5.3. Ejemplo de proceso de selección	10
2.6. Generación de curvas IDF.....	15
2.6.1. Curvas IDF por el método de Témez	15
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
3.1. Análisis de series de datos	17
3.2. Análisis comparativo de funciones de distribución.....	18
3.3. Determinación de curvas IDF con hydrognomon.....	23
3.4. Comparación de curvas obtenidas por HYDOGNOMON y el método de Témez.	28
4. CONCLUSIONES	38
5. REFERENCIAS.....	39
ANEJO 1. ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE LAS SERIES DE DATOS	41
ANEJO 2. AJUSTE VISUAL FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN.	51
I. Intervalo de 10 minutos.	51
II. Intervalo de 1 hora.....	63
III. Intervalo de 6 horas.	74
IV. Intervalo de 12 horas.	86
ANEJO 3. CURVAS IDF.....	103

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de las estaciones automáticas en las 5 regiones de Navarra establecidas (San Martín; 2015).	5
Tabla 2. Ajuste visual de las funciones de distribución en el intervalo de 10 minutos para las precipitaciones máximas.....	12
Tabla 3. Análisis de años válidos y descartados de cada estación automática seleccionada.	17
Tabla 4. Selección de función de distribución para el intervalo de 10 minutos.	19
Tabla 5. Selección de función de distribución para el intervalo de 1 hora.	20
Tabla 6. Selección de función de distribución para el intervalo de 6 horas.....	21
Tabla 7. Selección de función de distribución para el intervalo de 12 horas.....	22
Tabla 8. Selección de la función de distribución con mejor ajuste por región.	23
Tabla 9. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Doneztebe.	35
Tabla 10. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Aralar.	35
Tabla 11. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Trinidad de Iturgoien.	36
Tabla 12. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Carcastillo.	36
Tabla 13. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Carcastillo.	37
Tabla 14. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Tudela.	37

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de las estaciones meteorológicas de Navarra y localización de las 23 estaciones automáticas utilizadas.....	3
Figura 2. Longitud de las series de registros de precipitaciones diezminutales de las estaciones automáticas seleccionadas de Navarra.....	4
Figura 3. Estaciones pluviométricas manuales de cada zona con su color correspondiente (San Martín; 2015).	4
Figura 4. Funciones de distribución obtenidas en el programa Hydrognomon para el intervalo de 10 minutos en Bardenas-Yugo.	11
Figura 5. Visualización de las funciones de mejor ajuste para el intervalo de 10 minutos de las precipitaciones máximas de Bardenas-Yugo.....	13
Figura 6. Test de bondad Smirnov Kolmogorov y Chi cuadrado realizado con el programa hydrognomon.....	14
Figura 7. Selección final de la función con el mejor ajuste para el intervalo de 10 minutos en la estación de Bardenas-Yugo.	14
Figura 8. Índice de torrencialidad en España (BOE. Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras)	16
Figura 9. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Aguilar de Codés y Aoiz.	24
Figura 10. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Aralar y Arangoiti.....	24
Figura 11. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Beortegui y Carcastillo.....	25
Figura 12. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Carrascal y Doneztebe-Santesteban.....	25
Figura 13. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de El Perdón y Estella.	25
Figura 14. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Etxarri-Aranatz y Getadar.....	26
Figura 15. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Gorramendi e Irabia.	26
Figura 16. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Oskotz y Tafalla.....	26
Figura 17. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Trinidad y Iturgoien y Ujué.	27
Figura 18. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Villanueva de Yerri y Yesa.....	27
Figura 19. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Bardenas Loma Negra y Bardenas-Yugo.	28
Figura 20. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Yesa.....	29
Figura 21. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Doneztebe Santesteban.....	29
Figura 22. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Aralar.	30
Figura 23. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Irabia.....	30
Figura 24. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Aguilar de Codés.	31
Figura 25. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Yesa.	31
Figura 26. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Trinidad de Iturgoien.	32
Figura 27. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Beortegui. ...	32
Figura 28. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Carcastillo. .	33
Figura 29. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Tudela.....	34



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

“El diseño hidrológico es el proceso de evaluación del impacto de los eventos hidrológicos en un sistema de recursos hidráulicos que involucra la selección de las magnitudes de las variables del sistema para que éste se comporte adecuadamente en su funcionamiento y operación. El diseño hidrológico puede utilizarse para desarrollar esquemas de una nueva estructura, como un dique para el control de crecientes o avenidas, o bien para desarrollar programas de manejo y administración para el controlar mejor un sistema existente, por ejemplo, produciendo un mapa de la planicie de inundación para limitar la construcción cerca de un río.” (García y Puyol, 2006)

El diseño hidrológico tanto en ambientes rurales como en urbanos y periurbanos, requiere de la disponibilidad de información básica apropiada y consistente respecto a las precipitaciones máximas y el nivel de probabilidad con la que están asociadas. La valoración de la capacidad de generación de escurrimiento superficial del terreno resulta fundamental para el diseño de obras de drenaje, el manejo de escorrentías y el control de la erosión de suelos (Puricelli, 2014).

Actualmente el diseño hidrológico es vital para diversos fines: meteorológicos y edafológicos, dimensionamiento de las obras hidráulicas y diseño y planificación de obras de control y encauzamiento de cauces. El diseño de obras hidráulicas de drenaje de los excesos de escurrimiento superficial parte de la identificación de las lluvias máximas, las cuales se caracterizan en función de su intensidad (I), duración (D) y frecuencia de ocurrencia (F). Estas tres variables se relacionan mediante las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF), que permiten seleccionar un valor de precipitación para una duración y tiempo de recurrencia adecuados al sitio y magnitud de la obra (Chow, *et al.*, 1994).

Según Témez, las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978). La construcción de las curvas IDF, según diversos autores, plantean distintas formas o métodos para su construcción (Chow *et al.*, 1994; Varas y Sánchez, 1981; Vázquez *et al.*, 1987; Gómez, 1988; Stedinger *et al.*, 1992; Aparicio, 1997; Koutsoyiannis *et al.*, 1998). En general, los pasos a seguir para el diseño de curvas IDF son: a) identificar los valores de intensidad máximos anuales, b) elaborar el ajuste de una función de distribución de extremos para cada intervalo de tiempo considerado, y c) estimar los parámetros de la familia de curvas IDF.

Actualmente en España contamos con la Orden FOM/298/2016, recogida en la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras (2016). La mencionada Ley IDF se basa en el método sintético de Témez. Aunque fue modificada y adaptada en el año 2016, presenta algunas limitaciones frente a los avances tecnológico actuales (Salas, 2007). Estas limitaciones son el aumento de estaciones automáticas con series continuas y amplias y la subestimación de las curvas IDF en algunas regiones de España (Bachro y Chaoche, 2006).

En este trabajo se han obtenido las curvas IDF para las estaciones automáticas de Navarra y se han comparado con las curvas sintéticas de Témez. Por lo tanto, hay que tener en cuenta las

diferentes redes de toma de datos meteorológicos en Navarra: red de estaciones manuales y red de estaciones automáticas.

La red manual es muy abundante y la componen 83 estaciones distribuidas por toda Navarra, localizadas en núcleos habitados o próximos a ellos. Esta red de estaciones manuales tiene series muy largas de datos, pero solo registran la precipitación total diaria.

La red de estaciones automáticas también está distribuida por todo el territorio navarro, muchas de estas estaciones se localizan en zonas lejanas a los núcleos habitados. De las 29 estaciones automáticas ubicadas en Navarra, 19 de ellas están en tiempo real, es decir, se pueden consultar sus datos desde la página¹ cada 10 minutos. La principal ventaja de estas estaciones es la información proporcionada en tiempo real (anemo-veleta, pluviómetro y sensor de temperatura y humedad relativa), pero las longitudes de las series de datos de estas estaciones son cortas.

Con esta red de estaciones pluviométricas automatizadas se pretende conseguir una aproximación mucho más precisa de las curvas IDF mediante un análisis de frecuencias de las precipitaciones máximas con las series diez minútales registradas para los diferentes periodos de retorno (T) en la región de Navarra. Este análisis de frecuencias nos permite identificar la función de distribución con el mejor ajuste mediante la selección visual y los test de bondad Chi Cuadrado y Kolmogorov-Smirnov (Montgomery y Runger, 1996). Las curvas IDF se generarán mediante el programa HYDROGNOMON, el cual, permite la aplicación de muchas funciones de distribución y de muchos métodos de ajuste (Kozanis *et al.*, 2005). Las curvas generadas automáticamente en HYDROGNOMON se analizarán con las curvas obtenidas mediante el método sintético de Témez para las diferentes regiones establecidas en Navarra (San Martín, 2015).

Objetivos

Los principales objetivos que se plantean durante el desarrollo del presente TFG, son los siguientes:

- Análisis y elección de la función de distribución de variables extremas que mejor se ajuste a la serie de datos de precipitación de distintas duraciones.
- Determinar las curvas IDF a partir de las series de datos de las estaciones automáticas de la red pluviométrica de Navarra con el programa HYDROGNOMON.
- Comparar las curvas IDF generadas en HYDROGNOMON con las curvas obtenidas mediante el método de Témez.

¹ Extraído de : <http://meteo.navarra.es/>

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Series de datos

Navarra dispone de una amplia red de estaciones meteorológicas automáticas y manuales (*Figura 1*), dado que la finalidad del estudio es la caracterización de las curvas IDF, se partirá de las series de datos de las estaciones automáticas.

Tal y como se describe en la página web de Meteorología y climatología de Navarra², una estación meteorológica automática es un equipo de adquisición de datos en el que los instrumentos efectúan, almacenan y transmiten las observaciones de forma automática sin necesidad de la presencia de personal. Estas estaciones tienen ventajas frente a las estaciones manuales, ya que son más consistentes en sus medidas, ofrecen datos a mayor frecuencia y se pueden colocar en zonas aisladas o con dificultad de acceso.

La red de estaciones automáticas en Navarra está compuesta por 57 estaciones meteorológicas automáticas ubicadas a lo largo de todo el territorio navarro y gestionadas por diferentes organismos o instituciones: el Gobierno de Navarra, MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente), INTIA (Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias) y UPNA (Universidad Pública de Navarra).

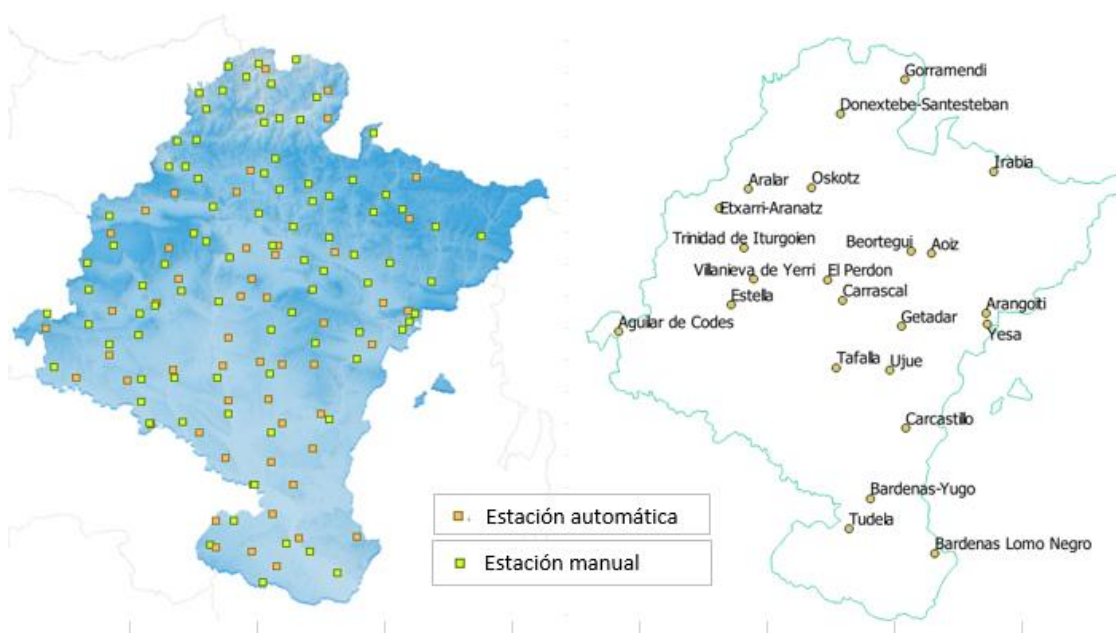


Figura 1. Distribución de las estaciones meteorológicas de Navarra y localización de las 23 estaciones automáticas utilizadas.

Para este estudio se han utilizado 23 estaciones automáticas gestionadas por el Gobierno de Navarra³. El criterio de selección de las estaciones ha sido que la longitud de serie sea igual o superior a 15 años. En la *Figura 2* se muestra, como la mayor parte de las estaciones abarcan más de 20 años de datos, exceptuando las estaciones Doneztebe-Santesteban, Getadar, Oskotz, Tudela y Villanueva de Yerri, cuyos periodos de datos son algo inferior. Cabe destacar que para

² Extraído de : [//http://meteo.navarra.es/](http://meteo.navarra.es/)

³ Extraído de : https://www.navarra.es/home_es/Gobierno+de+Navarra/

los estudios estadísticos estas longitudes de serie son poco representativas, pero dada la tardía implantación de las estaciones automáticas en la Comunidad Foral no se puede disponer de longitudes de series más amplias.

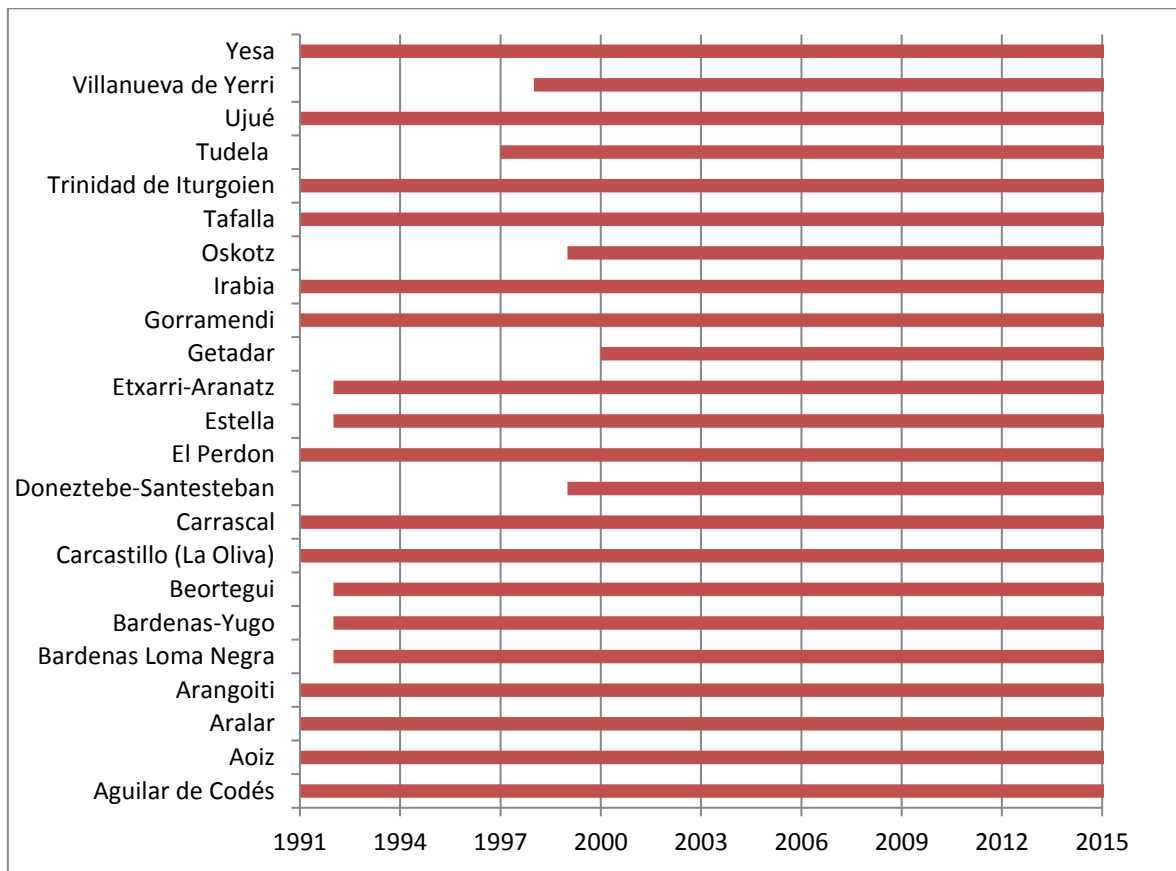


Figura 2. Longitud de las series de registros de precipitaciones diez minútales de las estaciones automáticas seleccionadas de Navarra.

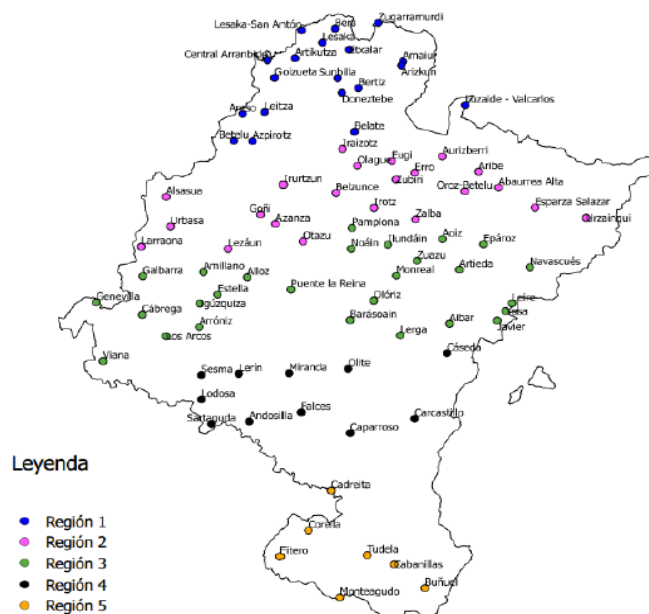


Figura 3. Estaciones pluviométricas manuales de cada zona con su color correspondiente (San Martín; 2015).

Además, en la *Figura 1*, se muestra la localización de las estaciones seleccionadas y se puede observar zonas con menos densidad de estaciones. Teniendo en cuenta la regionalización en función de las precipitaciones extremas diarias (*Figura 3*) realizada por San Martín (2015), clasificaremos estas estaciones automáticas (*Tabla 1*). Se observa que casi la mitad de las estaciones meteorológicas se localizan en la región 3 (*Tabla 1*), por lo que para poder obtener un estudio mucho más completo se debería de disponer de más estaciones meteorológicas automáticas distribuidas homogéneamente en las cinco regiones.

Tabla 1. Clasificación de las estaciones automáticas en las 5 regiones de Navarra establecidas (San Martín; 2015).

REGIÓN	ESTACIÓN
1	Doneztebe-Santesteban
	Gorramendi
2	Aralar
	Etxarri-Aranatz
	Irabia
	Oskotz
3	Aguilar de Codés
	Aoiz
	Arangoiti
	Beortegui
	Carrascal
	El Perdón
	Estella
	Getadar
	Trinidad de Iturgoien
	Villanueva de Yerri
	Yesa
	4
Tafalla	
Ujué	
5	Bardenas Loma Negra
	Bardenas-Yugo
	Tudela

Para la obtención de las series en las distintas agregaciones temporales necesarias (10 minutos, 30 minutos, 1 hora, 2 horas, 4 horas, 6 horas, 8 horas, 12 horas y 24 horas) se ha aplicado un programa desarrollado en MATLAB, el cual, al mismo tiempo que obtiene las distintas series, selecciona los máximos y cuantifica los fallos o ausencias de datos.

Cuando en un año hay ausencia de datos, el criterio para rechazarlo o aceptarlo es el número de huecos de datos. En el caso en el que el número de huecos sea inferior a 10 días, el año se da por válido, pero si el número de huecos es mayor a 10 días se procede a analizar las lagunas de los registros en comparación con los datos de las estaciones manuales próximas. Para seleccionar o eliminar aquellos años con ausencia de datos se realiza un tratamiento de los datos, en el cual, si se observa que la precipitación máxima anual no se da en el mismo día que en las estaciones manuales próximas, se descartará el año. La metodología a seguir para la evaluación de la validez de los datos se describe en el *Anejo 1. Análisis de datos*.

2.2. HYDROGNOMON

Para analizar estadísticamente las series de series de datos y valorar el ajuste de las funciones de distribución se ha utilizado el programa HYDROGNOMON⁴.

El programa HYDROGNOMON es un software libre para el análisis y procesado de series hidrológicas desarrollado por el "ITIA research group" de la "National Technical University of Athens" (Kozanis *et al.*, 2010). Este programa permite la aplicación de muchas funciones de distribución y de muchos métodos de ajuste.

Las principales funciones del programa son, entre otras:

- El análisis y proceso de datos hidrológicos.
- La representación tabular de los datos de diversas formas.
- El análisis de frecuencias, análisis multivariable, predicciones y análisis de curvas IDF mediante herramientas adecuadas.
- El ajuste de funciones de distribución y de variables extremas, con muchas opciones: Normal, LogNormal, Galton, Exponencial, Gamma, Pearson III, LogPearson III, Gumbel Max, EV2-Max, Gumbel Min, Weibull, GEV-Max, GEV-Min, Pareto, GEV-Max (kappa specified), GEV-Min (kappa specified).

Este último apartado es la característica más importante para el desarrollo de este trabajo, ya que realiza automáticamente el ajuste de la serie a numerosas funciones.

2.3. Descripción de las funciones de distribución

Se debe tener en cuenta que el análisis de frecuencias se puede hacer con métodos paramétricos y no paramétricos.

Métodos No Paramétricos

Los métodos no paramétricos utilizan directamente la muestra para modelar la serie de datos. Dentro de estos métodos el más simple es el ajuste gráfico de los datos de la muestra a una curva, representados en papel de probabilidad, con lo que se establece una relación entre la variable y el periodo de retorno.

La aplicación de este método exige asignar a cada uno de los datos una determinada probabilidad muestral que permita representarlos en un determinado papel de probabilidad,

⁴ Extraído y descargado de: // <http://hydrognomon.org/>. Consultada realizada en Junio 2016.

siendo habitual el uso del denominado “papel Gumbel” (López, 2016). Dos de las más utilizadas es la Weibull, ecuación (1) y la Gringorten, ecuación (2).

$$Fn(Xi) = \frac{i}{N+1} \quad (1)$$

$$Fn(Xi) = \frac{i-0.44}{N+0.12} \quad (2)$$

En este estudio se ha usado Weibull porque es la más utilizada.

Métodos Paramétricos:

Los métodos paramétricos modelan la serie de datos mediante fórmulas algebraicas basadas en unos parámetros que es preciso ajustar a partir de la muestra. Hay numerosas leyes de distribución que se utilizan habitualmente, a continuación, se presentan las que utiliza HYDROGNOMON (Koutsoyiannis, *et al.*, 1998).

- **Normal.** La función Normal es el modelo más utilizado y con mayor importancia en el campo de la estadística (Varas y Bois, 1998). Sin embargo, su uso es muy limitado en este ámbito, dado que las variables extremas raramente se comportan de esta forma.

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (3)$$

- **LogNormal.** Estudios realizados por Poblete *et al.*, (2002), identifican a la función LogNormal, entre otras funciones, como la que presenta mejor bondad de ajuste a series de caudales anuales.

$$F(x) = \int_0^x \frac{1}{y\sqrt{2\pi\sigma_z}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu_z}{\sigma_z}\right)^2} dy, \quad x \geq 0 \quad (4)$$

μ_z = parámetro de escala; σ_z = parámetro de forma

- **Pearson III.** Chow *et al.*, (1994), señalan que esta distribución posee una gran flexibilidad y diversidad de forma, dependiendo de los valores de sus parámetros, asimilando su utilización para precipitaciones o caudales máximos anuales.

$$F(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \left(\frac{x-\delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\frac{x-\delta}{\alpha}} \quad (5)$$

- **Log Pearson III.** Adaptada oficialmente en EEUU.

$$F(x) = \int_{e^c}^x \frac{1}{y\mu^k\Gamma(k)} (\ln y - c)^{k-1} e^{-(\ln y - c)/\mu} dy, \quad x \geq e^c \quad (6)$$

c = parámetro de escala; k, μ = parámetro de forma

- **Gumbel (EV1).** Ha sido una de las más utilizadas en este ámbito por su sencillez.

$$F(x) = \exp\left(-e^{-\frac{x}{\mu} + \sigma}\right) \quad (7)$$

σ = parámetro de localización; μ = parámetro de escala

- **GEV Max.** En Reino Unido es la más aplicada en este ámbito.

$$F(x) = \exp\left\{-\left[1 + k\left(\frac{x}{\mu} - \sigma\right)\right]^{-1/k}\right\} \quad x \geq \mu\left(\sigma - \frac{1}{k}\right) \quad (8)$$

σ = parámetro de localización; μ = parámetro de escala; k = parámetro de forma

- **Pareto.**

$$F(x) = 1 - \left[1 + k\left(\frac{x}{\mu} - \sigma\right)\right]^{-\frac{1}{k}} \quad x \geq \mu\sigma \quad (9)$$

σ = parámetro de localización; μ = parámetro de escala; k = parámetro de forma

- **Gamma.**

$$F(x) = \int_0^x \frac{1}{\mu^k \Gamma(k)} y^{k-1} e^{-y/\mu} dy, \quad x \geq 0 \quad (10)$$

k = parámetro de forma; λ = parámetro de escala.

- **Exponencial.**

$$F(x) = 1 - e^{-\frac{x}{\mu} + \sigma} \quad x \geq \mu\sigma \quad (11)$$

σ = parámetro de localización; μ = parámetro de escala

2.4. Métodos de estimación de parámetros.

Este apartado hace referencia al conjunto de técnicas que permiten dar un valor aproximado de un parámetro de una población a partir de los datos proporcionados por una muestra y las metodologías utilizadas son, el método de máxima verosimilitud, el método de los momentos, y el método de momentos lineales. Para trabajar con los registros de datos se debe elegir el modelo más adecuado para representar la muestra y estimar los parámetros.

Momentos

El principio básico de este método es la relación que existe entre los parámetros de la función de distribución y los momentos muestrales, los cuales se suponen iguales a los momentos de la población. Este método en muchos casos se utiliza como una primera estimación de los parámetros.

Máxima Verosimilitud

El principio básico de este método consiste en estimar los parámetros de tal forma que, al utilizar el modelo, la probabilidad de obtener los resultados observados sea máxima, (Chow *et al.*, 1994).

Momentos lineales o momentos ponderados por la probabilidad (*L-Moments*)

Este método es similar al método de los momentos y se basa en que una función de distribución puede ser caracterizada por sus momentos ponderados por la probabilidad. Este método tiene la ventaja teórica sobre el método de los momentos convencional en que por medio de éste se caracteriza una amplia gama de funciones de distribución y, además, es un método más robusto ante la presencia de anomalías (*outliers*) en la muestra. *L-Moments* fueron introducidos por primera vez por Greenwood, Maniuns, Landwehr y Wallis (Greenwood *et al.*, 1979).

2.5. Selección de la función de distribución y métodos de ajuste.

El proceso de selección para obtener la función de distribución de mejor ajuste ha sido una importante labor, puesto que este apartado ha sido uno de los más costosos, debido a la importancia que requiere el realizar correctamente el ajuste visual, ya que a veces los test estadísticos para la bondad de ajuste no proporcionan los mejores ajustes y la combinación de los dos métodos proporciona el mejor ajuste.

2.5.1. Selección visual.

Se observan visualmente las funciones que mejor se adaptan, para ello se realiza una representación gráfica mediante el programa HYDROGNOMON de la precipitación máxima en función del periodo de retorno. Se comprueba visualmente el ajuste de todos los puntos del gráfico y se establece una puntuación de cada función de ajuste del 1 al 5 (siendo 1 el peor ajuste y el 5 el mejor) siguiendo siempre el mismo criterio visual. Con ello se eligen las tres funciones de distribución que mejor se ajustan para cada serie de datos, el procedimiento se describe en el *Anejo 2. Ajuste de funciones*.

2.5.2. Test de bondad de ajuste.

La bondad de un ajuste se puede hacer de forma visual, pero éste, aunque puede ser orientativo, no es muy riguroso. Hay diferentes métodos estadísticos para determinar la bondad de un ajuste, los más conocidos son, el de la Chi Cuadrado y el de Kolmogorov-Smirnov. Para el análisis de una población partiendo de la información obtenida mediante una o varias muestras es preciso realizar determinados supuestos o hipótesis estadísticas acerca de las mismas.

Por tanto, tras el ajuste visual se descartan las funciones que peor se ajustan mediante las dos pruebas de bondad de ajuste realizadas mediante el programa HYDROGNOMON: test Chi Cuadrado y el test Kolmogorov-Smirnov.

Test Chi Cuadrado

Es una prueba no paramétrica que mide la discrepancia entre las frecuencias observadas (f_0) y las calculadas (f_c) mediante una distribución teórica dada por el estadístico X^2 , siendo:

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_0 - f_c)^2}{f_c}$$

$$\text{Donde } \sum f_0 = \sum f_c. \quad (12)$$

Si es estadístico $X^2=0$ quiere decir que las distribuciones teórica y real se ajustan a la perfección. En cambio, si $X^2>0$, difieren.

La distribución de este estadístico se puede asimilar a una distribución Chi Cuadrado con $(k-n-1)$ grados de libertad; siendo k el número de intervalos y n el número de parámetros de la distribución teórica. Esta función se encuentra tabulada.

Test Kolmogorov-Smirnov

Este método consiste en obtener la diferencia máxima, en valor absoluto, entre el valor de la función no paramétrica, $F_n(x)$, que es el valor equivalente a la frecuencia observada en la muestra, y la paramétrica, que es el valor de la función de distribución considerada, $F(x)$, para cada valor de caudal observado y ordenado.

$$D_{max} = \max |F_n(x) - F(x)| \quad (13)$$

Si, para un determinado nivel de significación, este valor es superior al estadístico de Kolmogorov-Smirnov, que está tabulado, la hipótesis se rechaza.

2.5.3. Ejemplo de proceso de selección.

Para que se entienda bien el proceso de selección realizado, desarrollamos aquí un ejemplo con los datos de la estación pluviométrica de Bardenas-Yugo para la duración de 10 minutos.

Primero: obtención de datos

Con el programa Matlab, analizamos los datos de la estación y obtenemos las precipitaciones máximas de los intervalos: 10 minutos, 30 minutos, 1, 2, 4, 6, 8, 12 y 24 horas. Tras ello, procedemos a analizar los datos de la serie de 10 minutos en la estación de Bardenas-Yugo y eliminamos año 1997 de la serie por carecer de datos.

Segundo: ajuste visual

Volcamos los datos de la serie de Bardenas-Yugo en el programa HYDROGNOMON y realizamos el análisis de frecuencias ajustándolos con todas las opciones. En la *Figura 4* se presenta el ajuste proporcionado por el programa de todas las funciones comparando con los valores de Weibull.

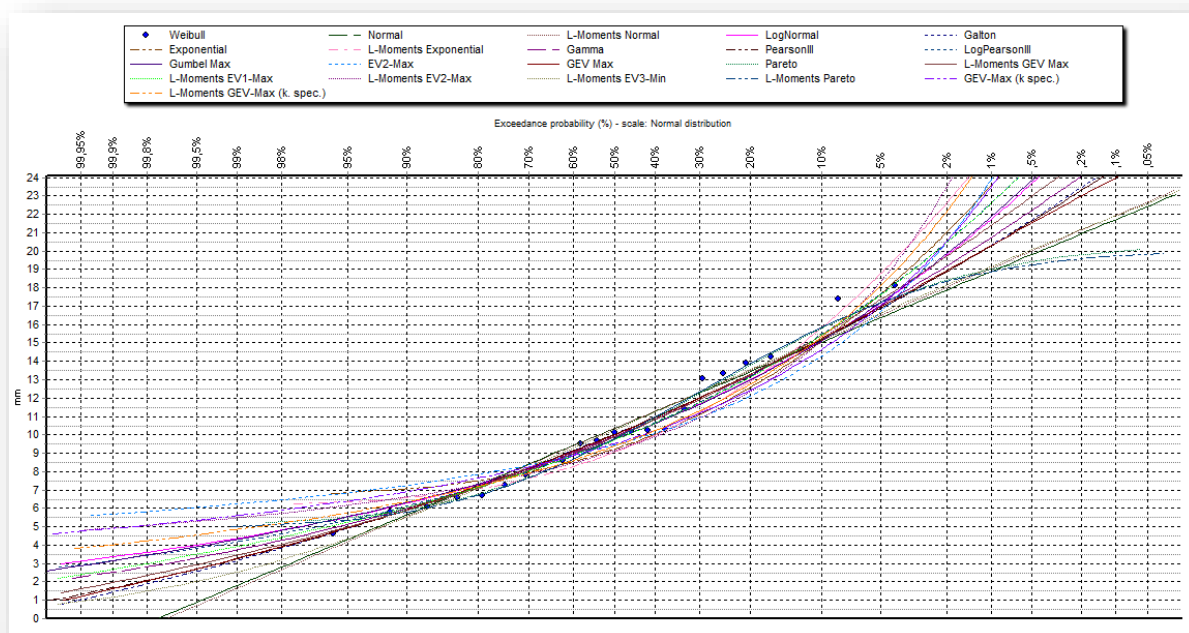


Figura 4. Funciones de distribución obtenidas en el programa Hydrognomon para el intervalo de 10 minutos en Bardenas-Yugo.

Analizamos visualmente el ajuste de cada una de las funciones y se le da una valoración del 5 al 1, según la percepción visual de la bondad del ajuste, asignando el valor 5 a las funciones que mejor se ajustan y 1 a las de peor ajuste. En la *Tabla 2* se observa el ejemplo para el intervalo de 10 minutos en Bardenas-Yugo, en la que se identifica fácilmente (en color verde) las tres funciones que mejor se ajustan a los datos, siendo las funciones LogPearson III, *L-Moments* GEV Max y *L-Moments* EV1-Max las más adecuadas

Tabla 2. Ajuste visual de las funciones de distribución en el intervalo de 10 minutos para las precipitaciones máximas. Mejor ajuste: ; Peor ajuste:

Estación	Max Gumbel	GEV Max	L-Moments GEV MAX	GEV Max (k-spec)	L-Moments GEV MAX (k-spec)	logPearson III	Pareto	L-Moments Pareto	Normal	L-Moments Normal	Log Normal	Galton	Exponencial	L-Moments Exponencial	Gamma	Pearson III	L-Moments EV1-MAX	EV2-Max	L-moments EV2-Max
Aguilar de Codés	4	4	5	2	3	1	3	3	4	4	3	5	1	2	3	5	4	1	2
Aoiz	4	4	5	3	5	4	3	2	3	1	4	4	2	5	3	4	4	2	3
Aralar	4	4	5	3	3	5	2	2	4	3	4	4	2	3	4	4	5	2	2
Arangoiti	4	5	5	3	3	2	2	1	5	2	3	4	2	1	4	5	3	2	2
Bardenas Loma Negra	4	4	5	4	4	5	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4
Bardenas-Yugo	4	4	5	3	4	5	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	5	3	3
Beortegui	4	4	5	3	4	5	4	4	3	3	5	4	3	3	4	4	5	3	4
Carcastillo (La Oliva)	4	4	5	4	4	5	4	3	3	4	4	5	3	3	4	4	4	3	3
Carrascal	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	4	4	2	1	4	4	3	2	2
Doneztebe-Santesteban	4	4	5	4	5	5	4	4	2	2	4	4	3	4	3	4	3	2	3
El Perdón	4	5	4	4	4	4	4	4	2	1	2	5	4	5	3	4	4	4	4
Estella	4	4	5	4	5	5	4	4	3	2	4	4	3	3	2	4	3	2	3
Etxarri-Aranatz	4	3	5	4	4	5	2	2	2	3	5	3	3	2	3	4	3	1	3
Getadar	4	4	5	4	4	5	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	5	2	3
Gorramendi	4	5	5	4	4	4	2	2	5	3	4	4	3	2	4	4	4	3	4
Irabia	4	3	5	4	4	4	2	1	3	4	4	5	3	3	4	5	4	2	3
Oskotz	4	3	4	5	4	5	3	3	3	3	3	3	2	5	4	3	4	1	2
Tafalla	4	4	5	3	5	5	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3
Trinidad de Iturgoien	4	4	4	2	5	5	4	4	3	3	4	3	2	3	4	3	5	2	3
Tudela (MC)	4	4	4	4	5	5	3	3	3	3	4	5	2	2	4	4	4	2	3
Ujué	5	5	4	4	5	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3
Villanueva de Yerri	5	4	5	3	3	5	3	3	3	3	4	4	2	4	4	4	4	2	2
Yesa	4	4	4	4	5	5	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	5	3	3

En la *Figura 5* se muestra el ajuste gráfico de las tres funciones que mejor se ajustan a los datos en Bardenas-Yugo y clasificamos las tres funciones seleccionadas según el mejor ajuste visual, siendo *L-Moments* EV1-Max la mejor seguida de LogPearson III y *L-Moments* GEV Max.

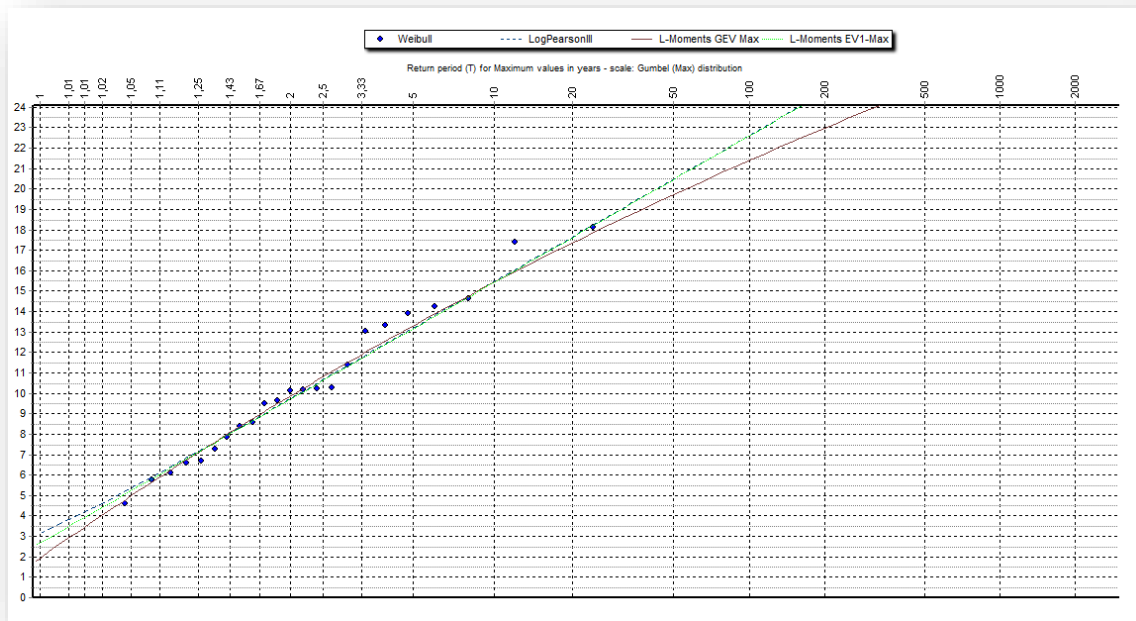


Figura 5. Visualización de las funciones de mejor ajuste para el intervalo de 10 minutos de las precipitaciones máximas de Bardenas-Yugo.

Tercero: test de bondad de ajuste

Procedemos a aplicar los test de bondad de ajuste con HYDROGONOMON.

El test Kolmogorov Smirnov proporciona la mejor función, *L-Moments* GEV Max, con un ajuste de 99,09 %. La función *L-Moments* Pareto también obtiene un muy buen resultado con un ajuste de 98,72 % (*Figura 6*). A pesar de estos dos muy buenos resultados, se sigue teniendo en cuenta que las LogPearson III y *L-Moments* EV1-Max tienen un ajuste del 98,65 % y 98,19 % respectivamente.

Por otro lado, el test de bondad Chi Cuadrado proporciona el mejor resultado para las funciones *L-Moments* EV1-Max y Gamma (*Figura 6*).

File Edit View Options Forecasts Confidence Tests					File Edit View Options Forecasts Confidence Tests								
Distribution functions		Histogram - Density functions		Parameter evaluation - Forecasts			Distributor functions		Histogram - Density functions		Parameter evaluation - Forecasts		
Kolmogorov-Smirnov test for All data					X-Square test for All data								
	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a		a=1%	a=5%	a=10%	Attained a				
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	73,1635%	Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56,8237%				
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	73,1737%	Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56,8237%				
Lognormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96,2059%	Lognormal	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	6,46265%				
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94,8127%	Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	11,8670%				
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25,0911%	Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15,4191%				
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	70,8560%	Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23,8167%				
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98,3648%	Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25,6001%				
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95,0932%	Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	11,8670%				
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98,6499%	Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	11,8670%				
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95,3780%	EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	6,46265%				
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	42,3269%	EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	6,46265%				
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	24,3177%	EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36,7879%				
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	79,0190%	EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56,8237%				
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96,1737%	GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	26,7683%				
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95,6613%	GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	26,7683%				
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	92,0939%	Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	26,7683%				
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99,0707%	GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	11,8670%				
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98,7189%	GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	26,7683%				
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98,1885%	EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25,6001%				
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	70,8638%	EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15,4191%				
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	24,8277%	EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36,7879%				
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	80,0332%	EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56,8237%				
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98,7196%	Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	26,7683%				
GEV-Max (Gappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	73,9792%	GEV-Max (Gappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15,4191%				
GEV-Min (Gappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	47,5357%	GEV-Min (Gappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36,7879%				
GEV-Max (Gappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90,4978%	GEV-Max (Gappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23,8167%				
GEV-Min (Gappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	47,6589%	GEV-Min (Gappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	36,7879%				

Figura 6. Test de bondad Smirnov-Kolmogorov y Chi Cuadrado realizado con el programa Hydrognomon.

Cuarto: selección definitiva

Tras la valoración visual de las funciones de ajuste y los resultados de los test de bondad se procede a seleccionar la función que mejor se ajuste a los datos reales. Este paso final es muy riguroso, ya que se tiene que tener en cuenta todos los resultados obtenidos y seleccionar el mejor ajuste global. Es decir, no se tiene en cuenta la función que mejor ajuste tiene en el ajuste visual, el test de Kolmogorov-Smirnov y el test de Chi Cuadrado, sino la función que tiene un buen comportamiento en los tres.

En este caso sería la función *L-Moments EV1-Max* porque es la que posee un mejor ajuste visual, el test Chi Cuadrado le proporciona el mejor resultado y, además, tiene un ajuste del 98,65 % en el test de Kolmogorov-Smirnov, con una diferencia de 0,35 puntos de la función de mejor ajuste proporcionada por este test. En la *Figura 7*, se representa el ajuste de la función *L-Moments EV1-Max* a los datos reales de la estación Bardenas-Yugo en para el intervalo de 10 minutos.

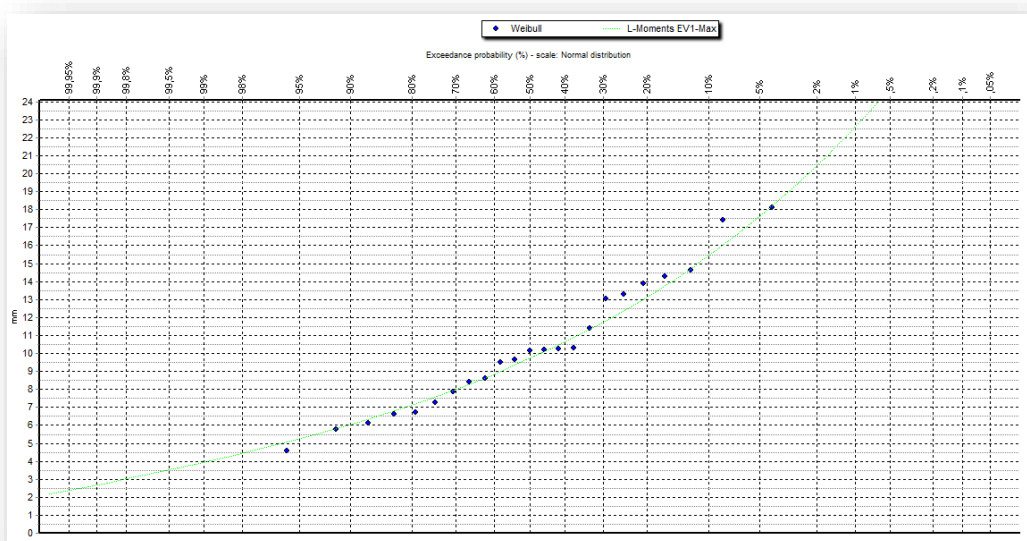


Figura 7. Selección final de la función con el mejor ajuste para el intervalo de 10 minutos en la estación de Bardenas-Yugo.

2.6. Generación de curvas IDF

Las curvas IDF son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978).

Una vez establecidas las mejores funciones de cada estación, se generan para cada intervalo las curvas IDF mediante el programa HYDROGNOMON para los siguientes periodos de retorno: T=2, T=5, T=10, T=20, T= 50, T=100, T=200 y T=500.

2.6.1. Curvas IDF por el método de Témez

El método de Témez para la obtención de las curvas IDF es el método sintético utilizado en España (Norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras) y la siguiente expresión permite calcular la intensidad para cualquier intervalo:

$$I_t = I_d \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287t^{0,1}} \quad (13)$$

Siendo,

I_t = intensidad media diaria (mm/h) asociada a un periodo de retorno, T.

I_d = intensidad media diaria de precipitación en mm/h).

$$I_d = P_d / 24$$

P_d = Precipitación diaria en mm.

I_1 = intensidad horaria de precipitación correspondiente a ese T (mm/h).

t = periodo de tiempo

I_1 / I_d = índice de torrencialidad. Su valor se determina en función de la zona geográfica (Figura 8).

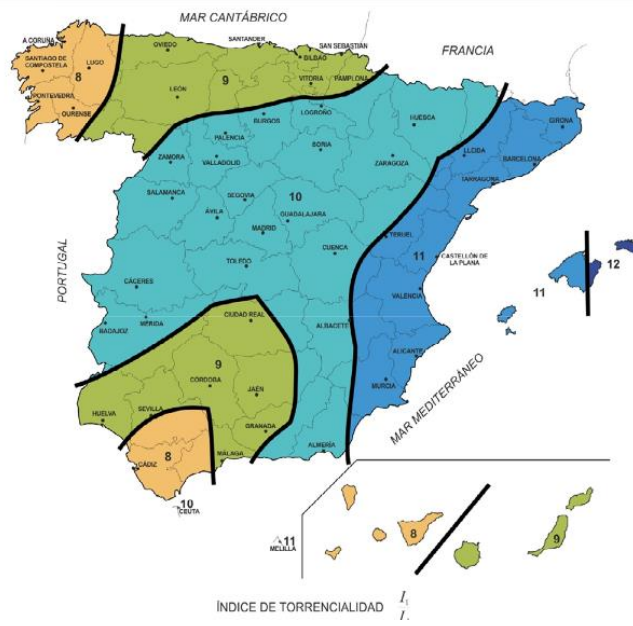


Figura 8: Índice de torrencialidad en España (BOE. Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado del estudio se presenta el análisis comparativo de las funciones de distribución para cada intervalo y obtención de las curvas IDF con el programa HYDROGONOMON.

3.1. Análisis de series de datos

Es importante realizar una valoración de los datos finales utilizados de las series, por lo que en la *Tabla 2* se presentan los datos descartados de cada una de las estaciones con las que se ha trabajado. Se comprueba de este modo que los años utilizados son casi todos y los datos descartados no superan el 10 % del total de los datos en las 23 estaciones. La excepción es la estación de Estella, en la que se eliminan 9 años de datos, pero teniendo en cuenta que es la estación con más datos (33 años), no supone ningún problema en este estudio.

Tabla 3. Análisis de años válidos y descartados de cada estación automática seleccionada.

Estación	Años válidos	Años descartados	Años totales
Aguilar de Codés	24	0	24
Aoiz	23	1	24
Aralar	21	3	24
Arangoiti	24	0	24
Bardenas Loma Negra	23	1	24
Bardenas-Yugo	23	1	24
Beortegui	23	0	23
Carcastillo (La Oliva)	22	2	24
Carrascal	24	0	24
Doneztebe-Santesteban	16	0	16
El Perdón	24	0	24
Estella	24	9	33
Etxarri-Aranatz	23	0	23
Getadar	15	0	15
Gorramendi	24	0	24
Irabia	23	1	24
Oskotz	16	0	16
Tafalla	24	0	24
Trinidad de Iturgoien	24	0	24
Tudela	17	1	18
Ujué	23	1	24
Villanueva de Yerri	17	0	17
Yesa	24	0	24

3.2. Análisis comparativo de funciones de distribución

El objetivo del análisis comparativo de las funciones de distribución consiste en obtener la función de mejor ajuste para cada estación y para cada una de las duraciones establecidas anteriormente. Este análisis es muy laborioso, ya que en la mayoría de los casos la función de mejor ajuste para cada intervalo de duración puede ser distinta para la misma estación.

Tal y como se ha establecido anteriormente, se realiza un ajuste visual para todas las funciones en los intervalos de 10 minutos, 1 hora, 6 horas y 12 horas, y el ajuste de cada función se valora de 5 a 1, según la percepción visual de la bondad del ajuste, asignando el valor 5 a las funciones que mejor se ajustan y 1 a las de peor ajuste. En el *Anejo 2. Ajuste de funciones* se establece la valoración de todos los intervalos de 10 minutos, 1 hora, 6 horas y 12 horas para todas las estaciones mediante unas tablas con escala de colores.

En la valoración del ajuste de las funciones a las 23 estaciones en los 4 intervalos de duración, se puede decir que la distribución Gumbel Max y GEV Max tienen un buen ajuste para todos los intervalos, pero la función que mejor se adapta a la mayor parte de los casos es *L-Moments* GEV Max. Además, en el estudio desarrollado por el Departamento de Ingeniería del medio rural de la Upna (López, García, Becerril y San Martín, 2015) en el que se realiza un análisis de frecuencia local para las precipitaciones diarias máximas de Navarra, también se demuestra que la función de distribución *L-Moments* GEV Max es la que mejor se adapta a todas las estaciones manuales en el intervalo de 24 horas.

Por tanto, se comprueba que, en términos generales, la función que mejor comportamiento presenta es la GEV-Max con *L-Moments*. En las *Tablas 4, 5, 6 y 7* se muestra el proceso de selección de la función de distribución que mejor se ajusta en cada estación. Se seleccionan las tres mejores funciones ordenadas del 1 al 3 respectivamente y tras ello con los test de Kolmogorov-Smirnov y Chi Cuadrado se descartan las de peor ajuste y tan solo se selecciona una función, la que tiene mejor bondad de ajuste. El proceso de selección y los criterios seguidos quedan descritos en el apartado 2.5.3. *Ejemplo de selección*.

Si observamos detenidamente la selección final de los 4 intervalos, *L-Moments* GEV Max ha sido la función que se ha considerado que proporcionaba un mejor ajuste. Pero las funciones *L-Moments* EV1-MAX y *L-Moments* GEV Max (k.spec.) también proporcionan el mejor ajuste en varias estaciones.

Tabla 4. Selección de función de distribución para el intervalo de 10 minutos.

Estación	Ajuste visual			Selección
	1	2	3	
Aguilar de Codés	L-M GEV Max	Galton	Pearson III	L-Moments GEV Max
Aoiz	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max	L-M Exponencial	L-M GEV Max (k.s.)
Aralar	L-M GEV Max	L-M EV1 Max	LogPearson III	L-M GEV Max
Arangoiti	Pearson III	L-M GEV Max	GEV Max	L-M GEV Max
Bardenas Loma Negra	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M EV1 Max
Bardenas-Yugo	L-M EV1 Max	LogPearson III	L-M GEV Max	L-M EV1 Max
Beortegui	L-Moments EV1 Max	LogPearson III	L-M GEV Max	L-M GEV Max
Carcastillo (La Oliva)	L-M GEV Max	LogPearson III	Galton	LogPearson III
Carrascal	GEV Max	L-M GEV Max	Gumbel Max	L-M EV1 Max
Doneztebe-Santesteban	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	Exponential	L-M GEV Max
El Perdón	GEV Max	Galton	L-M Exponencial	L-M GEV Max
Estella	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)
Etxarri-Aranatz	L-M GEV Max	LogPearson III	LogNormal	L-M GEV Max
Getadar	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M EV1 Max
Gorramendi	L-M GEV Max	GEV Max	Normal	L-M GEV Max
Irabia	Pearson III	Galton	L-M GEV Max	L-M GEV Max
Oskotz	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M Exponencial	L-M GEV Max (k.s.)
Tafalla	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M GEV Max
Trinidad de Iturgoien	L-M EV1 Max	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)	L-M EV1 Max
Tudela	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	Galton	L-M GEV Max (k.s.)
Ujué	L-M GEV Max (k.s.)	GEV Max	Gumbel Max	L-M EV1 Max
Villanueva de Yerri	LogPearson III	Gumbel Max	L-M GEV Max	L-M GEV Max
Yesa	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M EV1 Max

Tabla 5. Selección de función de distribución para el intervalo de 1 hora.

Estación	Ajuste visual			Selección
	1	2	3	
Aguilar de Codés	L-M GEV Max	L-M Normal	Normal	L-M Normal
Aoiz	L-M GEV Max	Pearson III	Galton	L-M GEV Max
Aralar	L-M GEV Max	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)
Arangoiti	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV2 Max	L-M GEV Max
Bardenas Loma Negra	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)
Bardenas-Yugo	LogPearson III	L-M GEV Max	L-M EV1 Max	LogPearson III
Beortegui	Pearson III	L-M GEV Max	L-M Normal	L-M Normal
Carcastillo (La Oliva)	L-M GEV Max	LogPearson III	Galton	L-M GEV Max
Carrascal	LogPearson III	Gumbel Max	L-M GEV Max	L-M GEV Max
Doneztebe-Santesteban	Pearson III	L-M GEV Max	L-M Normal	L-M Normal
El Perdón	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	LogPearson III	L-M EV2 Max
Estella	L-M GEV Max	L-M EV1 Max	Gumbel Max	L-M EV1 Max
Etxarri-Aranatz	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max	LogPearson III	LogPearson III
Getadar	L-M GEV Max	GEV Max	Galton	L-M GEV Max
Gorramendi	L-M EV2 Max	LogPearson III	L-M GEV Max	L-M EV2 Max
Irabia	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	LogPearson III	L-M EV2 Max
Oskotz	LogPearson III	L-M GEV Max	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max (k.s.)
Tafalla	L-M GEV Max	LogPearson III	LogNormal	L-M GEV Max
Trinidad de Iturgoien	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	GEV Max	LogPearson III
Tudela	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M EV1 Max
Ujué	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV2 Max	L-M EV2 Max
Villanueva de Yerri	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	EV2 Max	L-M EV2 Max
Yesa	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	Gumbel Max	L-M GEV Max

Tabla 6. Selección de función de distribución para el intervalo de 6 horas.

Estación	Ajuste visual			Selección
	1	2	3	
Aguiar de Codés	L-M GEV Max	Pearson III	L-M Normal	L-M GEV Max
Aoiz	L-M GEV Max (k.s.)	GEV Max	LogPearson III	GEV Max
Aralar	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M EV1 Max
Arangoiti	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV2 Max	L-M EV2 Max
Bardenas Loma Negra	LogPearson III	GEV Max	GEV Max (k.spec.)	L-M EV1 Max
Bardenas-Yugo	L-M GEV Max	LogPearson III	LogNormal	L-M EV1 Max
Beortegui	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M EV2 Max	LogPearson III
Carcastillo (La Oliva)	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M GEV Max
Carrascal	L-M GEV Max	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M GEV Max
Doneztebe-Santesteban	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M GEV Max
El Perdón	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M GEV Max
Estella	L-M GEV Max	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)
Etxarri-Aranatz	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M EV1 Max
Getadar	L-M GEV Max	LogPearson III	GEV Max	L-M GEV Max
Gorramendi	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M Normal	LogPearson III
Irabia	L-M EV1 Max	L-M GEV Max	Gumbel Max	L-M EV1 Max
Oskotz	L-M EV2 Max	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV2 Max
Tafalla	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max	L-M GEV Max
Trinidad de Iturgoien	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max
Tudela	L-M Normal	Pearson III	GEV Max	L-M Normal
Ujué	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M GEV Max	L-M GEV Max
Villanueva de Yerri	L-M GEV Max	LogPearson III	EV2 Max	EV2 Max
Yesa	L-M EV2 Max	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV2 Max

Tabla 7. Selección de función de distribución para el intervalo de 12 horas.

Estación	Ajuste visual			Selección
	1	2	3	
Aguilar de Codés	Pearson III	GEV Max	L-M GEV Max	Pearson III
Aoiz	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV2 Max	L-M EV2 Max
Aralar	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV2 Max	LogPearson III
Arangoiti	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	LogPearson III	L-M EV2 Max
Bardenas Loma Negra	GEV Max (k.s.)	LogNormal	Galton	GEV Max (k.s.)
Bardenas-Yugo	Pearson III	L-M GEV Max	LogNormal	Pearson III
Beortegui	L-M GEV Max (k.s.)	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)
Carcastillo (La Oliva)	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M GEV Max (k.s.)
Carrascal	LogPearson III	L-M EV1 Max	L-M GEV Max (k.s.)	L-M EV1 Max
Doneztebe-Santesteban	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV1 Max	LogPearson III
El Perdón	L-M GEV Max	LogPearson III	Gumbel Max	L-M GEV Max
Estella	L-M GEV Max (k.s.)	L-M EV2 Max	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)
Etxarri-Aranatz	L-M GEV Max	LogPearson III	LogNormal	L-M GEV Max
Getadar	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	LogPearson III	LogPearson III
Gorramendi	Pearson III	L-Moments Normal	GEV Max	L-Moments Normal
Irabia	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	LogPearson III	L-M EV2 Max
Oskotz	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	LogPearson III	L-M EV2 Max
Tafalla	L-M GEV Max	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M GEV Max
Trinidad de Iturgoien	L-M GEV Max	L-M GEV Max (k.s.)	LogPearson III	L-M GEV Max (k.s.)
Tudela	L-M GEV Max	Galton	L-M EV1 Max	L-M GEV Max
Ujué	L-M GEV Max	L-M EV1 Max	LogPearson III	L-M EV1 Max
Villanueva de Yerri	L-M GEV Max	LogPearson III	L-M EV2 Max	L-M EV2 Max
Yesa	L-M GEV Max	L-M EV2 Max	LogPearson III	L-M GEV Max

En las tablas anteriores se muestran las mejores funciones de ajuste para cada estación, pero en la mayor parte de los casos, las funciones de distribución mejor valoradas no coinciden en los cuatro intervalos para la misma estación, por lo que es necesario valorar estos ajustes y elegir la mejor función de carácter general para la misma estación en los cuatro intervalos. Además, en Navarra disponemos de cinco regiones y se entiende por región aquella zona en la que se puede asumir que la distribución de frecuencias que rige la precipitación extrema es la misma en todas ellas. Por tanto, el objetivo final de este trabajo es establecer la función de distribución patrón para cada región, por lo que se elige la función de mejor ajuste para cada región para satisfacer la condición de homogeneidad de cada zona.

En la *Tabla 8* clasificamos las funciones de mejor ajuste en las cinco regiones clasificadas anteriormente y observamos que en todas las regiones predomina la función *L-Moments* GEV Max, exceptuando la región 5, en la que tiene mejor ajuste la función *L-Moments* EV1-Max.

Tabla 8. Selección de la función de distribución con mejor ajuste por región.

REGIÓN	ESTACIÓN	Mejor ajuste	Selección por región
1	Doneztebe-Santesteban	L-M GEV Max	L-M GEV Max
	Gorramendi	L-M GEV Max	
2	Aralar	L-M GEV Max	L-M GEV Max
	Etxarri-Aranatz	L-M GEV Max	
	Irabia	L-M EV2 Max	
	Oskotz	L-M EV2 Max	
3	Aguilar de Codés	L-M GEV Max	L-M GEV Max
	Aoiz	L-M GEV Max	
	Arangoiti	L-M GEV Max	
	Beortegui	L-M GEV Max	
	Carrascal	L-M GEV Max	
	El Perdón	L-M GEV Max	
	Estella	L-M GEV Max (k.s.)	
	Getadar	L-M GEV Max	
	Trinidad de Iturgoien	L-M GEV Max	
	Villanueva de Yerri	L-M GEV Max	
	Yesa	L-M GEV Max	
4	Carcastillo (La Oliva)	L-M GEV Max	L-M GEV Max
	Tafalla	L-M GEV Max	
	Ujué	L-M EV1 Max	
5	Bardenas Loma Negra	L-M EV1 Max	L-M EV1 Max
	Bardenas-Yugo	L-M EV1 Max	
	Tudela	L-M GEV Max	

3.3. Determinación de curvas IDF con HYDROGNOMON.

En el *Anejo 3. Curvas IDF* se representan las curvas IDF para diferentes periodos de retorno (T) y el ajuste de las funciones extremas para las diferentes duraciones de precipitación, y en este apartado se representan las curvas IDF generadas con el programa HYDROGNOMON para las 23 estaciones automáticas seleccionadas para este estudio.

Con HYDROGNOMON generamos las curvas IDF automáticamente y en las siguientes *Figuras 9-18* se muestran las curvas IDF para cuatro periodos de retorno establecidos (T=2, T=10, T=50 y

T=500) a la función *L-Moments* GEV-Max en las regiones 1, 2, 3 y 4 de Navarra, seleccionada en el apartado anterior. Estos cuatro periodos de retorno han sido establecidos para una mejor representación del comportamiento de las curvas IDF en los periodos de corta y larga duración, pero en *Anejo 3. Curvas IDF* se muestran todos los periodos de retorno proporcionados por HYDROGNOMON (T=2, T=5, T=10, T=25, T=50, T=100, T=200 y T=500).

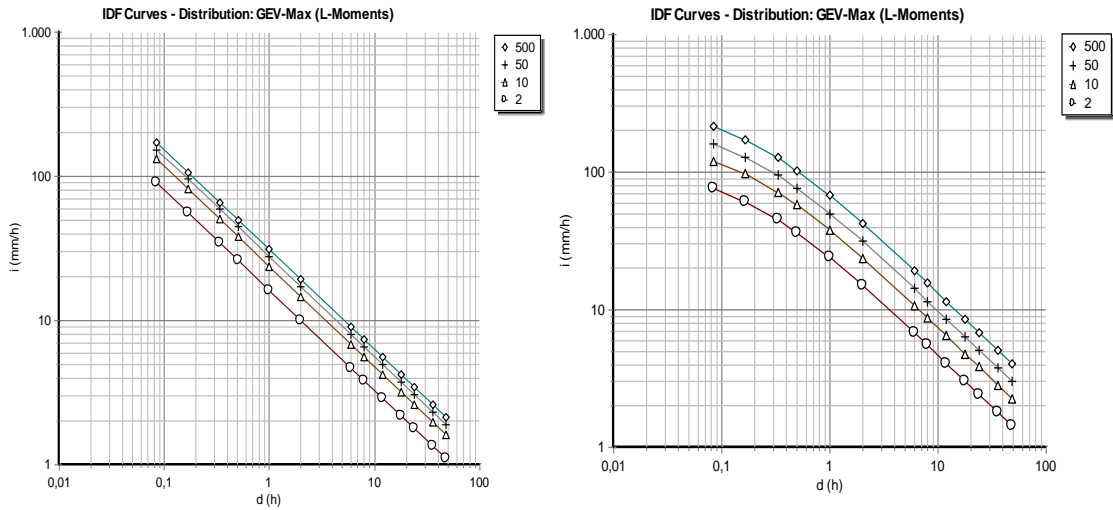


Figura 9. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Aguilar de Codés y Aoiz.

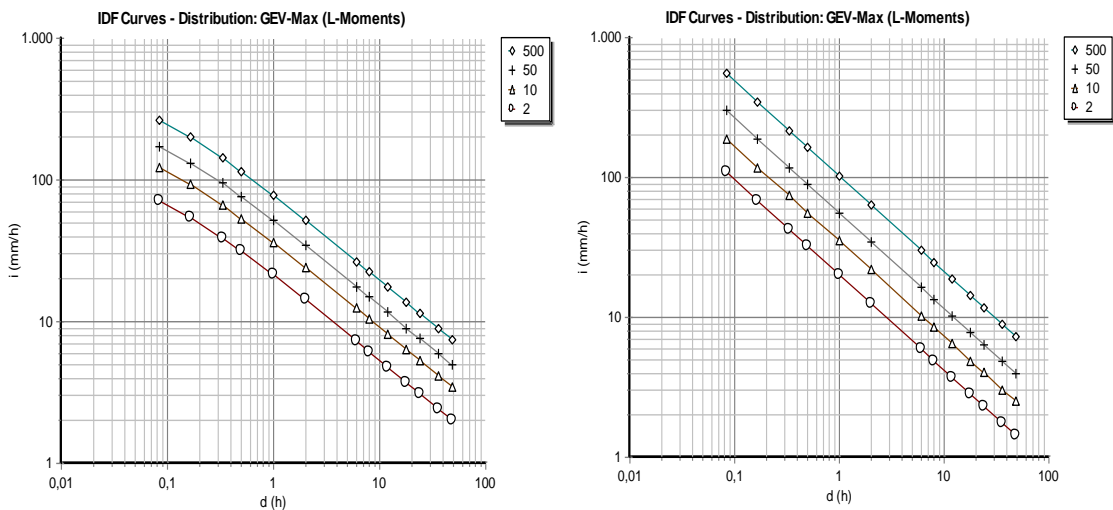


Figura 10. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Aralar y Arangoiti.

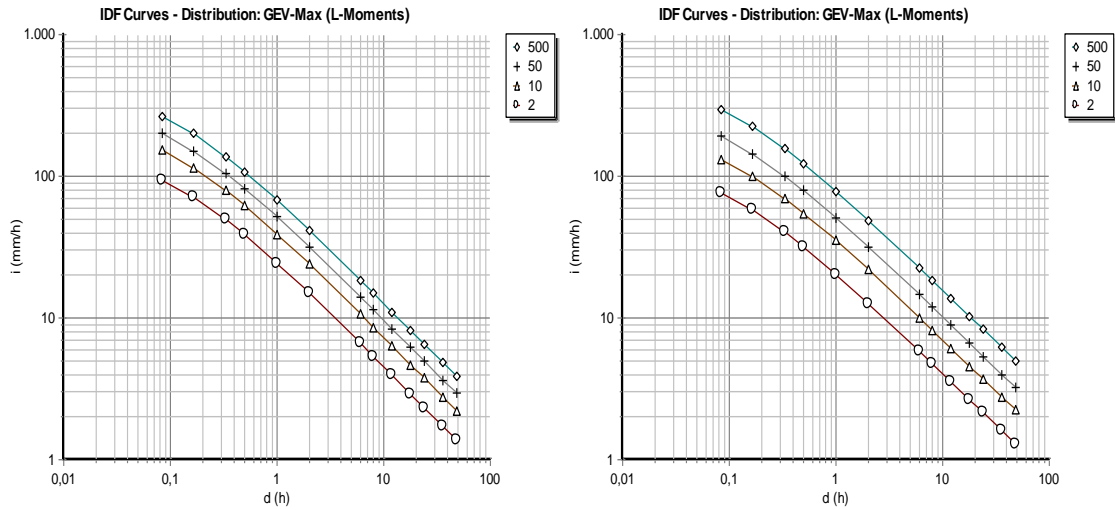


Figura 11. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Beortegui y Carcastillo.

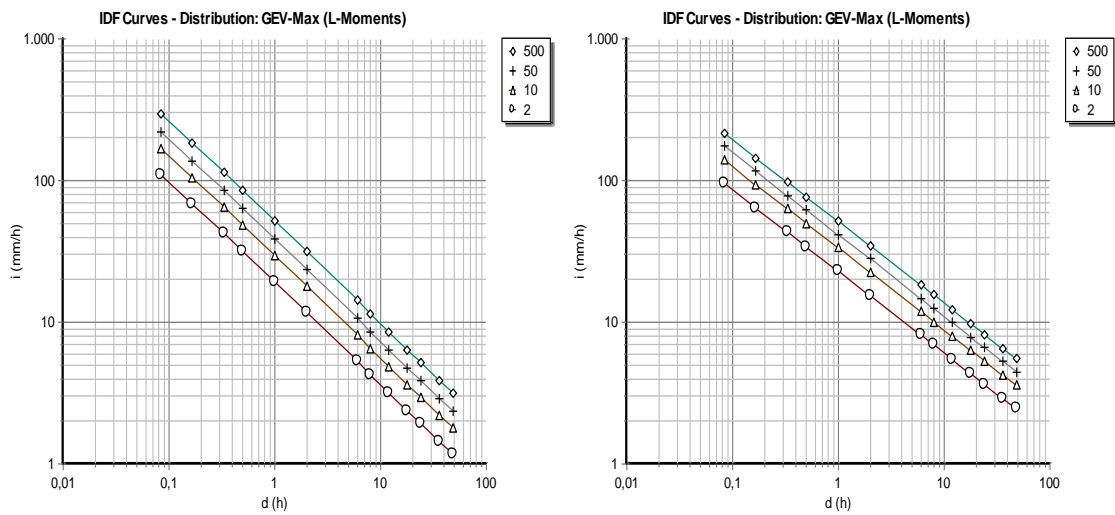


Figura 12. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Carrascal y Donetzebe-Santesteban.

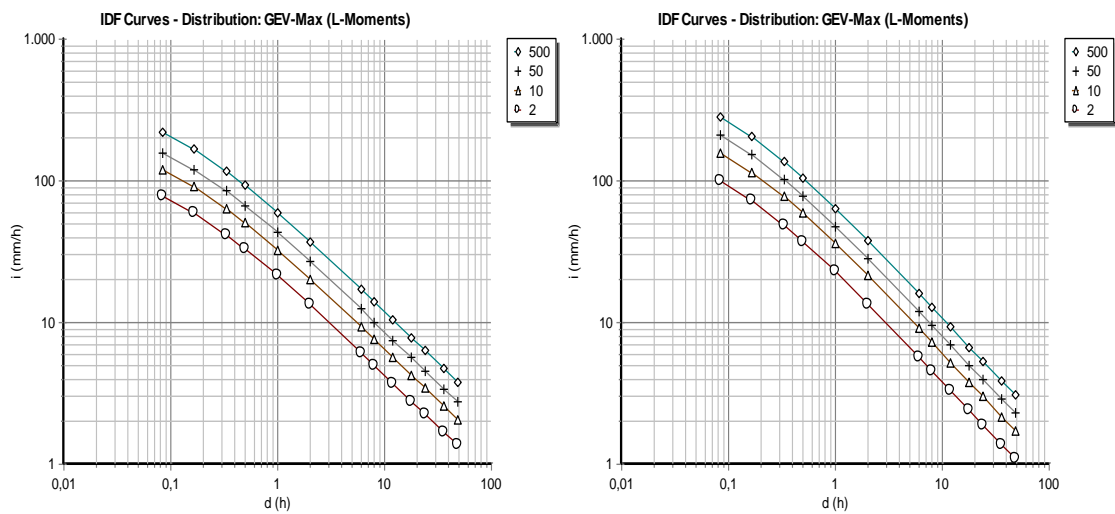


Figura 13. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de El Perdón y Estella.

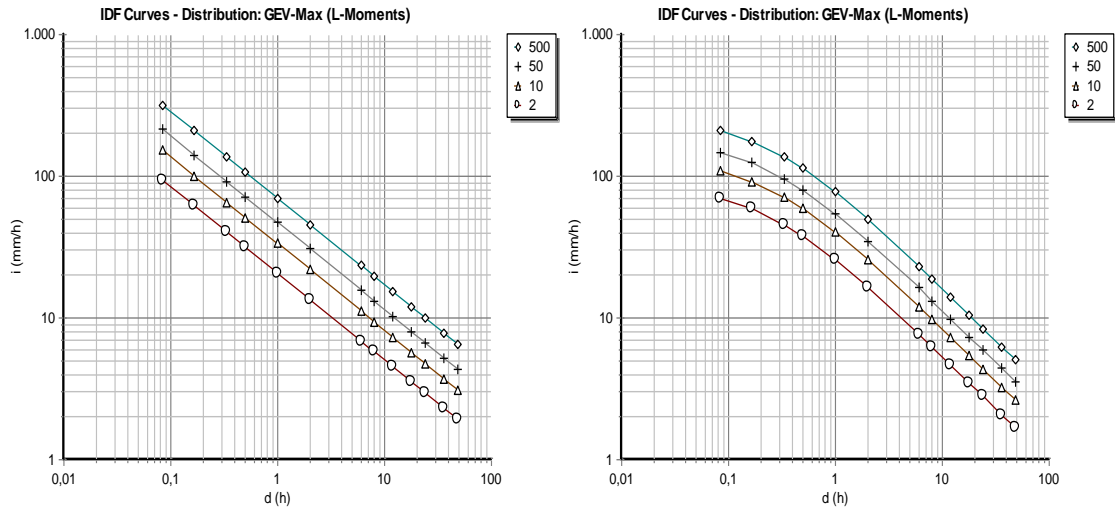


Figura 14. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Etxarri-Aranatz y Getadar.

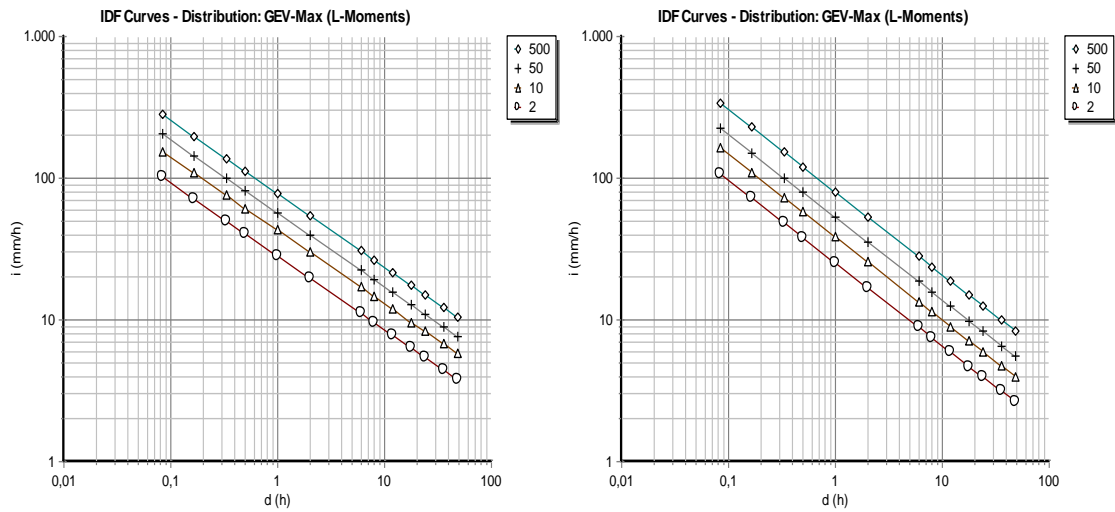


Figura15. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Gorramedi e Irabia.

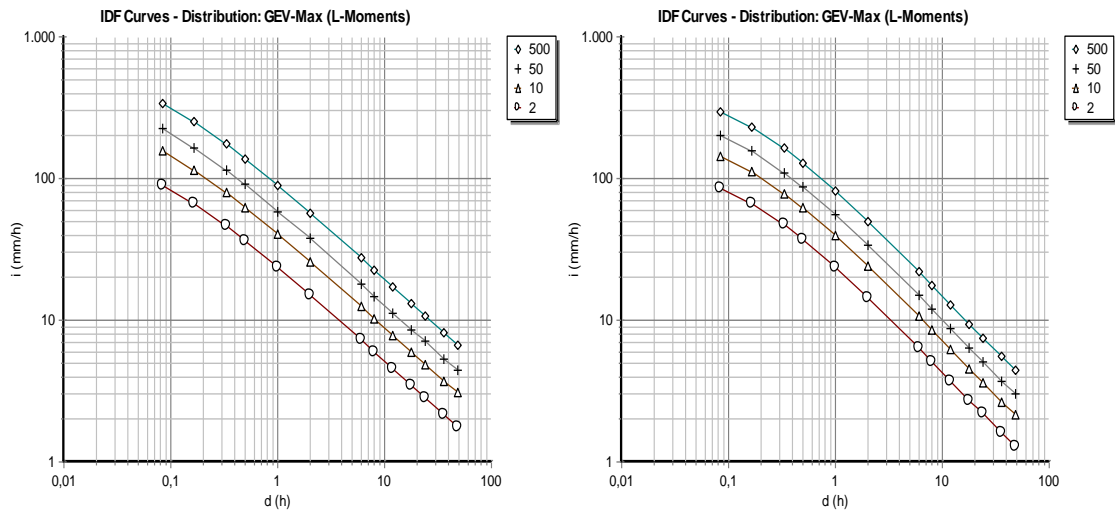


Figura 16. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Oskotz y Tafalla.

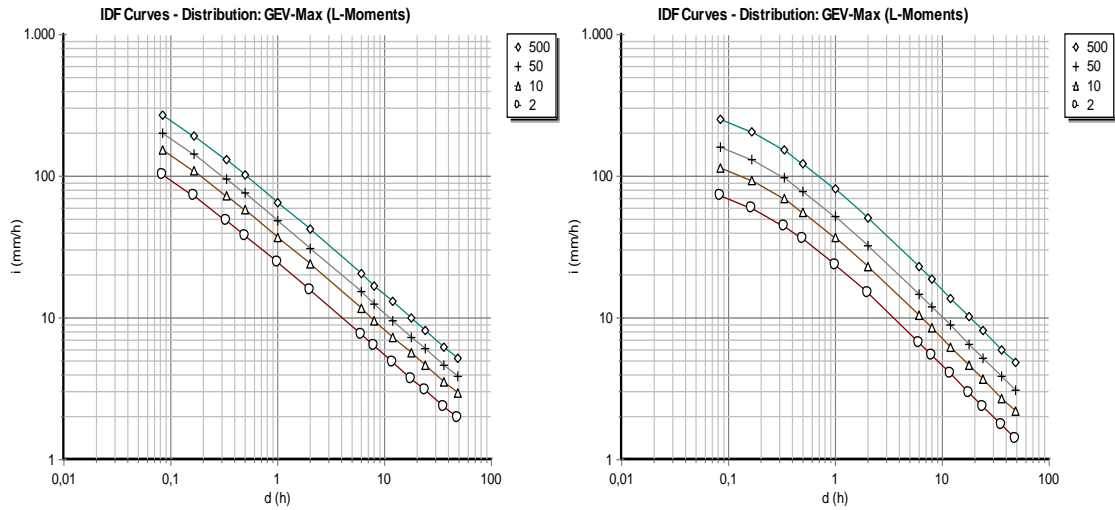


Figura 17. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Trinidad y Iturgoien y Ujué.

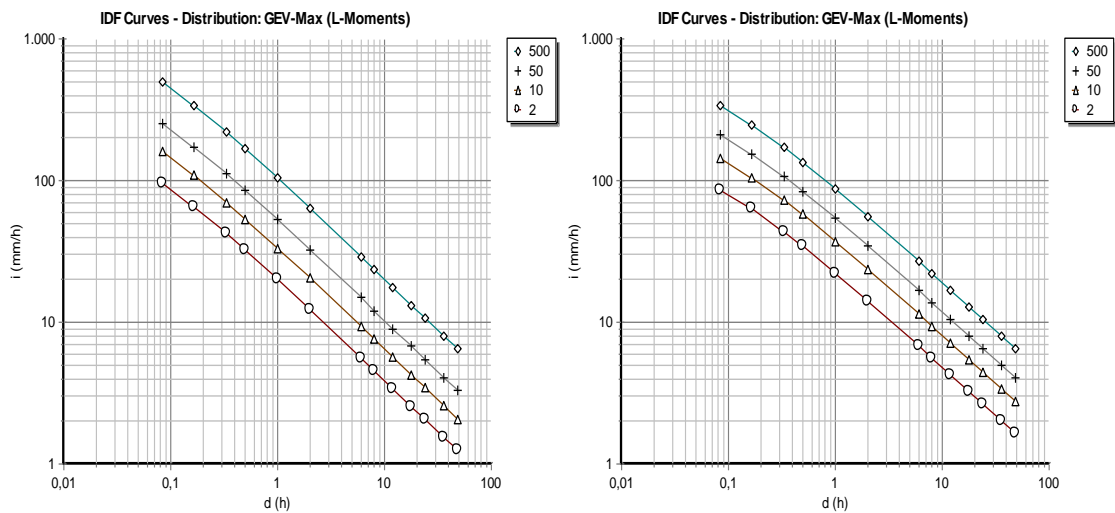


Figura 18. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Villanueva de Yerri y Yesa.

En cambio, en la región 5 la función *L-Moments* EV-1 tiene un mejor ajuste, por lo que en las Figuras 19 y 20, se representa las curvas IDF generadas con HYDROGNOMON con el ajuste de *L-Moments* EV1-Max para las estaciones de dicha región.

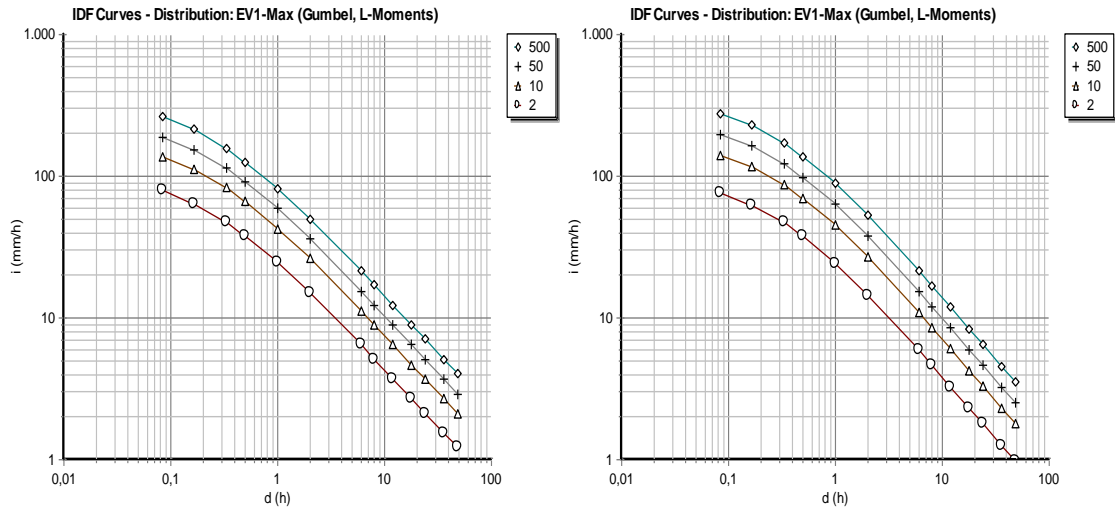


Figura 19. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Bardenas Loma Negra y Bardenas-Yugo.

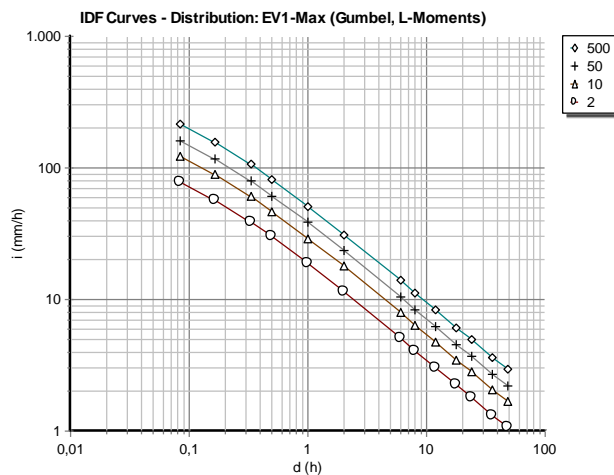


Figura 20. Curvas IDF generadas en Hydrognomon de Yesa.

En general el ajuste es bueno, pero debido a la corta longitud de series de datos de las estaciones automáticas, algunos valores de intensidad se desmarcan de la función. Esto ocurre sobre todo en cortas duraciones (de 10 minutos a 1 hora) y en periodos de retorno superiores a 10 años.

3.4. Comparación de curvas obtenidas por HYDOGNOMON y el método de Témez.

Para validar y comparar las curvas IDF realizadas con el programa HYDOGNOMON, se hallan las curvas a partir de las ecuaciones utilizadas en el método de Témez descritas en el apartado 2.6.1. Curvas IDF por el método de Témez del presente trabajo. Se obtienen los valores de

precipitación horaria para los distintos periodos de retorno a partir de las series de las estaciones seleccionadas y a continuación, se hace una valoración en cada región mediante el análisis de los resultados obtenidos comparando ambos métodos.

En las siguientes figuras se muestran en detalle, para los periodos de retorno $T=2$, $T=50$ y $T=500$, las curvas obtenidas en los dos métodos. Las curvas de las regiones 1, 2, 3 y 4 están ajustadas a la función *L-Moments* GEV Max y las curvas de la región 5, a la *L-Moments* EV1 Max, con un 95 % de intervalo de confianza.

Región 1

En esta región se ha seleccionado la estación automática de Doneztebe-Santesteban en representación de las tres estaciones que componen esta región. En la *Figura 21* se muestran las curvas IDF para periodos de retornos altos en la gráfica de la izquierda ($T=500$ y $T=50$) y en la gráfica de la izquierda se muestran las curvas IDF para periodos de retorno pequeños ($T=2$ y $T=10$).

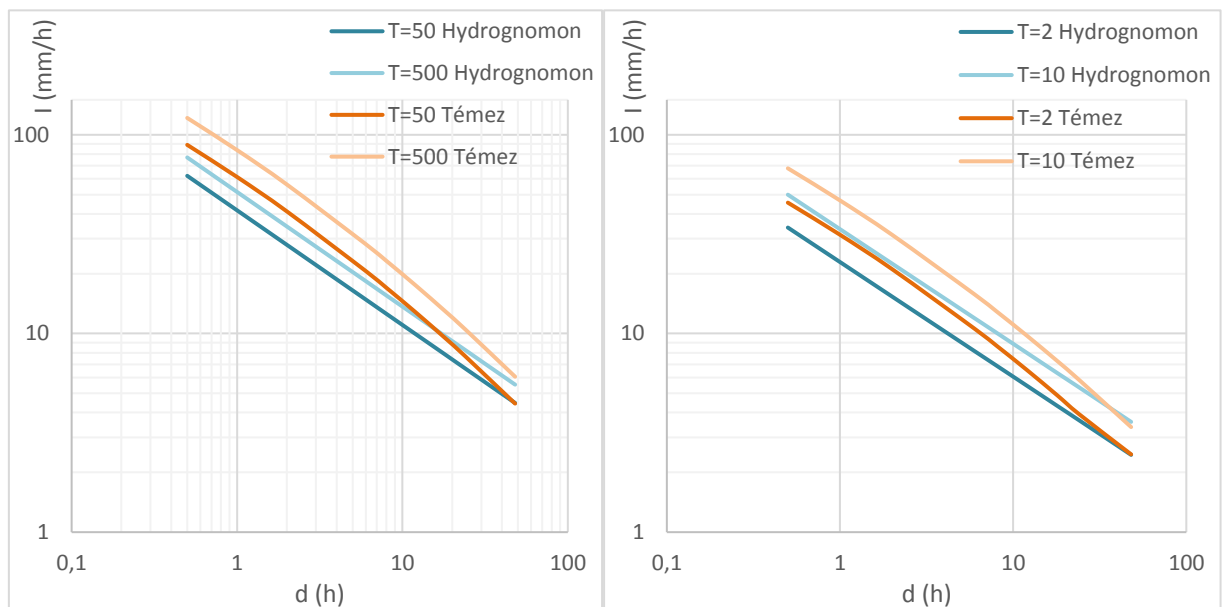


Figura 21. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Doneztebe-Santesteban.

En ambos gráficos el comportamiento de las curvas es muy similar, en todos los puntos el valor de intensidad proporcionado por el método de Témez es mayor que en la serie observada y a partir de duraciones de 10 horas esta diferencia se hace menos significativa, coincidiendo con los valores de la serie representada por HYDROGNOMON en duraciones de 48 horas.

Región 2

En esta región se han seleccionado las estaciones automáticas de Aralar e Irabia en representación de las cuatro estaciones de las que se disponen.

El comportamiento es similar a la región anterior, la intensidad proporcionada por el método de Témez es mayor que en la serie observada y a partir de duraciones de 10 horas esta diferencia se hace menos significativa. Además, se comprueba en las *Figuras 22* y *23* que la sobrestimación

del método de Témez es mucho mayor en periodos de retornos grandes que en los periodos de retorno pequeños.

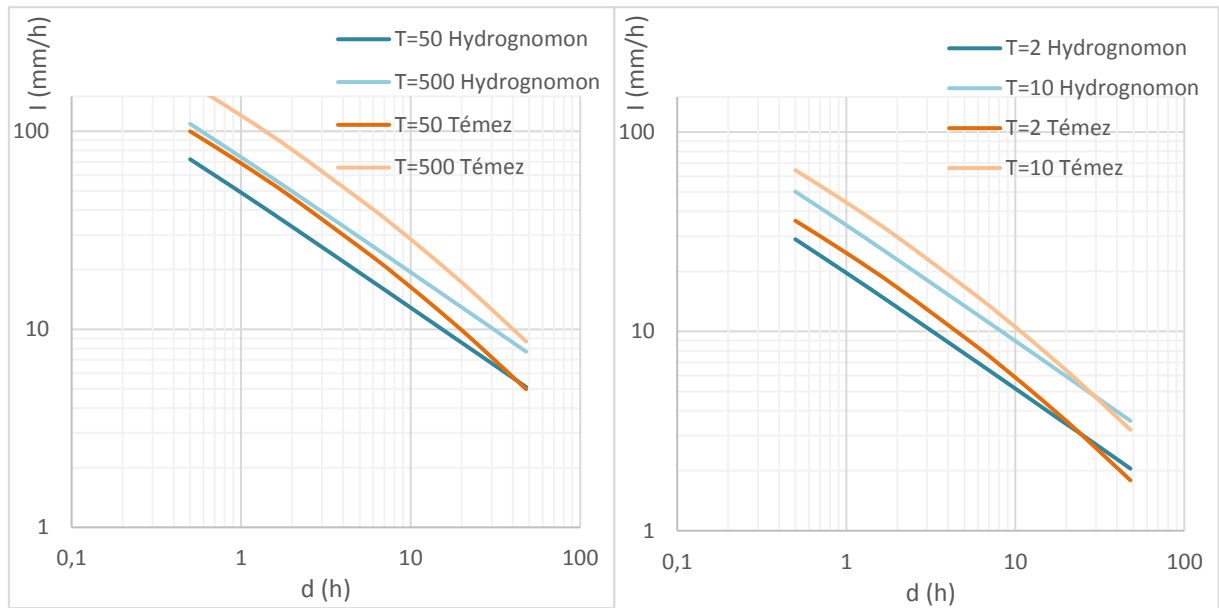


Figura 22. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Aralar.

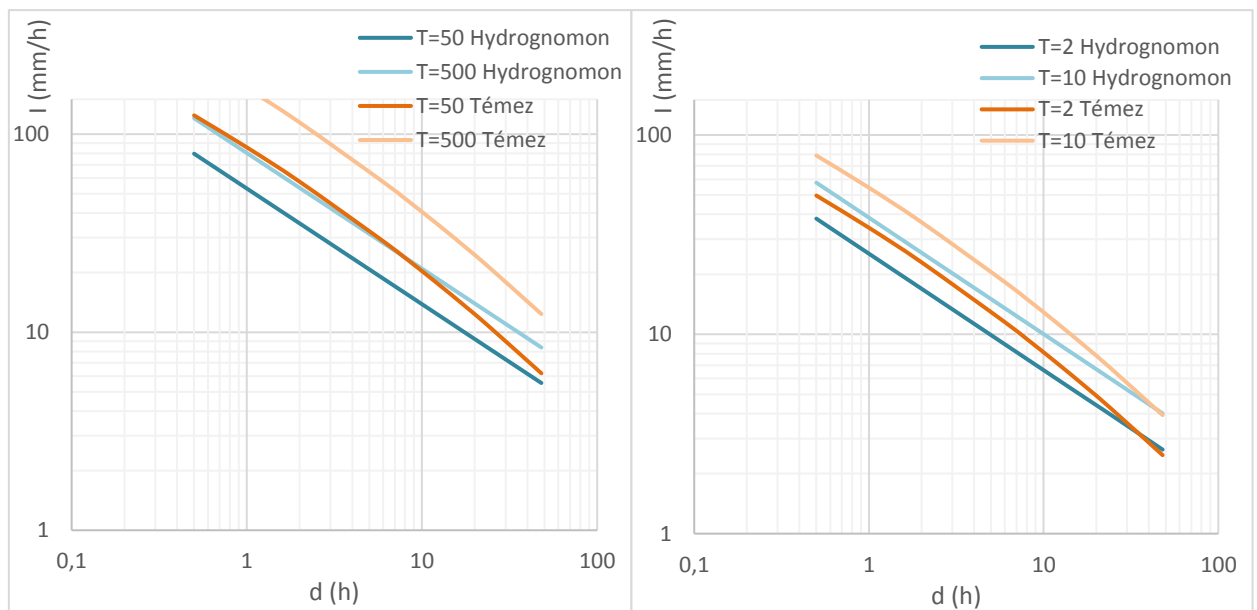


Figura 23. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Irabia.

Región 3

La región 3 se representa mediante cuatro estaciones por la abundancia de estaciones automáticas presentes en ella. Las estaciones de Trinidad de Iturgoien y Beortegui representan la zona norte y las estaciones Aguilar de Codés y Yesa la zona sur de esta región. Con esta división de estaciones se pretende analizar rigurosamente una zona tan amplia.

En la zona sur, las curvas IDF generadas por los dos métodos son similares. La diferencia más significativa se da en la estación de Yesa, donde, los puntos del valor de intensidad proporcionado por el método de Témez en periodos de retorno altos son mayores que en la serie observada (Figuras 25). En la estación de Aguilar de Codés sucede justamente lo contrario (Figura 26), el método de Témez subestima los valores proporcionados por HYDROGNOMON en duraciones no superiores a 1 hora.

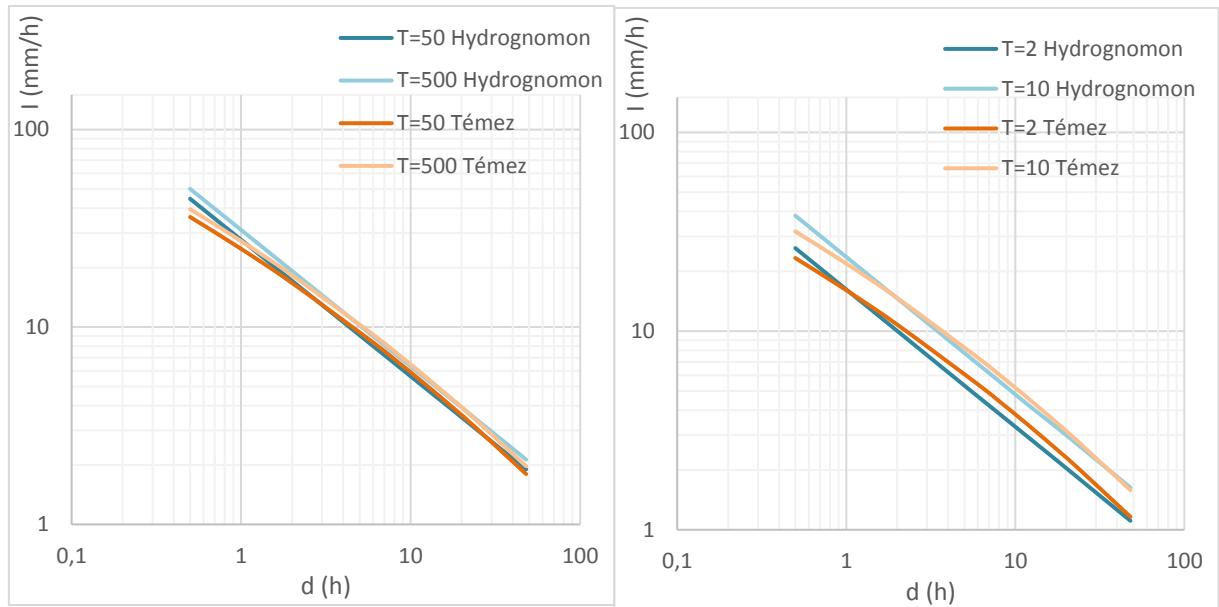


Figura 24. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Aguilar de Codés.

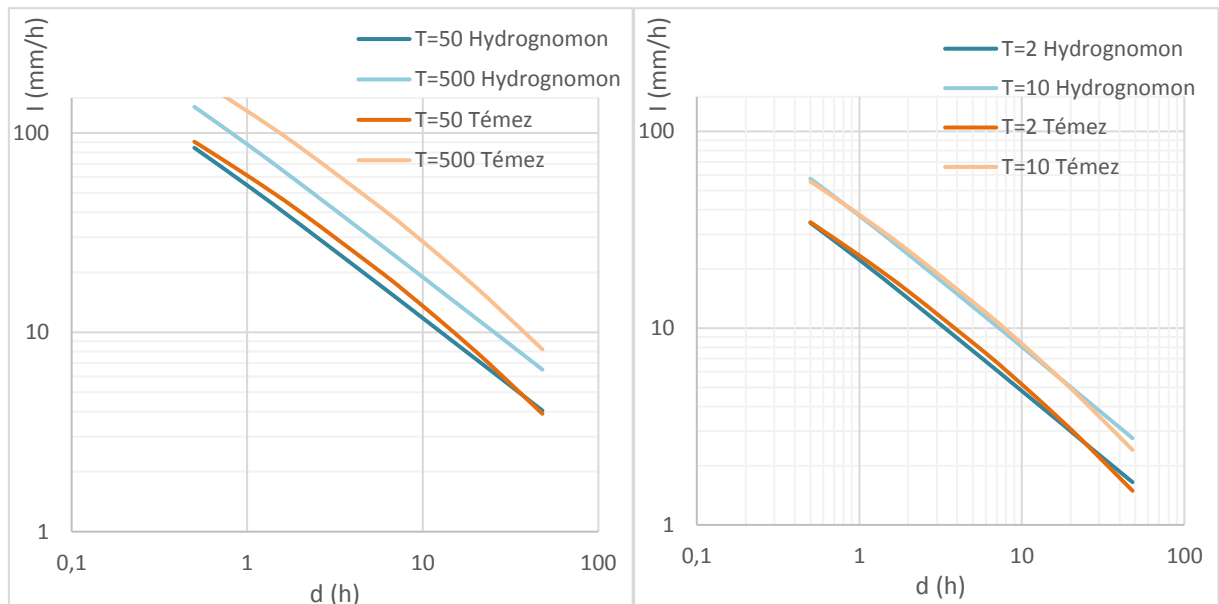


Figura 25. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Yesa.

El comportamiento de las curvas en la región norte (Figuras 26 y 27) de esta región es muy similar a las otras dos, pero con algunas distinciones. Las curvas IDF generadas en HYDROGNOMON y el método de Témez en la estación de Trinidad de Iturgoien en los periodos

de retorno cortos son casi idénticas, mientras que, en la estación de Beortegui, a pesar de tener un ajuste parecido de las curvas en los dos métodos, se aprecia una subestimación del método de Témez en duraciones no superiores a 2 horas.

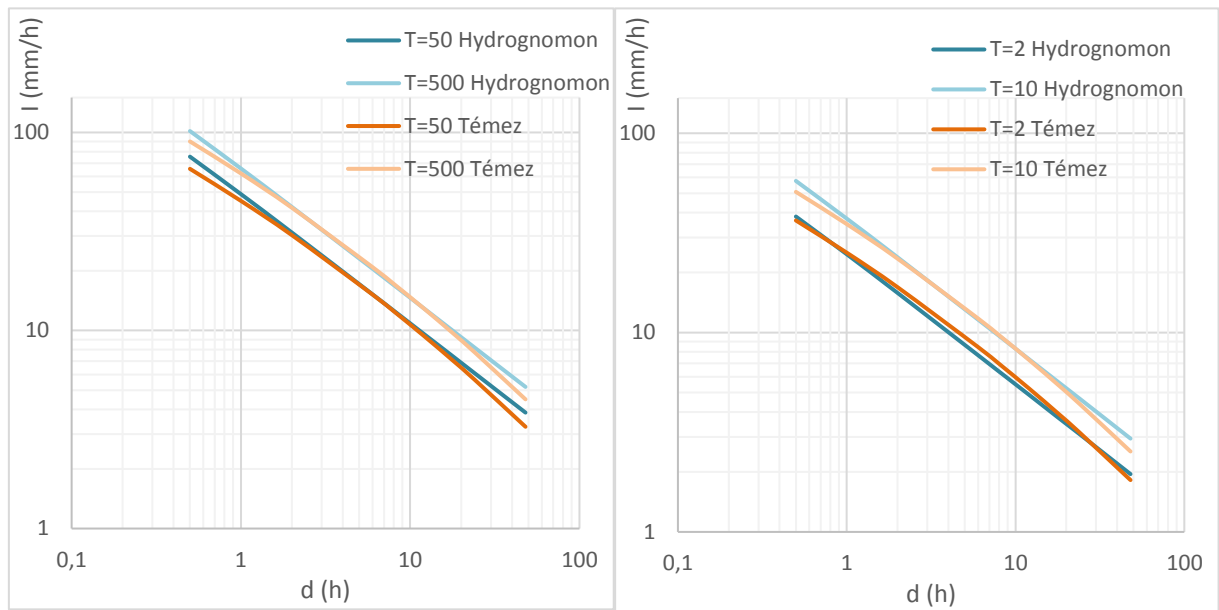


Figura 26. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Trinidad de Iturgoien.

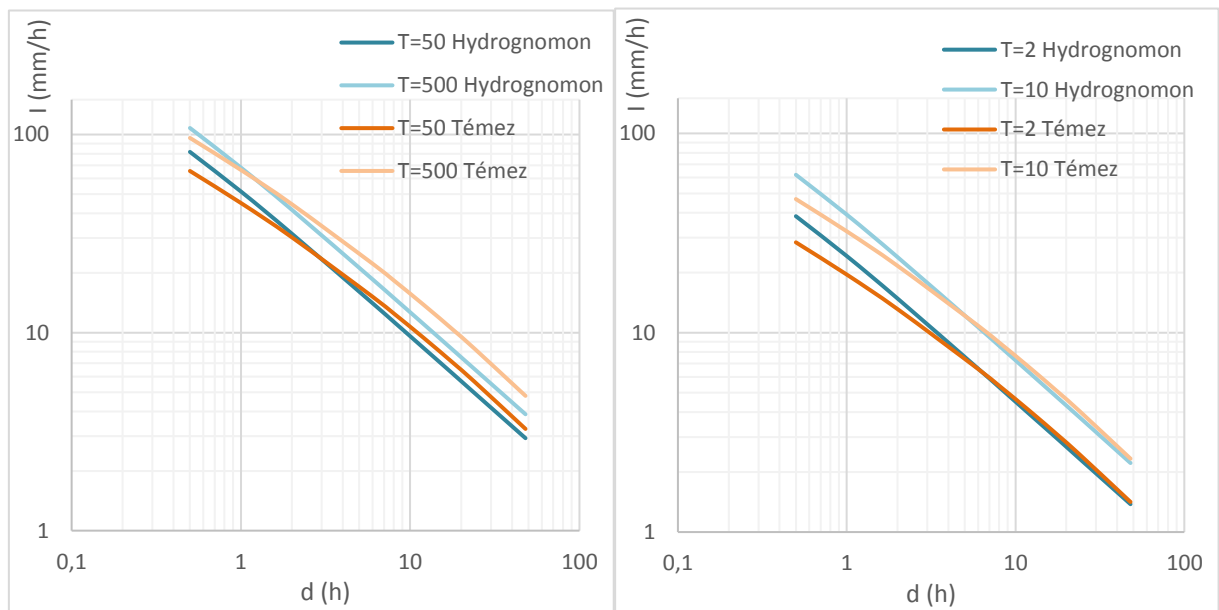


Figura 27. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Beortegui.

La región 3 destaca por el buen ajuste generado por los dos métodos, exceptuando en la estación de Yesa, ya que las diferencias de las curvas son mínimas, sobre todo en periodos de retorno cortos.

Región 4

La región 4 se representa por una única estación automática, en representación de las 3 estaciones que la componen y en la *Figura 28* se muestra como el ajuste de los dos métodos se diferencia significativamente con el aumento del periodo de retorno.

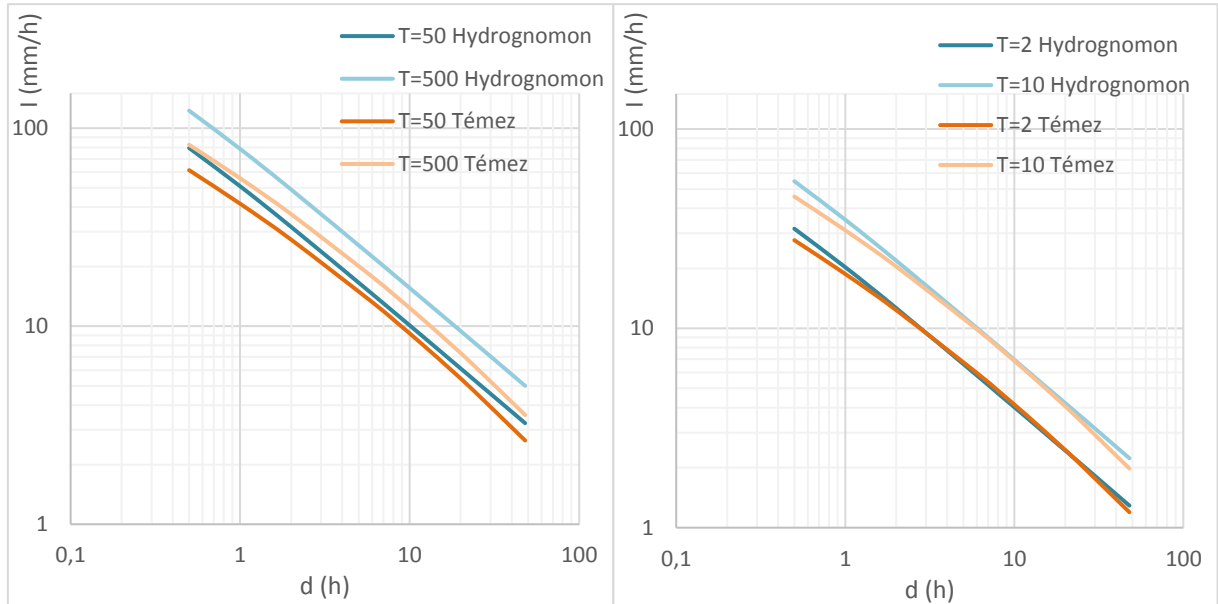


Figura 28. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Carcastillo.

Al contrario de las regiones anteriores, las curvas elaboradas a partir del método de Témez están por debajo de los valores de las curvas generadas en HYDROGNOMON en los periodos de retorno altos, pero los comportamientos de estas curvas en los periodos de retorno cortos son similares a la región 3, con un ajuste casi idéntico en los dos métodos.

Región 5

Esta región dispone de tres estaciones automáticas y se han generado curvas en la estación de Tudela. En esta última región, el comportamiento de las curvas IDF sigue el mismo patrón que en la región 4, el método de Témez sobrestima los valores reales en periodos de retorno altos (*Figura 29*).

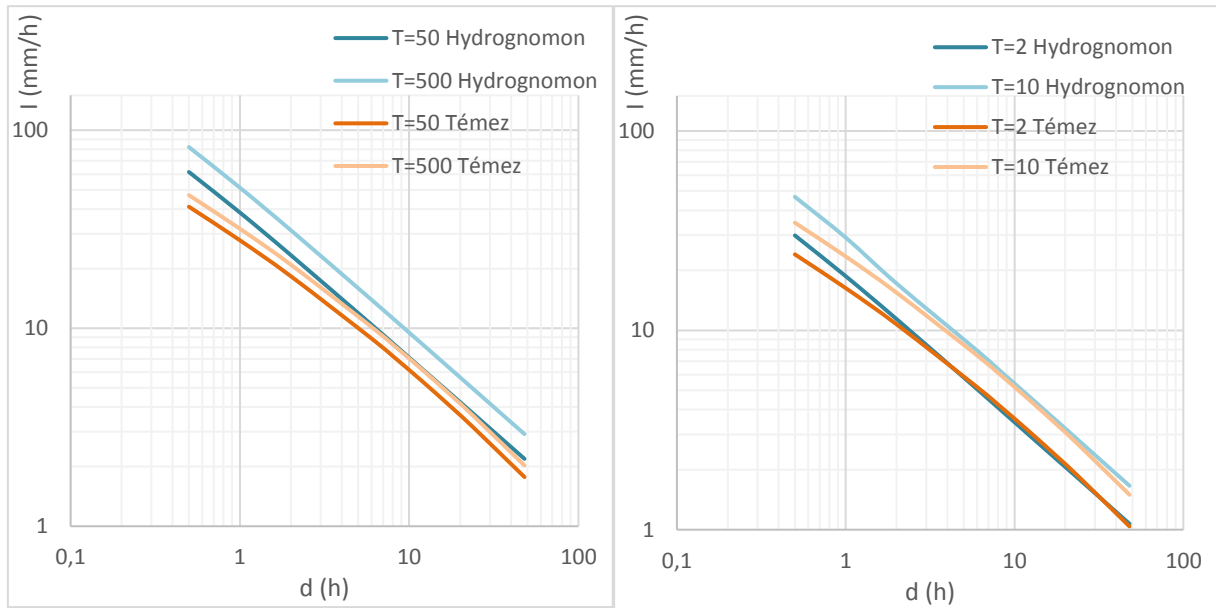


Figura 29. Curvas IDF generadas en Hydrognomon y por el método de Témez en Tudela.

Con el análisis visual de las curvas generadas por los dos métodos se puede decir que el método de Témez sobrestima los valores de intensidad respecto a la serie observada en la región norte y central de Navarra, mientras que en la región sur se produce justamente lo contrario. Además, en periodos de retornos altos (mayores de 50 años), estas diferencias se hacen mayores, mientras que en los periodos de retorno bajos y duración de precipitación más cortas esta diferencia es mínima. Por lo que, de forma general, se podría decir que el método de Témez tiene un buen ajuste en los valores más extremos de intensidad de precipitación y en periodos de retorno cortos.

Para poder evaluar las diferencias entre estos dos métodos se plantea el estudio de las diferencias en valores de intensidad relativos respecto a la serie observada dividiendo Navarra en tres zonas agrupando las regiones con un comportamiento similar de las curvas IDF.

Región 1 y 2 (zona norte)

Las regiones 1 y 2 se pueden agrupar, ya que el comportamiento de las curvas generadas en HYDROGNOMON y por el método Témez es similar. El método de Témez sobrestima los valores de intensidad respecto a la serie observada y los valores de las *Tablas 9 y 10*, son los valores de intensidad de las curvas de Témez respecto a la serie observada en porcentaje. La escala de colores representa en verde los valores del método de Témez con valor negativo, ya que son subestimados frente a los valores reales, tornándose este color amarillo-naranja y llegando a un color rojizo para las diferencias positivas más extremas en las que el método de Témez sobrestima los valores reales.

Tabla 9. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Doneztebe.

AT (h)	T=2 (%)	T=10 (%)	T=50 (%)	T=500 (%)
0,5	33,51	35,70	43,19	58,06
1	37,21	39,51	47,18	62,48
2	37,41	39,63	47,34	62,65
6	29,69	31,82	39,07	53,51
8	26,02	28,14	35,25	49,30
12	19,99	22,05	28,77	42,13
18	12,94	14,91	21,12	33,80
24	7,36	9,11	15,26	27,08
48	-7,28	-5,82	-0,72	9,61

Tabla 10. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Aralar.

AT (h)	T=2 (%)	T=10 (%)	T=50 (%)	T=500 (%)
0,5	23,94	28,06	38,38	59,89
1	25,87	30,03	40,51	62,37
2	25,69	29,91	40,36	62,20
6	19,39	23,45	33,38	54,06
8	16,37	20,30	30,02	50,23
12	11,31	14,97	24,34	43,64
18	5,37	8,71	17,53	35,77
24	0,24	3,74	12,00	29,51
48	-12,65	-9,87	-2,56	12,65

En las estaciones de las regiones 1 y 2 se puede afirmar que el método de Témez sobrestima los valores de intensidad respecto a la serie observada en las duraciones más cortas y sobre todo en periodos de retorno elevados. Desde duraciones de 30 minutos hasta 8 horas inclusive, conforme aumenta el periodo de retorno y disminuye la duración, estas diferencias se hacen mayores alcanzando valores de 62 %.

Región 3 (zona central)

En esta región el ajuste de las curvas IDF generadas en HYDROGNOMON y el método de Témez es muy similar, con diferencias mínimas en comparación con las demás regiones. Las *Tablas 11* y *12* representan en verde los valores del método de Témez subestimados frente a los valores reales, y en color rojo las diferencias en las que el método de Témez sobrestima los valores reales.

Tabla 11. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Trinidad de Iturgoien.

AT (h)	T=2 (%)	T=10 (%)	T=50 (%)	T=500 (%)
0,5	-4,41	-11,89	-13,22	-11,36
1	1,80	-6,12	-7,55	-5,58
2	6,80	-1,52	-3,02	-0,93
6	9,89	1,31	-0,24	1,85
8	9,42	0,80	-0,73	1,41
12	7,61	-0,73	-2,21	-0,14
18	4,85	-3,36	-4,85	-2,77
24	1,93	-5,97	-7,26	-5,28
48	-6,63	-13,84	-15,19	-13,48

Tabla 12. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Carcastillo.

AT (h)	T=2 (%)	T=10 (%)	T=50 (%)	T=500 (%)
0,5	-10,85	-16,72	-19,12	-21,06
1	-0,80	-7,33	-10,01	-12,15
2	7,53	0,40	-2,46	-4,79
6	15,17	7,47	4,41	1,89
8	15,56	7,93	4,85	2,37
12	15,19	7,86	4,64	2,06
18	13,47	5,51	3,07	0,56
24	11,69	3,64	1,39	-1,18
48	4,71	-2,96	-5,29	-7,47

En las estaciones de la región 3 se puede decir que el método de Témez sobrestima los valores de intensidad respecto a la serie observada en las duraciones intermedias, en el intervalo de 2 a 24 horas. Al contrario que en las dos regiones anteriores, la sobrestimación del método de Témez es muy pequeña y disminuye conforme aumenta el periodo de retorno.

Región 4 y 5 (zona sur)

En las regiones 4 y 5 el método de Témez tiene un buen ajuste, pero subestima los valores de intensidad respecto a la serie observada en periodos de retorno grandes. Los valores de las *Tablas 13 y 14* son los valores de intensidad de las curvas de Témez respecto a la serie observada en porcentaje. La escala de colores representa en rojo los valores del método de Témez que son subestimados frente a los valores reales, tornándose este color amarillo-naranja y llegando a un color verde para las diferencias positivas en las que el método de Témez sobrestima los valores reales.

Tabla 13. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Carcastillo.

AT (h)	T=2 (%)	T=10 (%)	T=50 (%)	T=500 (%)
0,5	-12,42	-16,23	-22,71	-32,70
1	-7,52	-11,52	-18,37	-28,92
2	-2,35	-6,55	-13,78	-24,93
6	2,92	-1,48	-9,09	-20,85
8	3,38	-1,22	-8,80	-20,59
12	2,75	-1,54	-9,26	-20,94
18	1,27	-3,08	-10,56	-22,20
24	-0,81	-5,01	-12,22	-23,62
48	-7,34	-11,24	-18,23	-28,77

Tabla 14. Diferencia de intensidades relativas de precipitación entre las IDF obtenidas mediante el método de Témez (1978) en comparación de las obtenidas a partir de la serie observada en Tudela.

AT (h)	T=2 (%)	T=10 (%)	T=50 (%)	T=500 (%)
0,5	-19,65	-25,83	-33,21	-42,81
1	-12,88	-19,59	-27,59	-37,99
2	-5,88	-10,09	-21,75	-32,99
6	2,45	-5,46	-14,82	-27,09
8	3,63	-4,38	-13,86	-26,24
12	4,33	-3,77	-13,25	-25,79
18	3,74	-4,17	-13,77	-26,07
24	2,43	-5,07	-14,70	-26,83
48	-2,97	-9,84	-19,06	-30,57

Las diferencias mayores en sobrestimación se dan en las duraciones intermedias (entre 6 y 18 horas), pero en comparación con las regiones anteriores son diferencias poco significativas.

En cambio, la subestimación de este método es muy significativa y su diferencia con el aumento del periodo de retorno, tornando valores máximos en 42, 81 % en la estación de Yesa para la duración de 30 minutos y T=500.

4. CONCLUSIONES

Debe mencionarse la dificultad de acceso a los datos de las estaciones automáticas de las zonas geográficas colindantes a Navarra (especialmente Aragón y Francia, donde el acceso a los datos es restringido) y, además, el formato establecido en cada Comunidad Autónoma es distinto, lo que supone una gran limitación. Por ello, el estudio se ha tenido que centrar solamente en la región de Navarra.

A continuación, se exponen las conclusiones extraídas en este trabajo a partir del análisis de las curvas IDF generadas mediante el programa HYDROGNOMON y método Témez en la Comunidad Foral de Navarra:

- La longitud de datos de las series de estaciones pluviométricas automáticas de Navarra son muy cortas debido a su reciente implantación y su distribución es poco uniforme en el espacio, por lo que el análisis es muy limitado.
- Con el análisis visual y mediante los test de bondad se ha podido adjudicar a casi todo el territorio navarro la función *L-Moments* GEV MAX como la función de distribución de mejor ajuste, exceptuando en la región 5 (sur de Navarra) donde la función que mejor ajuste tienes es *L-Moments* EV1-MAX.
- Mediante el análisis comparativo de las curvas IDF generadas con el programa HYDROGNOMON y el método de Témez, se puede afirmar que el método Témez, en general, tiene un buen ajuste para periodos de retorno cortos.
- En la zona norte de Navarra (región 1 y 2) se puede afirmar que el método de Témez sobrestima los valores de intensidad respecto a la serie observada en las duraciones más cortas y sobre todo en periodos de retorno elevados.
- En la zona central de Navarra (región 3) el ajuste de las curvas IDF generadas en HYDROGNOMON y el método de Témez es muy similar, la sobrestimación del método de Témez se observa en las duraciones intermedias (en el intervalo de 2 a 24 horas) y disminuye conforme aumenta el periodo de retorno.
- En la zona sur (región 4 y 5) el método de Témez muestra un buen ajuste para todas las duraciones y todos los periodos de retorno, exceptuando $T=500$, donde subestima significativamente los valores de intensidad respecto a la serie observada.

En definitiva, a partir del análisis de las curvas IDF realizado, se puede afirmar que, al disponer de series tan cortas de datos de las estaciones automáticas se limita el estudio y el comportamiento de las curvas generadas puede no ser el idóneo para la zona geográfica estudiada. Por tanto, se debería actualizar estas curvas IDF cuando la calidad de las series, tanto en número de años como en la calidad de los registros, permitan redefinirlas.

5. REFERENCIAS

- Aparicio, F. (1997). Fundamentos de hidrología de superficie. México: Limusa.
- Bachro, J. & Chaouche, A (2006): Incertitude D'estimation des Pluies Extrêmes du Pourtour Méditerranéen Illustration par les Données de Marseille. Hydrological Sciences- Journal-des Sciences Hydrologiques, 51(3), pp 389-403.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). Manual de hidrología aplicada. Santafé de Bogotá. Colombia: Mc Graw-Hill.
- De Salas, L., Carrero, L. y Fernández, J.A. (2007). MAXIN: Aplicación SIG para la estimación de valores Intensidad-Duración-Frecuencia de precipitaciones en la España peninsular.
- Rojas, A., y Puyol, A. F. (2006). Hietogramas de diseño en Zonas Urbanas. Dpto. de Ingeniería e Hidráulica. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Gómez, C. (1988). Hacia el conocimiento de la intensidad máxima absoluta de las precipitaciones atmosféricas. Una deducción más de la curva IDF. Barcelona-Fabra. Revista de Obras Públicas, 135 (3269): 577-598.
- Greenwood, J. A., Landwehr, J. M., Matalas, N. C., & Wallis, J. R. (1979). Probability weighted moments: Definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form. Water Resources Research, 15(5), 1049-1054.
- Koutsoyiannis, D., Kozonis, D., & Manetas, A. (1998). A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships. Journal of Hydrology, 206(1-2), 118-135.
- Kozanis, S., Christofides, A., Mamassis, N., Efstratiadis, A., & Koutsoyiannis, D. (2005). Hydrognomon: A hydrological data management and processing software tool. In *Geophysical Research Abstracts*, 7, 04644.
- Kozanis, S., Christofides, A., Mamassis, N., Efstratiadis, A., & Koutsoyiannis, D. (2010). Hydrognomon—open source software for the analysis of hydrological data. In *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 12, 12419.
- López, J.J., (2016). Apuntes asignatura: Infraestructuras y obras hidráulicas. Dpto. de Proyectos y Medio Rural. Upna.
- López, J.J., García, J., Becerril, J. y San Martín, I. (2015). Análisis de frecuencia de precipitaciones diarias máximas en Navarra. Dpto. de Proyectos y Medio Rural. Upna.
- Meteo Navarra. (2016) Meteorología y climatología de Navarra. Recuperado de <http://meteo.navarra.es/>
- Montgomery, D. C., Runger, G. C., y Medal, E. G. U. (1996). Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. Nueva York: McGraw Hill.

Poblete, A.G., Aguiar, L., Sánchez, G. 2002. Estructuras estadísticas de los derrames del río San Juan y el Jáchal y sus relaciones. Revista geográfica del Instituto y Departamento de Geografía de la Universidad Nacional de San Juan, 6. Argentina.

Puricelli, M. (2014). Actualización y análisis de las curvas intensidad - duración – frecuencia para la localidad de Balcarce, provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente, 32, 61-70.

San Martín, I. (2015). Estudio regional de las precipitaciones diarias extremas en Navarra. TFG, ETSIA. Universidad Pública de Navarra.

Stedinger, J. R. (1993). Frequency analysis of extreme events. Maidment, D. R. (Ed.) Handbook of hydrology, 18. New York.

Témez, J. (1978). Cálculo Hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales. Dirección General de Carreteras. Madrid. España.

Varas, E., & Bois, P. (1998). Hidrología probabilística. Universidad Católica de Chile. Santiago.

Varas, E., & Sánchez, S. (1981). Relaciones intensidad duración frecuencia generalizadas. In Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, VI Congreso de Ingeniería Hidráulica, Chile.

Vázquez, R.; Redano, A.Y Lorente, J. (1987). Curvas IDF. Barcelona - Fabra. Revista de Obras Públicas, 134 (3261), 91-102.

ANEJO 1. ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE LAS SERIES DE DATOS

Para poder trabajar con los datos de las series se necesita comprobar la calidad de los registros, por lo que se analiza la falta de registros en cada estación automática. Estos huecos se identifican con el programa MATLAB para cada año de registro obtenidos en cada estación utilizada en este estudio. En el caso en el que el número de huecos es inferior a 10 días, el año se da por válido, pero si el número de huecos es mayor a 10 días, se procede a analizar las lagunas de los registros.

Para ello se recurre a las estaciones manuales meteorológicas próximas a las estaciones automáticas y se compara las precipitaciones máximas anuales. En las siguientes tablas se observa la comparación de las estaciones y el descarte de los datos.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA TUDELA (1997-2015)

Tabla I.1. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Tudela.

Años	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1998	31505	218,78
1999	12053	83,70
2004	2817	19,56

Tabla I.2. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática con estación manual de Tudela.

Año	Fecha Est. automática Tudela	Est.automática Tudela (mm/h)	Fecha Est. Manual Tudela	Est. Manual Tudela (mm/h)
1998	25/09/1998	18,2	05/06/1998	72,5
1999	31/05/1999	40	09/01/1999	29
2004	06/09/2004	48,8	06/09/2004	80

Se descarta el año 1998 de la serie de datos de precipitación máxima de la estación de Tudela.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA GORRAMENDI (1991-2015)

Tabla I.3. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Gorramendi.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
2009	3925	27,26
2012	2608	18,11

Tabla I.4. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Gorramendi con estación manual Zugarramundi.

Año	Fecha Est.automática a Gorramendi	Est.automática a Gorramendi (mm/h)	Fecha Est.manual Arizkun	Est.manual Arizkun (mm/h)	Fecha Est. Manual Zugarramundi	Est. Manual Zugarramundi (mm/h)
2009	13/05/2009	125,7	13/05/2009	107	18/09/2009	84,3
2012	21/09/2012	83,85	20/10/2012	84 (falta septiembre)	20/10/2012	95,1

ESTACIÓN AUTOMÁTICA YESA (1991- 2015)

Tabla I.5. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Yesa.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1991	29135	202,33
2000	4213	29,26

Tabla I.6. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Yesa con estación manual Yesa.

Año	Fecha Est.automática Yesa	Est.automática Yesa (mm/h)	Fecha Est. Manual Yesa	Est. Manual Yesa (mm/h)
1991	02/09/1991	54,7	02/09/1991	53
2000	09/06/2000	151,78	21/10/2000	112

ESTACIÓN AUTOMÁTICA VILLANUEVA DE YERRI (1998 -2015)

Tabla I.7. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Villanueva de Yerri.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1998	5312	36,89
2000	4189	29,09
2003	1696	11,78
2006	5910	41,04

Tabla I.8. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Villanueva de Yerri con las estaciones manuales de Alloz y Lezaun.

Año	Fecha Est. Automática Villanueva de Yerri	Est. Automática Villanueva de Yerri (mm/h)	Fecha Est. Manual Alloz	Est. Manual Alloz (mm/h)	Fecha Est. Manual Lezaun	Est. Manual Lezaun (mm/h)
1998	01/07/1998	41,4	05/06/1998	43	01/07/1998	41,2
2000	17/08/2000	35,63	10/05/2000	42,2	05/11/2000	40,9
2003	02/06/2003	53,71	03/09/2003	39,6	04/06/2003	57,9
2006	18/07/2006	60,13	21/09/2006	69	21/09/2006	87,5

ESTACIÓN AUTOMÁTICA UJUÉ (1991-2015)

Tabla I.9. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Ujué.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
2000	43059	299,02

Tabla I.10. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Ujué con las estaciones manuales de Lerga y Cáteda.

Año	Fecha Est. Automática Ujué	Est. Automática Ujué (mm/h)	Fecha Est. Manual Lerga	Est. Manual Lerga (mm/h)	Fecha Est. Manual Cáteda	Est. Manual Cáteda (mm/h)
2000	29/11/2000	19,3	21/10/2000	45,5	20/10/2000	63

Se descarta el año 2000 de la serie de datos de precipitación máxima de la estación de Ujué.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA TRINIDAD DE ITURGOIEN (1991-2015)

Tabla I.11. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Trinidad de Iturgoien.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
2001	9624	66,83
2004	13391	93
2005	17280	120
2006	4337	30,12

Tabla I.12. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Trinidad de Iturgoien con la estación manual de Lezaun.

Año	Fecha Est. Automática Trinidad de Iturgoien	Est. Automática Trinidad de Iturgoien (mm/h)	Fecha Est. Manual Lezaun	Est. Manual Lezaun (mm/h)
2001	22/09/2001	61,97	22/09/2001	63,6
2004	09/09/2004	51,29	06/07/2004	62
2005	12/10/2005	60,59	29/12/2005	42,3
2006	19/07/2006	117,31	21/09/2006	87,5

ESTACIÓN AUTOMÁTICA TAFALLA (1991-2015)

Tabla I.13. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Tafalla.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1996	13465	93,51
1997	3488	24,22
1998	3442	23,90
2000	4846	33,65
2002	8217	57,06
2007	23090	160,35

Tabla I.14. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Tafalla con estaciones manuales de Olite, Miranda de Arga y Barasoain.

Año	Fecha Est. Automática Tafalla	Est. Automática Tafalla (mm/h)	Fecha Est. Manual Olite	Est. Manual Olite (mm/h)	Fecha Est. Manual Miranda de Arga	Est. Manual Miranda de Arga (mm/h)	Fecha Est. Manual Barasoain	Est. Manual Barasoain (mm/h)
1996	22/04/1996	43,3		Falta	27/07/1996	41	26/07/1996	39
1997	06/08/1997	46,3	28/06/1997	35,8	31/05/1997	47	06/08/1997	86
1998	25/09/1998	40,3	06/06/1998	34	05/06/1998	80	24/09/1998	29,5
2000	12/05/2000	41,46	05/11/2000	23	11/08/2000	35	01/06/2000	25
2002	04/06/2002	29,07	09/07/2002	23,7	04/06/2002	24	03/12/2002	23,7
2007	30/04/2007	57,5	07/03/2007	40,6	27/03/2007	37	07/03/2007	40,6

ESTACIÓN AUTOMÁTICA OSKOTZ (1999 - 2015)

Tabla I.15. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Oskotz.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1999	13029	90,48
2000	13244	91,97

Tabla I.16. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Tafalla con estaciones manuales de Olite, Miranda de Arga y Barasoain.

Año	Fecha Est. Automática Oskotz	Est. Automática Oskotz (mm/h)	Fecha Est. Manual Irurzun	Est. Manual Irurtzun (mm/h)	Fecha Est. Manual Belzunce	Est. Manual Belzunce (mm/h)	Fecha Est. Manual Iraizotz	Est. Manual Iraizotz (mm/h)
1999	13/09/1999	115,83	16/05/1999	61	16/05/1999	44	14/11/1999	51,3
2000	11/08/2000	76,89	11/08/2000	46,6	21/10/2000	63	21/10/2000	52

ESTACIÓN AUTOMÁTICA IRABIA (1991 -2015)

Tabla I.17. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Irabia.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1992	11530	80,07
1995	1647	11,44
1997	30528	212
1998	18730	130,07
2000	4189	29,09
2004	4328	30,06

Tabla I.18. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Irabia con estaciones manuales de Aribre y Abaurrea Alta.

Año	Fecha Est. Automática Irabia	Est. Automática Irabia (mm/h)	Fecha Est. Manual Aribre	Est. Manual Aribre (mm/h)	Fecha Est. Manual Abaurrea Alta	Est. Manual Abaurrea Alta (mm/h)
1992	21/09/1992	181,6	05/10/1992	68	08/08/1992	84
1995	04/10/1995	89,9	11/01/1995	46,2	02/12/1995	38
1997	06/08/1997	11,98	06/08/1997	86,5	03/01/1997	62,4
1998	14/05/1998	75,4	11/03/1998	46,7	01/07/1998	31,4
2000	09/06/2000	173,52	21/10/2000	98	21/10/2000	117
2004	21/10/2004	67,2	02/09/2004	41,1	22/03/2004	50

Se descarta el año 1997 de la serie de datos de precipitación máxima de la estación de Irabia.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA GETADAR (2000 -2015)

Tabla I.19. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Getadar.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
2000	29154	202,46

Tabla I.20. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Getadar con estaciones manuales de Lerga, Aibar y Oloriz.

Año	Fecha Est. Automática Getadar	Est. Automática Getadar (mm/h)	Fecha Est. Manual Lerga	Est. Manual Lerga (mm/h)	Fecha Est. Manual Aibar	Est. Manual Aibar (mm/h)	Fecha Est. Manual Oloriz	Est. Manual Oloriz (mm/h)
2000	25/07/2000	89,4	21/10/2000	45,5	21/10/2000	66,5	20/10/2000	47,2

ESTACIÓN AUTOMÁTICA ETXARRI-ARANATZ (1992- 2015)

Tabla I.21. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Etxarri- Aranaz.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1992	1952	13,56
1996	5251	36,46
1997	2099	14,58
1998	10392	72,17
2000	4200	29,17
2003	1746	12,13

Tabla I.22. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Etxarri- Aranatz con estaciones manuales de Alsasua y Goñi.

Año	Fecha Est. Automática Etxarri-Aranatz	Est. Automática Etxarri-Aranatz (mm/h)	Fecha Est. Manual Alsasua	Est. Manual Alsasua (mm/h)	Fecha Est. Manual Goñi	Est. Manual Goñi (mm/h)
1992	12/02/1992	85,9	08/12/1992	70	08/12/1992	100,3
1996	08/02/1996	61,9	13/10/1996	53,2	05/02/1996	64,3
1997	16/07/1997	93,5	05/11/1997	86	05/11/1997	123,2
1998	07/09/1998	43,9	08/10/1998	61,5	11/03/1998	63
2000	03/07/2000	50,13	13/10/2000	38	16/02/2000	46
2003	01/06/2003	79,31	30/01/2003	60	30/01/2003	48,2

ESTACIÓN AUTOMÁTICA ESTELLA (1992 -2015)

Tabla I.23. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Estella.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1992	8964	62,25
1995	6043	41,97
1996	5011	34,80
1997	7835	54,41
1998	7753	53,84
2000	4201	29,17
2004	2322	16,125
2005	4747	32,97

Tabla I.24. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática con la estación manual de Estella.

Año	Fecha Est. Automática Estella	Est. Automática Estella (mm/h)	Fecha Est. Manual Estella	Est. Manual Estella (mm/h)
1992	31/05/1992	37,2	26/03/1992	34,6
1995	21/11/1995	56,2	24/12/1995	38,3
1996	21/06/1996	53,9	05/12/1996	43,2
1997	06/11/1997	92,3	18/04/1997	59,9
1998	18/11/1998	50,3	02/02/1998	36
2000	17/08/2000	34,82	09/04/2000	22
2004	07/07/2004	57,97	06/07/2004	63,5
2005	09/05/2005	33	12/11/2005	27

ESTACIÓN AUTOMÁTICA DONEZTEBE SANTESTEBAN (1999- 2015)

Tabla I.25. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Doneztebe-Santesteban.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
2013	10927	75,88

Tabla I.26. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática con la estación manual de Doneztebe-Santesteban.

Año	Fecha Est. Automática Doneztebe Santesteban	Est. Automática Doneztebe Santesteban (mm/h)	Fecha Est. Manual Doneztebe Santesteban	Est. Manual Doneztebe Santesteban (mm/h)
2013	12/07/2013	115,8	15/01/2013	74,5

ESTACIÓN AUTOMÁTICA CARCASTILLO (1991- 2015)

Tabla I.27. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Carcastillo.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1997	23704	164,61
1998	39328	273,11
2000	30673	213,01

Tabla I.28. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática con la estación manual de Carcastillo.

Año	Fecha Est. Automática Carcastillo	Est. Automática Carcastillo (mm/h)	Fecha Est. Manual Carcastillo	Fecha Est. Manual Carcastillo (mm/h)
1997	02/07/1997	32,2	16/12/1997	37,9
1998	01/07/1998	32,8	05/06/1998	70
2000	26/09/2000	76,23	20/10/2000	43,5

Se descartan los años 1997 y 1998 de la serie de datos de precipitación máxima de la estación de Carcastillo.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA BEORTEGUI (1992- 2015)

Tabla I.29. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Beortegui.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
2000	4207	29,22

Tabla I.30. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Beortegui con las estaciones manuales de Zalba y Aoiz.

Año	Fecha Est. Automática Beortegui	Est. Automática Beortegui (mm/h)	Fecha Est. Manual Zalba	Est. Manual Zalba (mm/h)	Fecha Est. Manual Aoiz	Est. Manual Aoiz (mm/h)
2000	26/09/2000	98	21/10/2000	74,8	21/10/2000	78

ESTACIÓN AUTOMÁTICA BARDENAS LOMA NEGRA (1992- 2015)

Tabla I.31. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Bardenas Loma Negra.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1998	13615	94,55
2000	3702	25,71

Tabla I.32. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Bardenas Loma Negra con las estaciones manuales de Buñuel y Cabanillas.

Año	Fecha Est. Automática Bardenas Loma Negra	Est. Automática Bardenas Loma Negra (mm/h)	Fecha Est. Manual Buñuel	Est. Manual Buñuel (mm/h)	Est. Manual Cabanillas	Est. Manual Cabanillas (mm/h)
1998	01/07/1998	17,2	05/06/1998	48,2	23/09/1998	70
2000	09/05/2000	49,7	11/05/2000	25,4	09/05/2000	30,5

Se descarta el año 1998 de la serie de datos de precipitación máxima de la estación de Bardenas Loma Negra.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA BARDENAS-YUGO (1992- 2015)

Tabla I.33. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Bardenas- Yugo.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1995	15135	105,10
1997	52559	365
2000	9105	63,23

Tabla I.34. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Bardenas-Yugo con la estación manual de Cadreita.

Año	Fecha Est. Automática Bardenas-Yugo	Est. Automática Bardenas-Yugo (mm/h)	Fecha Est. Manual Cadreita	Est. Manual Cadreita (mm/h)
1995	09/08/1995	29	23/12/1995	17,7
1997	-	-	20/08/1997	36,9
2000	26/09/2000	33,47	09/05/2000	24,4

Se descarta el año 1997 de la serie de datos de precipitación máxima de la estación de Bardenas-Yugo.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA ARANGOITI (1991- 2015)

Tabla I.35. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Arangoiti.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
2000	44434	308,57
2001	22864	158,78
2002	25562	177,51

Tabla I.36. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Arangoiti con la estación manual de Leire.

Año	Fecha Est. Automática Arangoiti	Est. Automática Arangoiti (mm/h)	Fecha Est. Manual Leire	Est. Manual Leire (mm/h)
2000	07/12/2000	119,7	21/10/2000	110
2001	13/08/2001	58,73	13/08/2001	53,5
2002	20/09/2002	35,93	04/06/2002	41

ESTACIÓN AUTOMÁTICA ARALAR (1991- 2015)

Tabla I.37. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Aralar.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1991	3832	26,61
1992	8398	58,32
1993	15274	106,07
1996	4379	30,41
1997	49783	345,71
1998	8405	58,37
1999	18306	127,13
2000	34529	239,78
2001	7596	52,75
2002	17287	120,05
2003	8772	60,92
2004	9171	63,69
2005	12817	89,01

Tabla I.38. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática de Aralar con la estación manual de Betelu.

Año	Fecha Est. Automática Aralar	Est. Automática Aralar	Fecha Est. Manual Betelu (mm/h)	Est. Manual Betelu (mm/h)
1991	03/09/1991	76,3	03/09/1991	61
1992	08/08/1992	45,2	05/10/1992	78
1993	13/05/1993	29,8	25/12/1993	64,5
1996	25/07/1996	51	17/11/1996	60
1997	02/07/1997	27,5	05/11/1997	63
1998	31/08/1998	53,6	08/10/1998	60
1999	01/06/1999	25,4	14/11/1999	56,3
2000	07/12/2000	44,7	15/10/2000	58
2001	19/10/2001	56,91	13/11/2001	56,5
2002	10/12/2002	87,08	14/02/2002	59,5
2003	02/06/2003	107,07	29/01/2003	54
2004	09/09/2004	70,06	09/11/2004	58,8
2005	10/08/2005	108,09	19/01/2005	44

Se descartan los años 1993, 1997 y 1999 de la serie de datos de precipitación máxima de la estación de Aralar.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA AIOZ (1991 -2015)

Tabla I.39. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Aoiz.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1996	4517	31,52
1997	29700	206,25
1998	24302	168,76
1999	21054	146,21
2000	4770	33,13
2004	8928	62
2007	1630	11,32

Tabla I.40. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática con la estación manual de Aoiz.

Año	Fecha Est. Automática Aoiz	Est. Automática Aoiz (mm/h)	Fecha Est. Manual Aoiz	Est. Manual Aoiz (mm/h)
1996	25/07/1996	70,9	26/07/1996	54
1997	03/02/1997	37,2 (falta agosto)	05/08/1997	90
1998	01/07/1998	26,6 (falta marzo)	11/03/1998	31,5
1999	13/09/1999	111,89	13/09/1999	107
2000	09/05/2000	135,29	21/10/2000	78
2004	02/09/2004	52,22	02/09/2004	46,8
2007	10/06/2007	43,62	01/04/2007	44

Se descarta el año 1997 de la serie de datos de precipitación máxima de la estación de Aoiz.

ESTACIÓN AUTOMÁTICA AGUILAR DE CODÉS (1991- 2015)

Tabla I.41. Series de datos correspondientes al año en el que el número de huecos superior a 10 días en la estación automática de Aguilar de Codés.

Año	Huecos datos	Días correspondientes a los huecos
1991	24548	170,47
1996	4505	31,28
1997	5745	39,89
1998	33862	235,15
1999	42194	293,01

Tabla I.42. Comparación de los registros de precipitaciones máximas en los años con falta de registro superior a 10 días en la estación automática Aguilar de Codés con la estación manual de Genevilla.

Año	Fecha Est. Automática Aguilar de Codés	Est. Automática Aguilar de Codés	Fecha Est. Manual Genevilla	Est. Manual Genevilla
1991	11/09/1991	40,1	14/04/1991	62,3
1996	21/06/1996	46,2	05/12/1996	36,2
1997	25/08/1997	41,2	05/11/1997	56,3
1998	13/01/1998	21,6	11/03/1998	24,9
1999	22/10/1999	20	14/11/1999	28,4

ANEJO 2. AJUSTE VISUAL FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN.

En este apartado se representa el estudio visual de las funciones de distribución que mejor se ajustan a los datos de precipitación máxima de las estaciones meteorológicas. Se realiza el ajuste visual para intervalos de 10 minutos, 1 hora, 6 horas y 12 horas. A continuación, se disponen de los gráficos obtenido con el programa Hydrognomon con las funciones de mejor ajuste en cada caso.

I. Intervalo de 10 minutos.

AGUILAR DE CODÉS (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- Galton

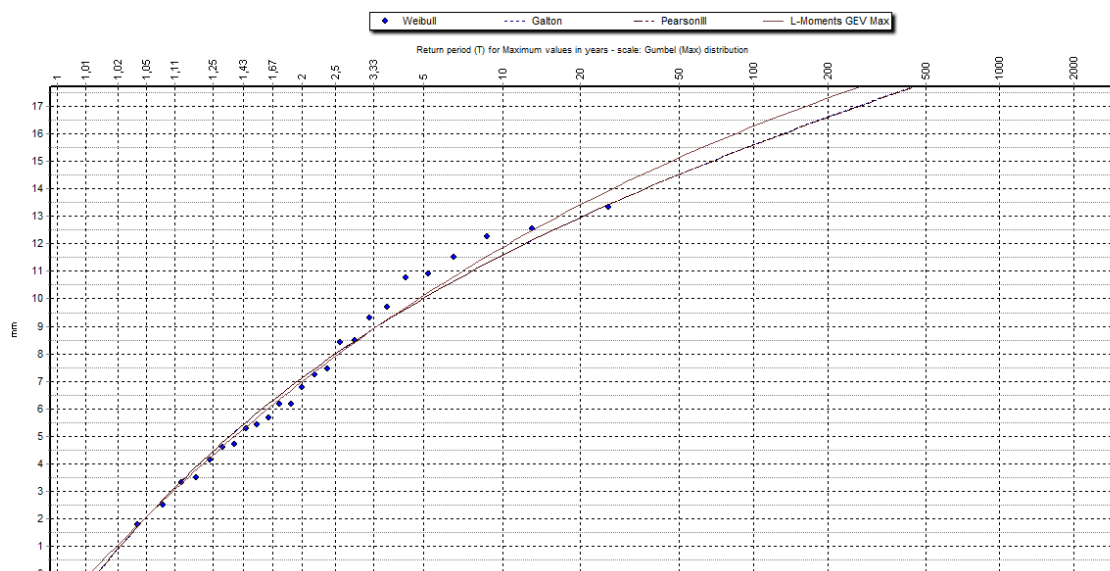


Figura II. 1. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Aguilar de Codés.

AOIZ (1991-2015)

- Exponencial
- L-Moments exponencial
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

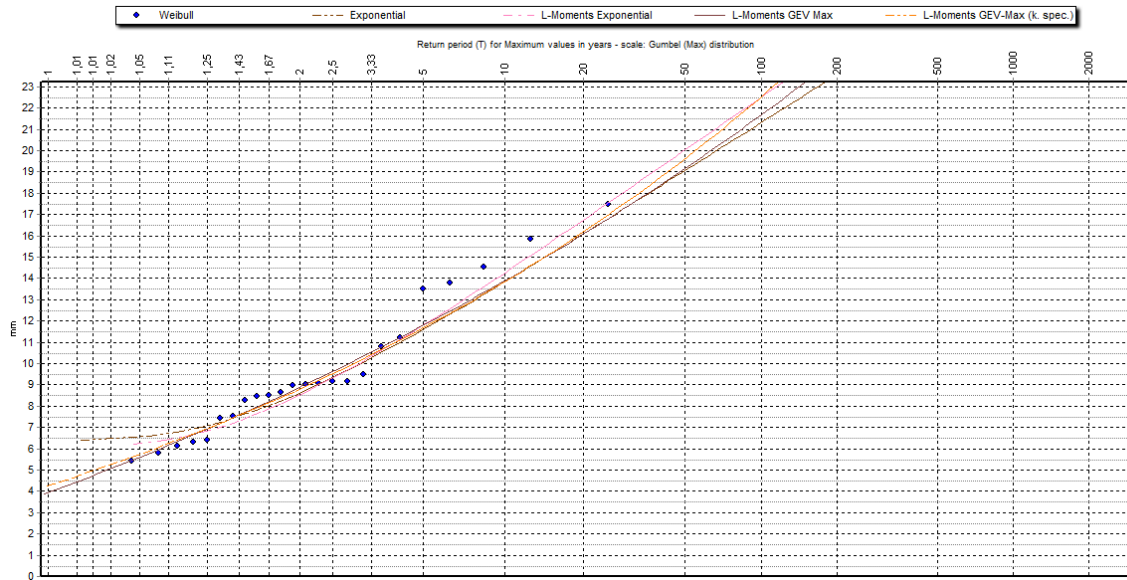


Figura II. 2. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Aoiz.

ARALAR (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1-Max

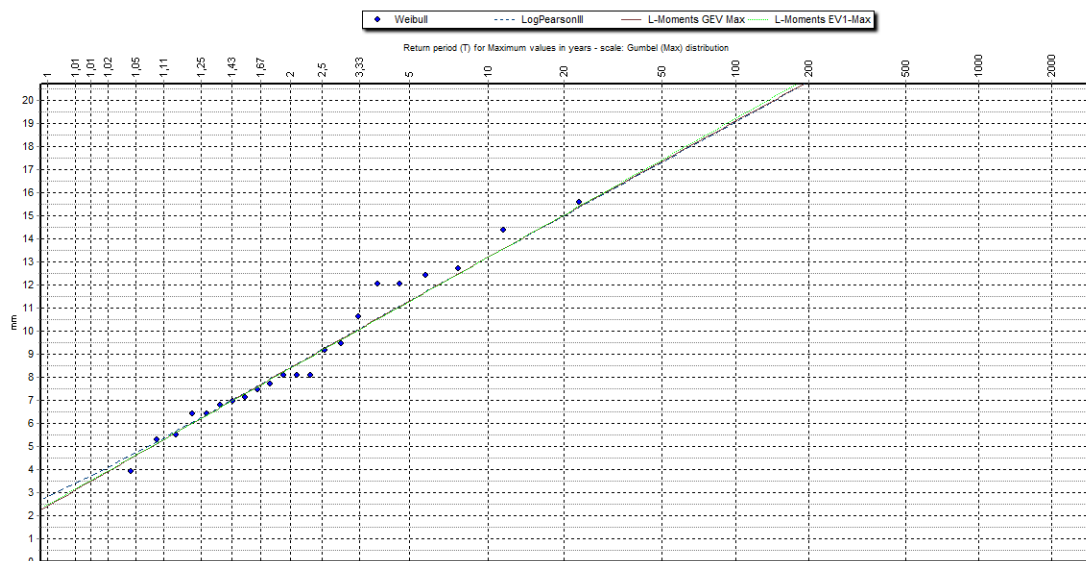


Figura II. 3. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Aralar.

ARANGOITI (1991-2015)

- Pearson III
- GEV Max
- L-Moments GEV Max

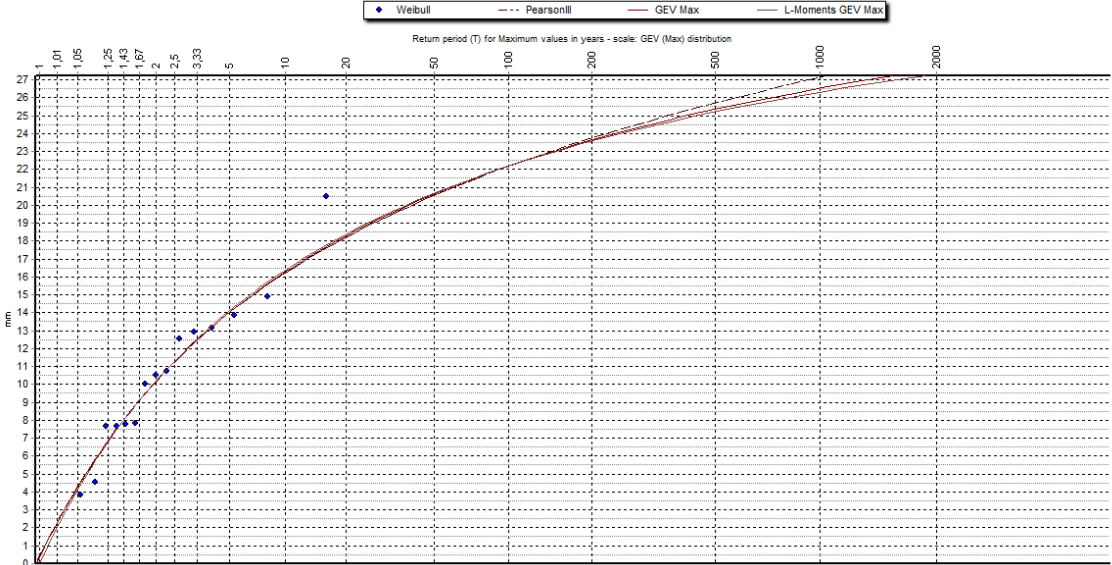


Figura II. 4. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Arangoiti.

BARDENAS LOMA NEGRA (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1- Max

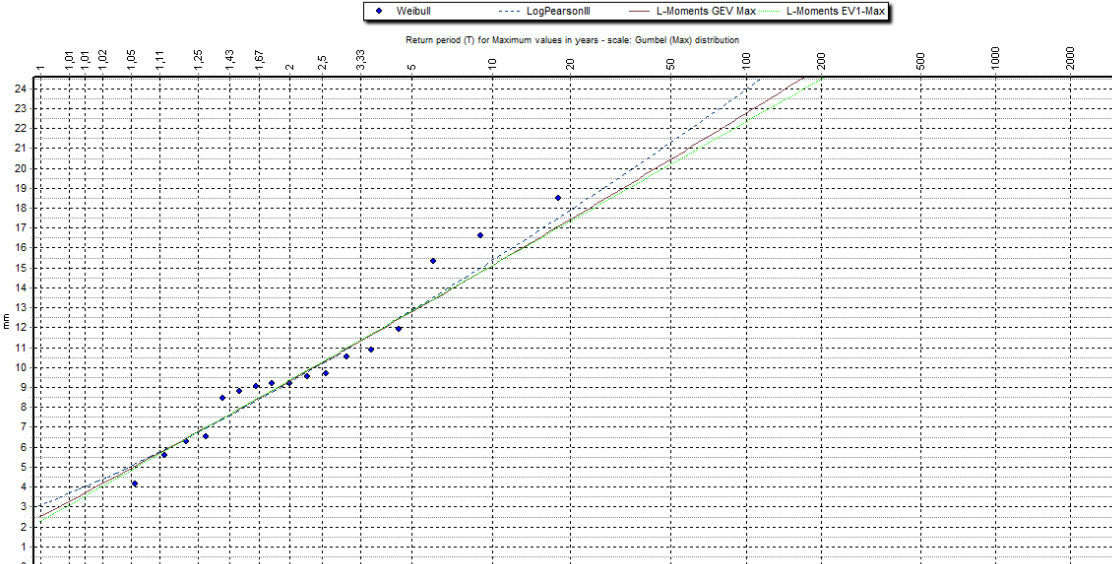


Figura II. 5. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Bardenas Loma Negra.

BARDENAS YUGO (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1- Max

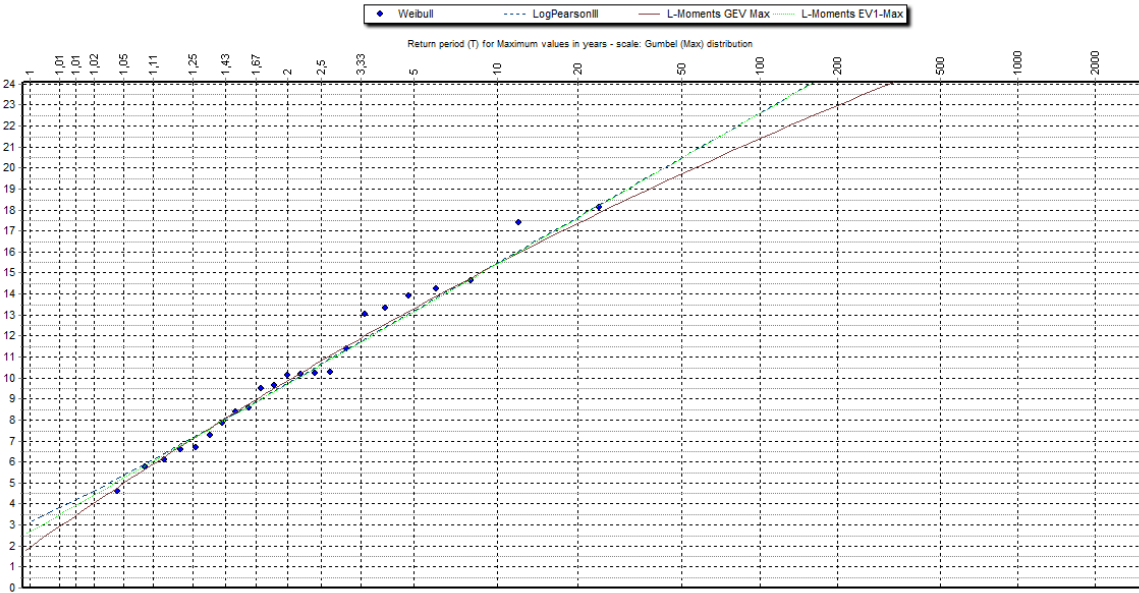


Figura II. 6. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Bardenas Yugo.

BEORTEGUI (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1- Max

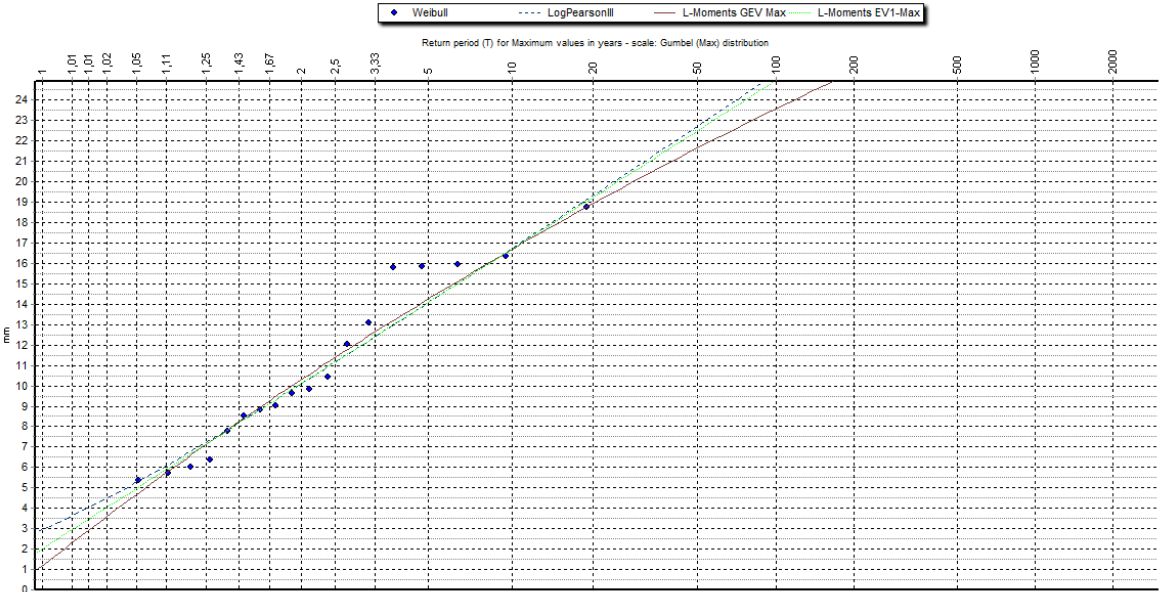


Figura II. 7. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Beortegui.

CARCASTILLO (1991-2015)

- Galton
- LogPearson III
- L-Moments GEV Max

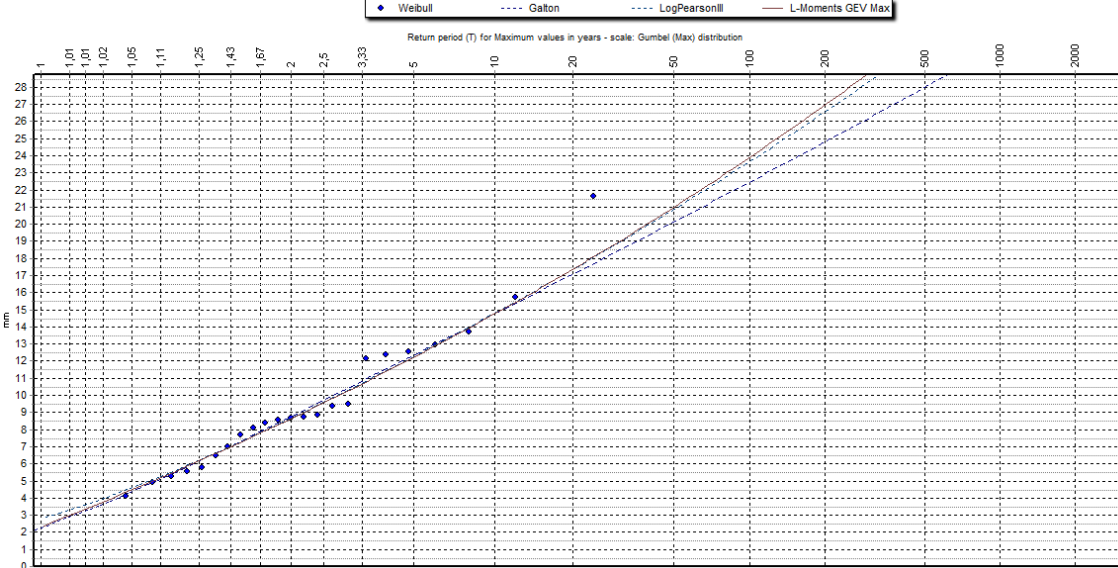


Figura II. 8. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Carcastillo.

CARRASCAL (1991-2015)

- Gumbel Max
- GEV Max
- L-Moments GEV Max

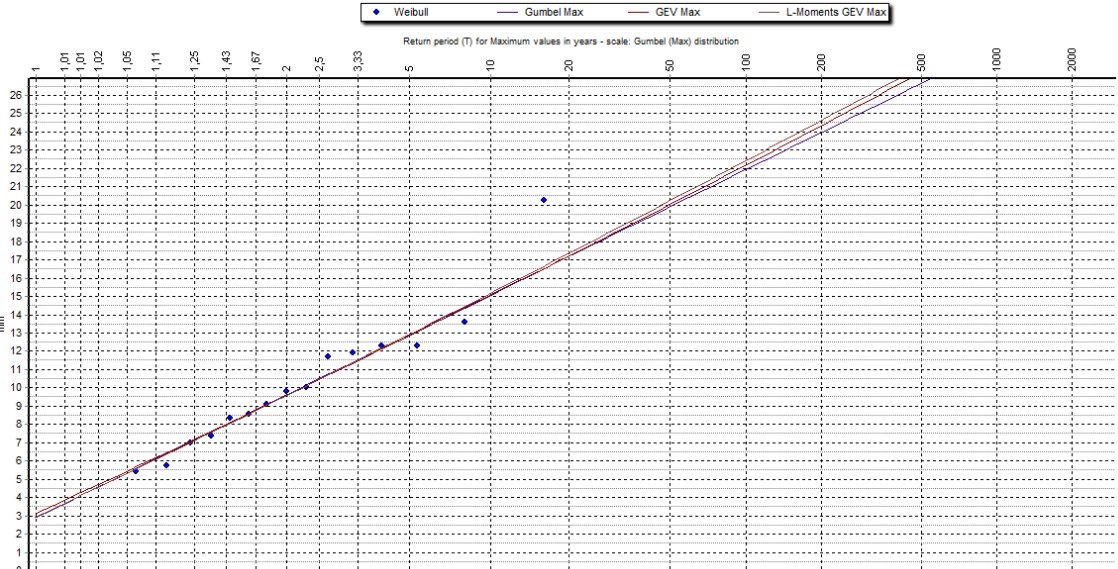


Figura II. 9. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Carrascal.

DONEZTEBE-SANTESTEBAN (1999-2015)

- Exponential
- LogPearson III
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

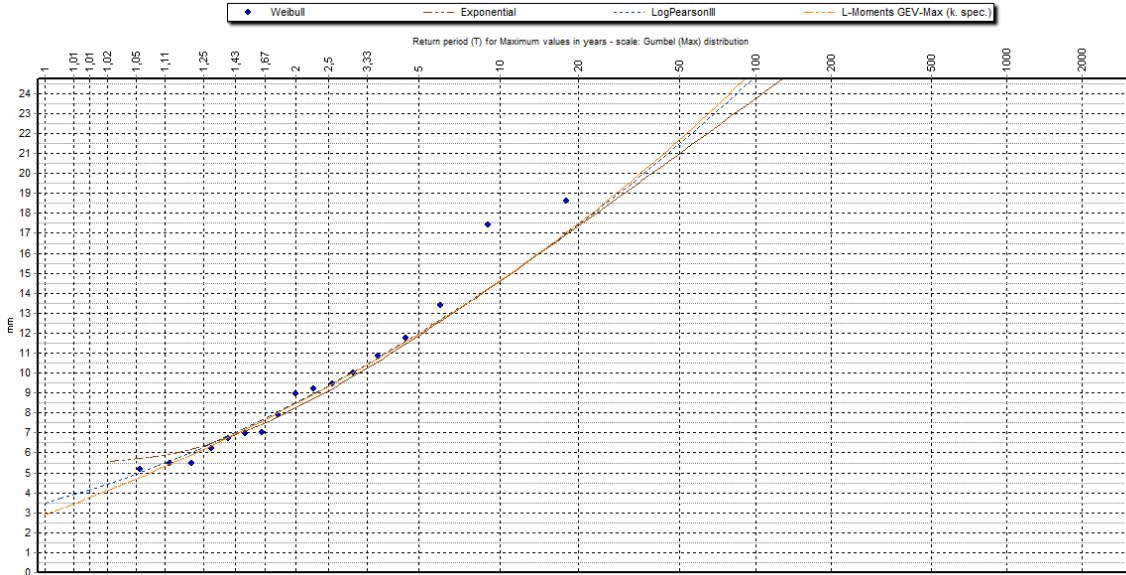


Figura II. 10. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Doneztebe-Santesteban.

EL PERDÓN (1991-2015)

- Galton
- L-Moments Exponential
- GEV Max

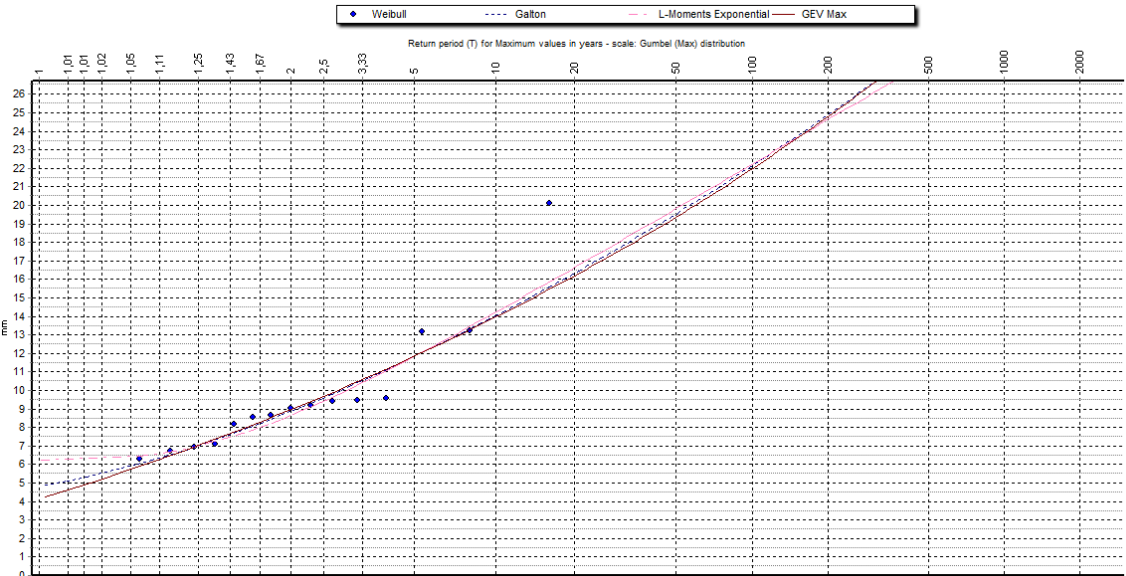


Figura II. 11. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para El Perdón.

ESTELLA (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

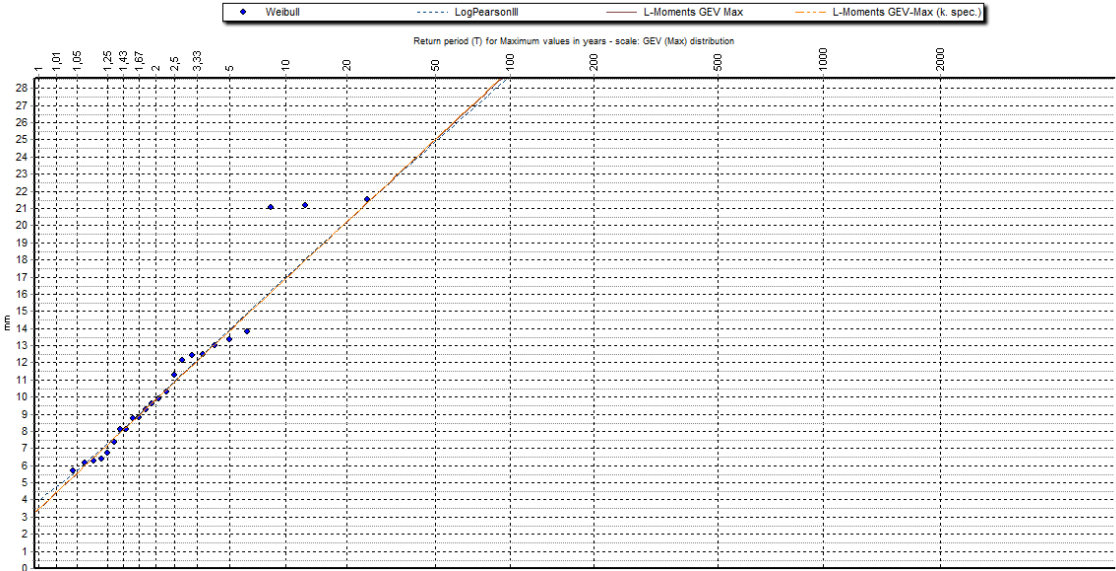


Figura II. 12. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Estella.

ETXARRI-ARANATZ (1992-2015)

- LogNormal
- LogPearson III
- L-Moments GEV Max

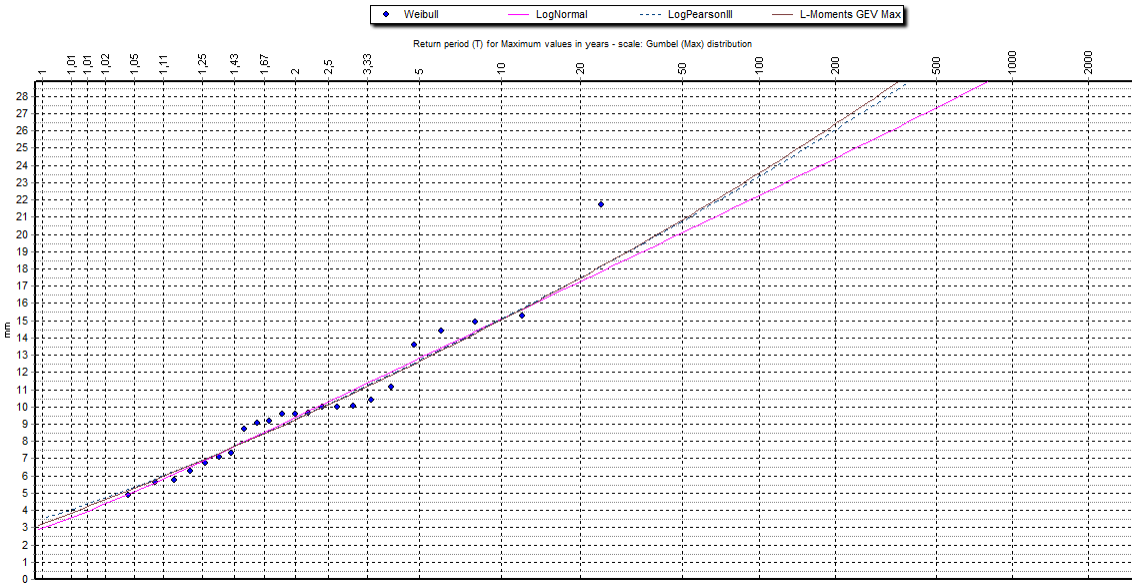


Figura II. 13. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Etxarri-Aranatz.

GETADAR (2000-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1- Max

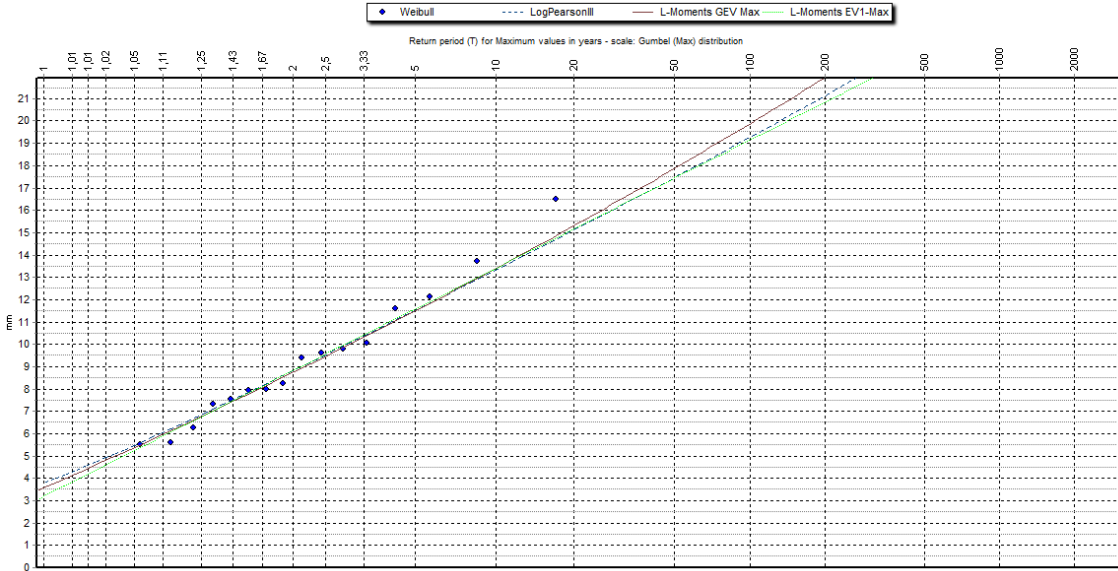


Figura II. 14. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Getadar.

GORRAMENDI (1991-2015)

- Normal
- GEV Max
- L-Moments GEV Max

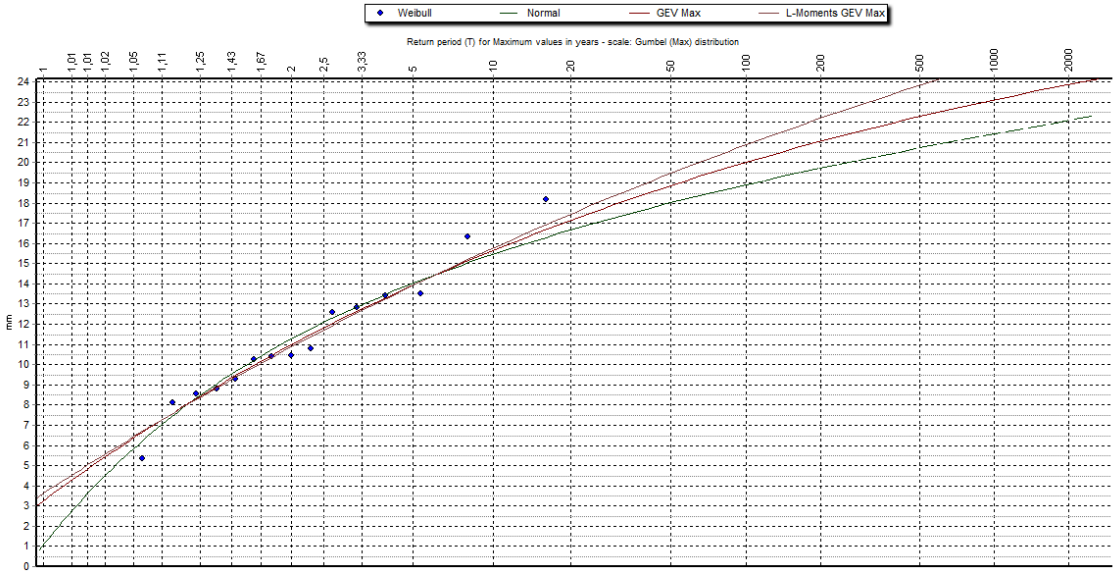


Figura II. 15. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Gorramedi.

IRABIA (1991-2015)

- Galton
- Pearson III
- L-Moments GEV Max

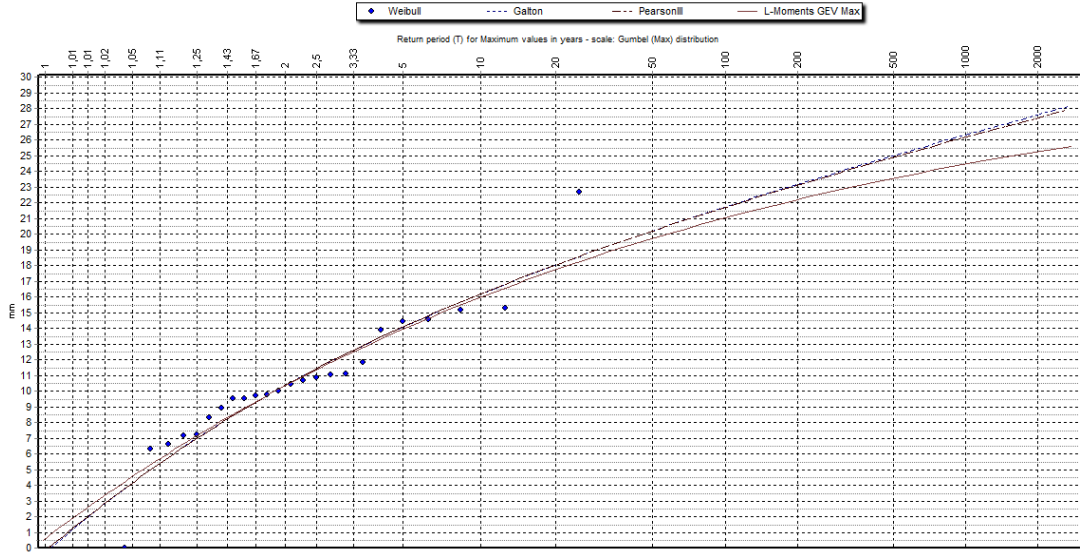


Figura II. 16. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Irabia.

OSKOTZ (1999-2015)

- L-Moments Exponential
- LogPearson III
- L-Moments GEV-Max (k.spec.)

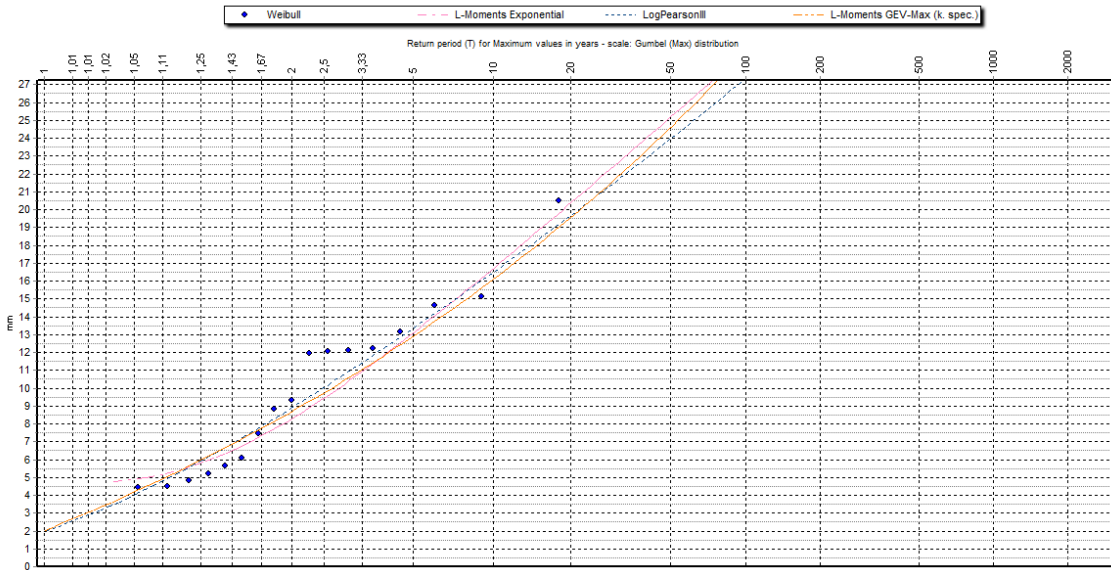


Figura II. 17. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Oskotz.

TAFALLA (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV-Max (k.spec.)
- L-Moments GEV-Max

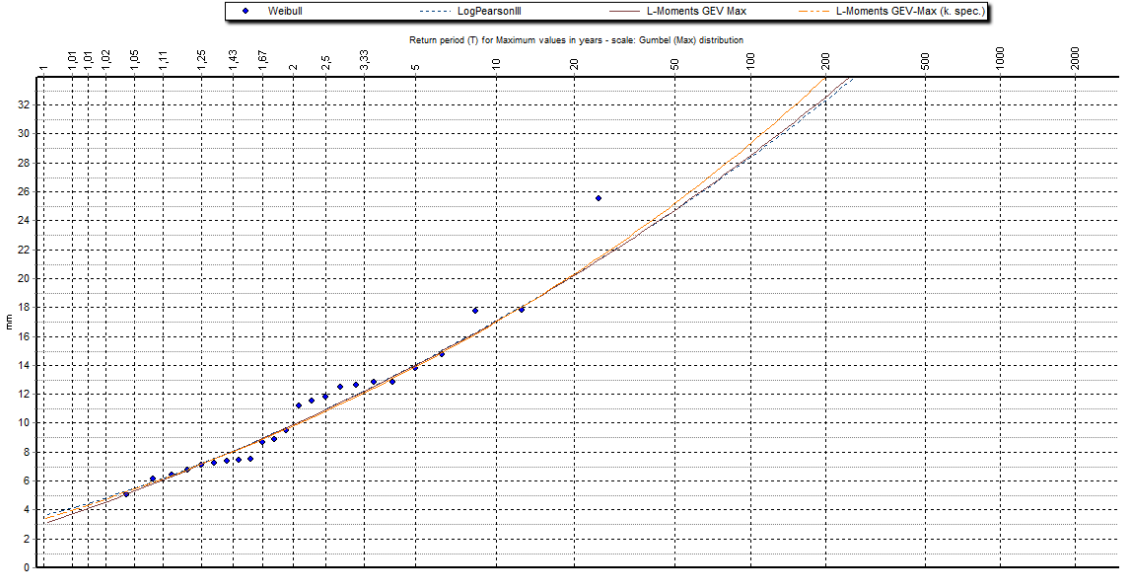


Figura II. 18. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Tafalla.

TRINIDAD DE ITURGOIEN (1991-2015)

- LogNormal
- LogPearson III
- L-Moments GEV-Max (k.spec.)

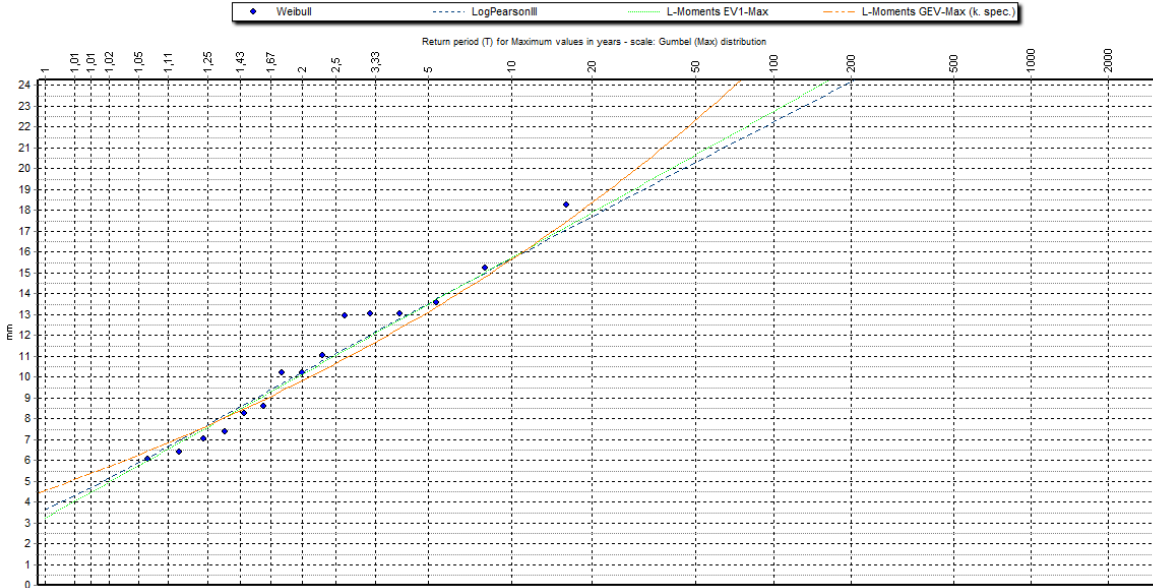


Figura II. 19. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Trinidad de Iturgoien.

TUDELA (1997-2015)

- Galton
- LogPearson III
- L-Moments GEV-Max (k.spec.)

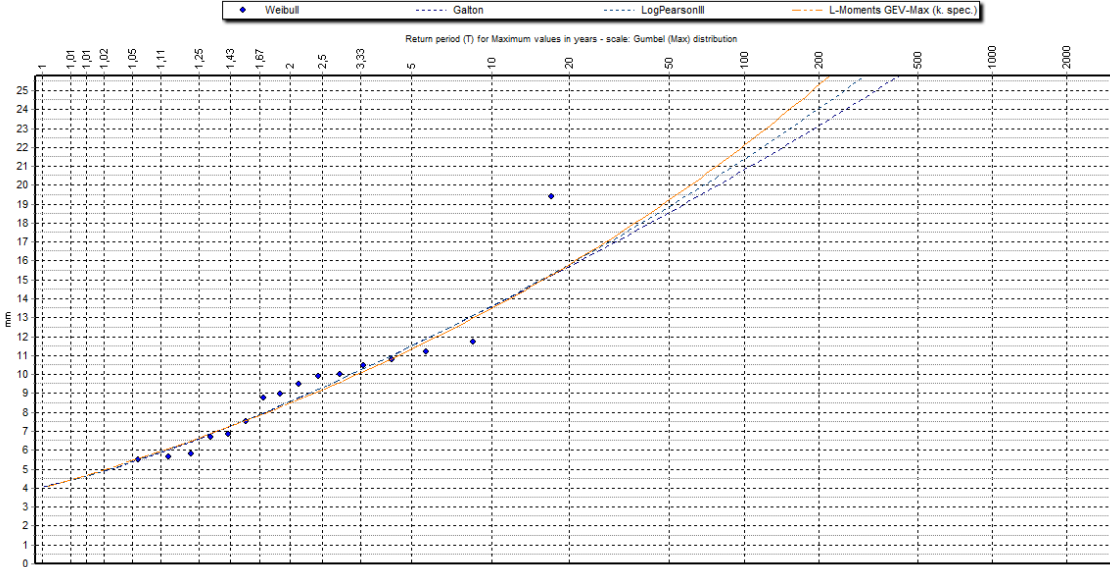


Figura II. 20. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Tudela.

UJUÉ (1991-2015)

- Gumbel Max
- GEV Max
- L-Moments GEV-Max (k.spec.)

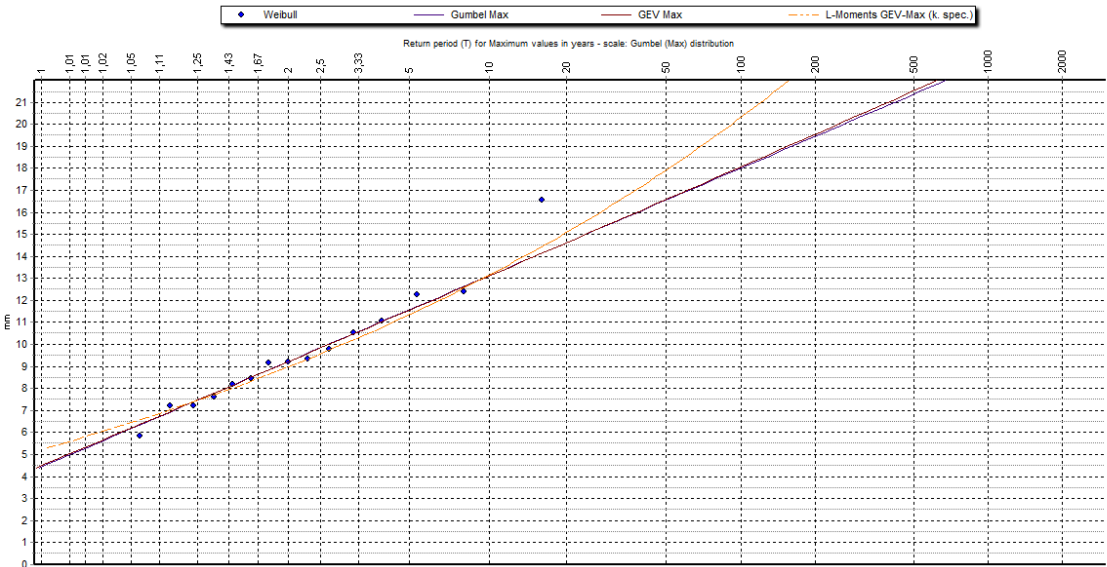


Figura II. 21. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Ujué.

VILLANUEVA DE YERRI (1998-2015)

- Gumbel Max
- LogPearson III
- L-Moments GEV-Max

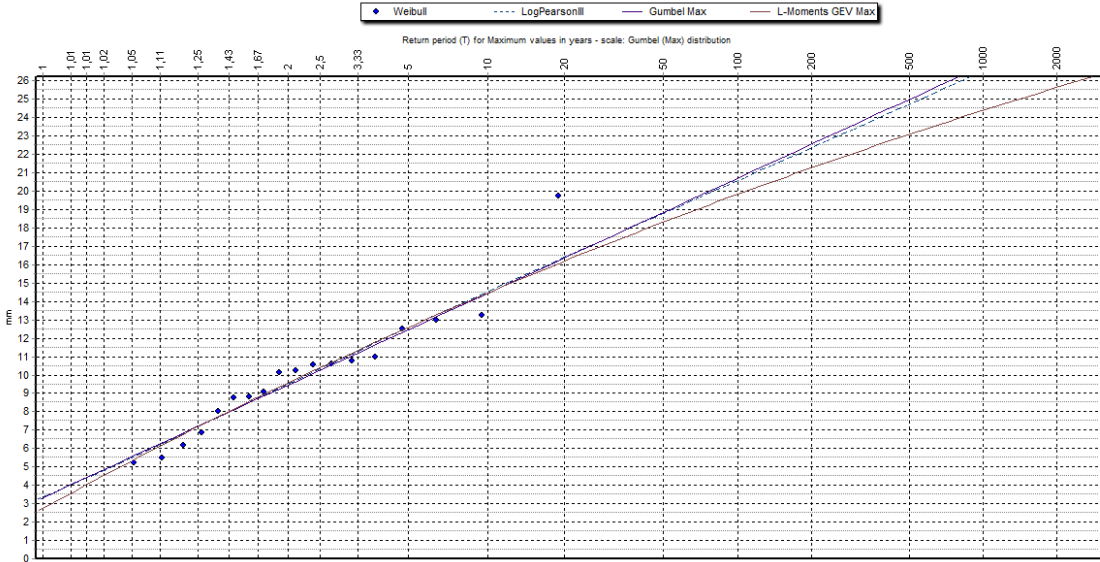


Figura II. 22. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Villanueva de Yerri.

YESA (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV1 Max
- L-Moments GEV-Max (k.spec.)

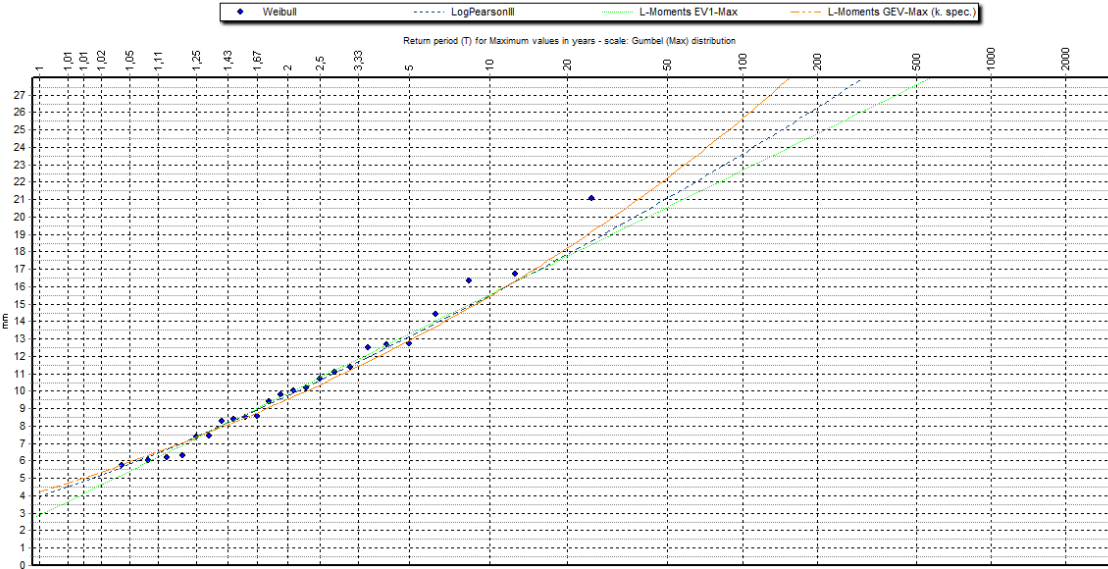


Figura II. 23. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 10 minutos para Yesa.

II. Intervalo de 1 hora.
AGUILAR DE CODÉS (1991-2015)

- Normal
- L-Moments Normal
- L-Moments GEV Max

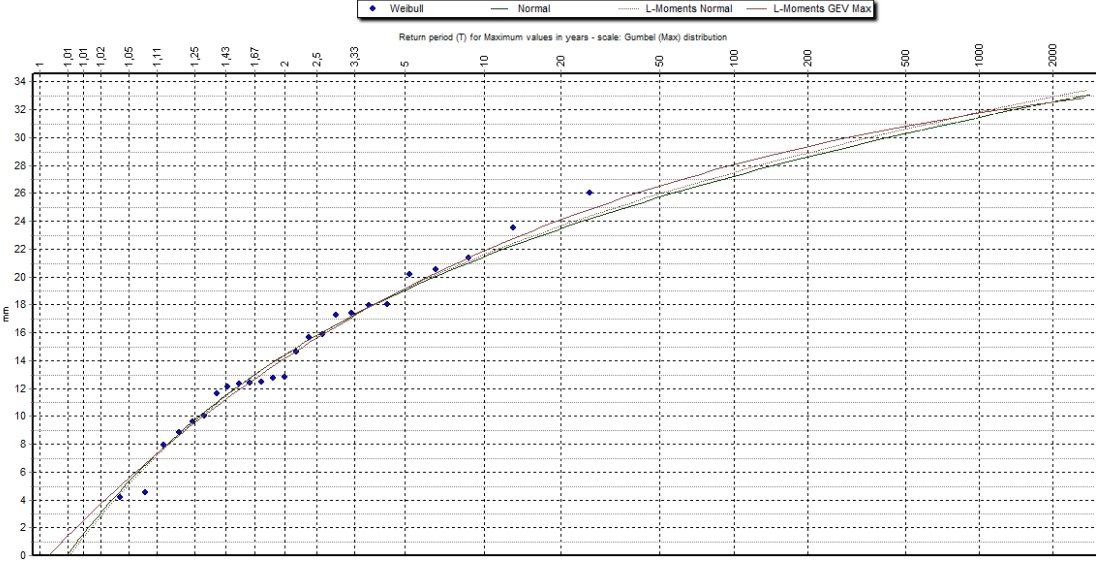


Figura II. 24. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Aguilar de Codés.

AOIZ (1991-2015)

- Galton
- Pearson III
- L-Moments GEV Max

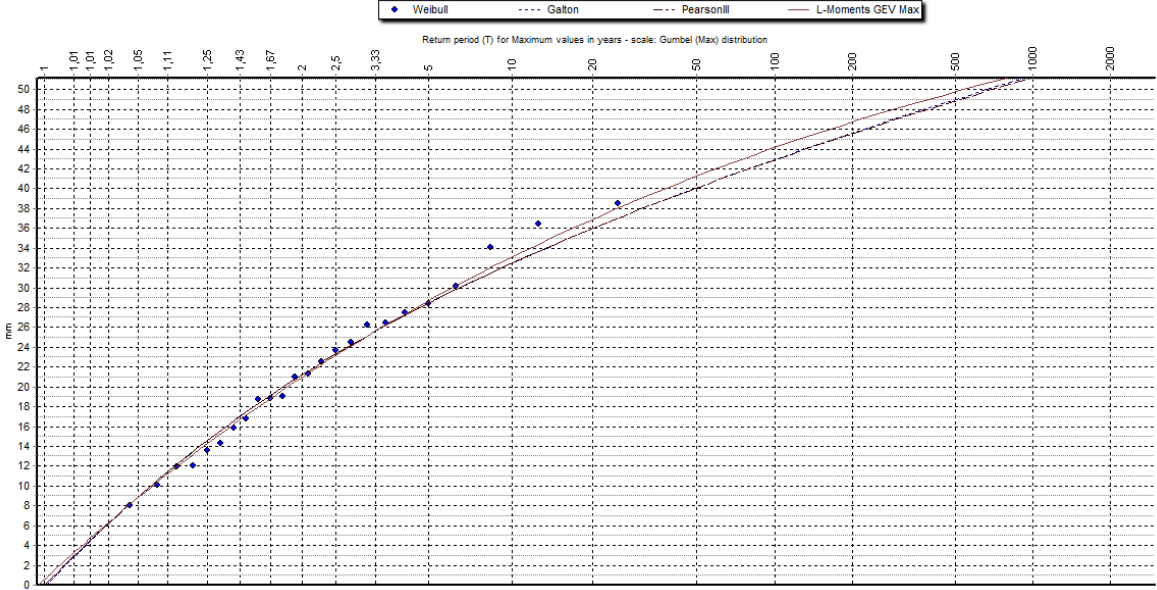


Figura II. 25. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Aoiz.

ARALAR (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

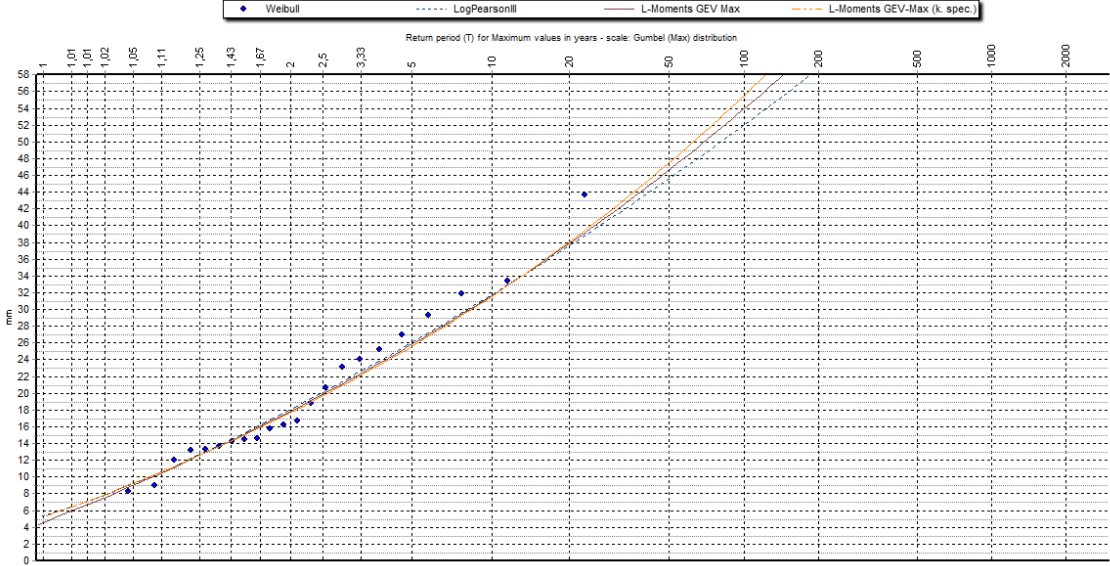


Figura II. 26. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Aralar.

ARANGOITI (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2 Max

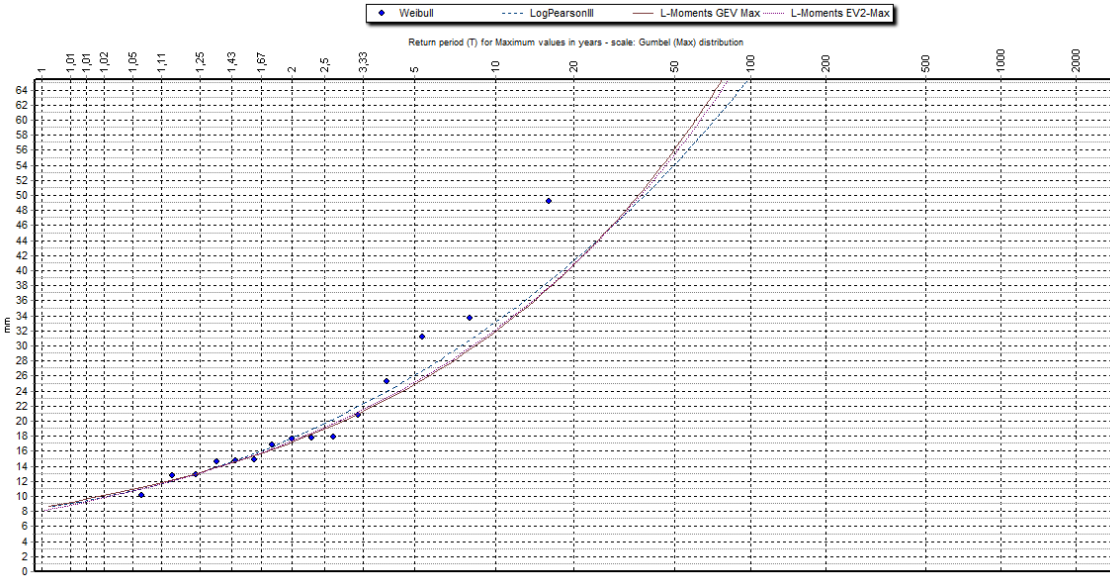


Figura II. 27. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Arangoiti.

BARDENAS LOMA NEGRA (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

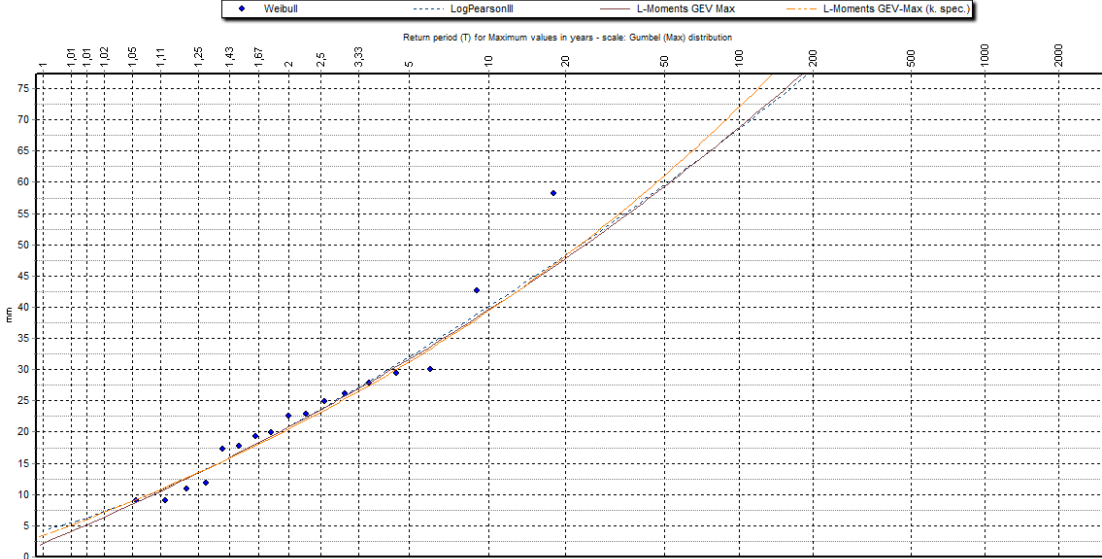


Figura II. 28. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Bardenas Loma Negra.

BARDENAS YUGO (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1- Max

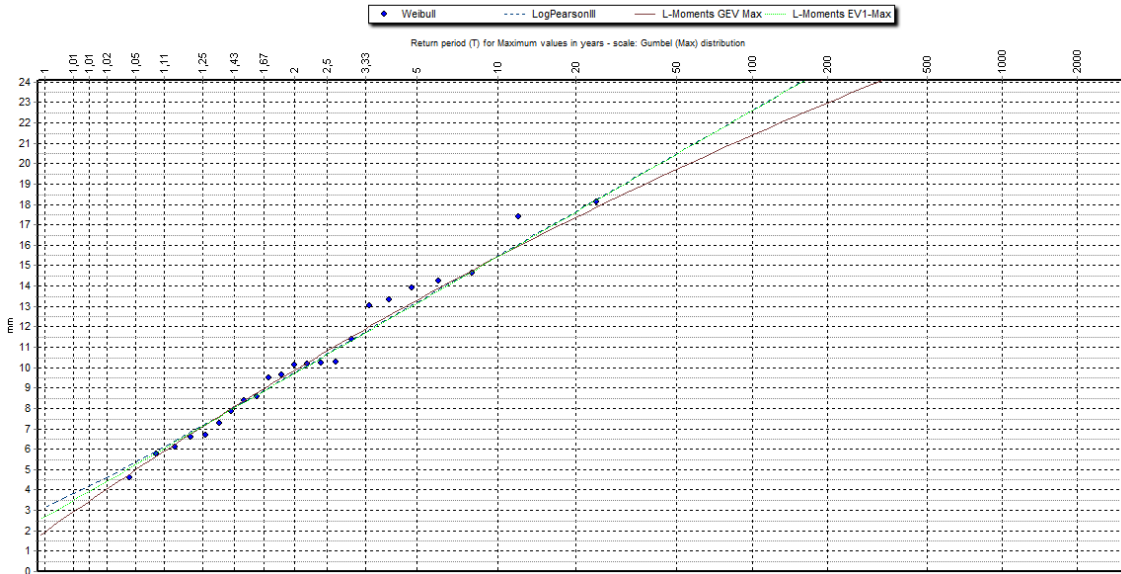


Figura II. 29. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Bardenas-Yugo.

BEORTEGUI (1992-2015)

- Pearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Normal

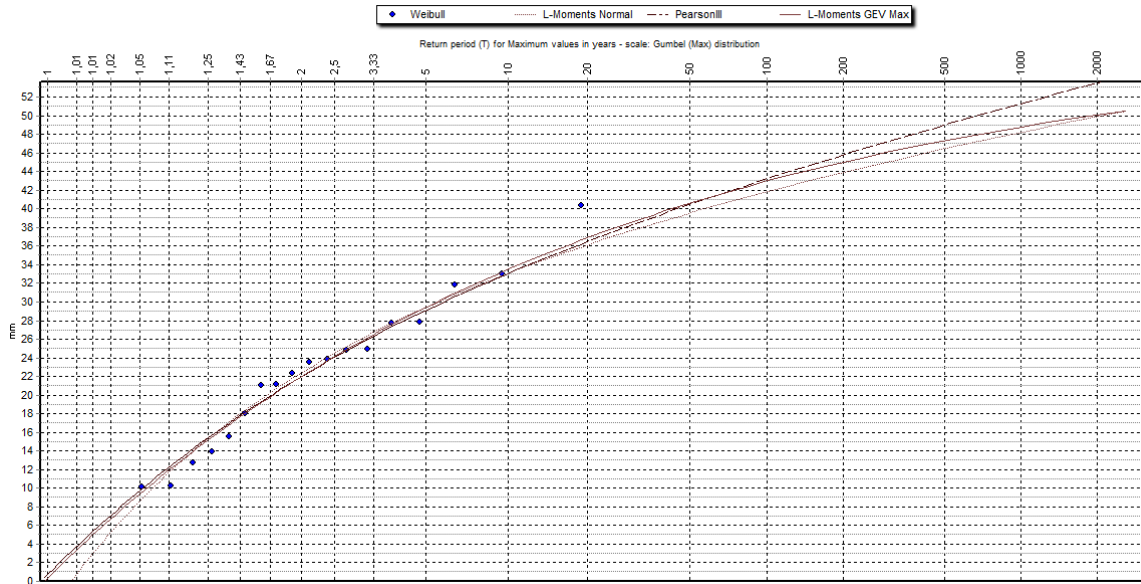


Figura II. 30. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Beortegui.

CARCASTILLO (1991-2015)

- Galton
- LogPearson III
- L-Moments GEV Max

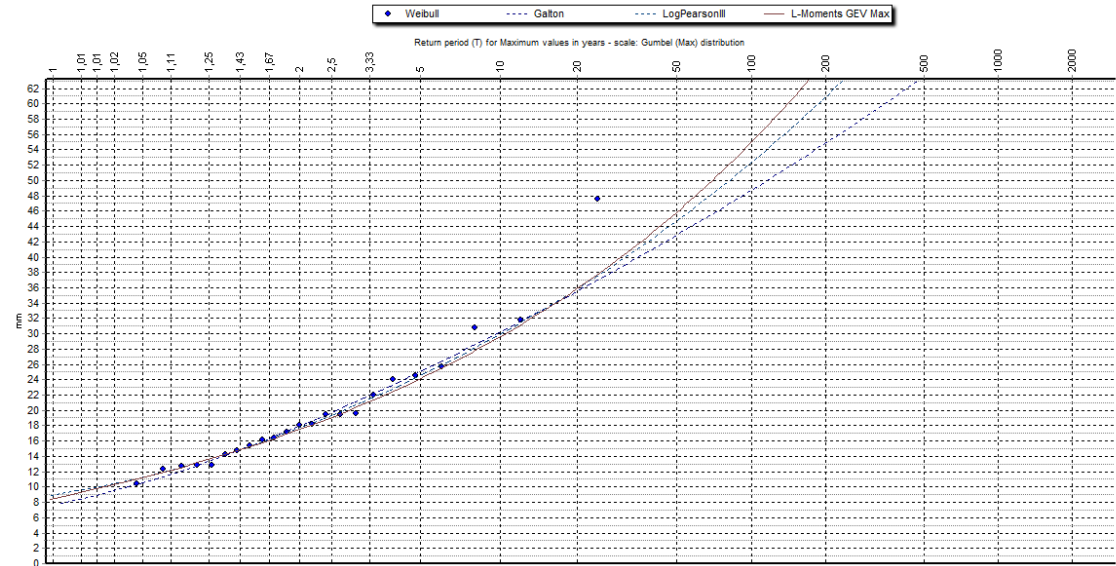


Figura II. 31. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Carcastillo.

CARRASCAL (1991-2015)

- Gumbel Max
- LogPearson III
- L-Moments GEV Max

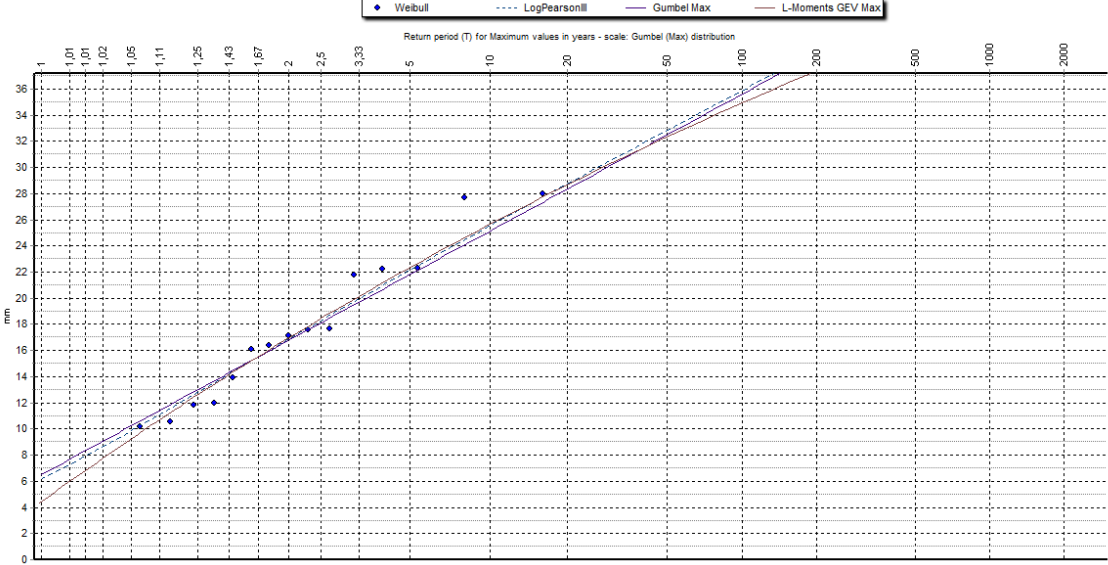


Figura II. 32. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Carrascal.

DONEZTEBE-SANTESTEBAN (1999-2015)

- L-Moments Normal
- Pearson III
- L-Moments GEV Max

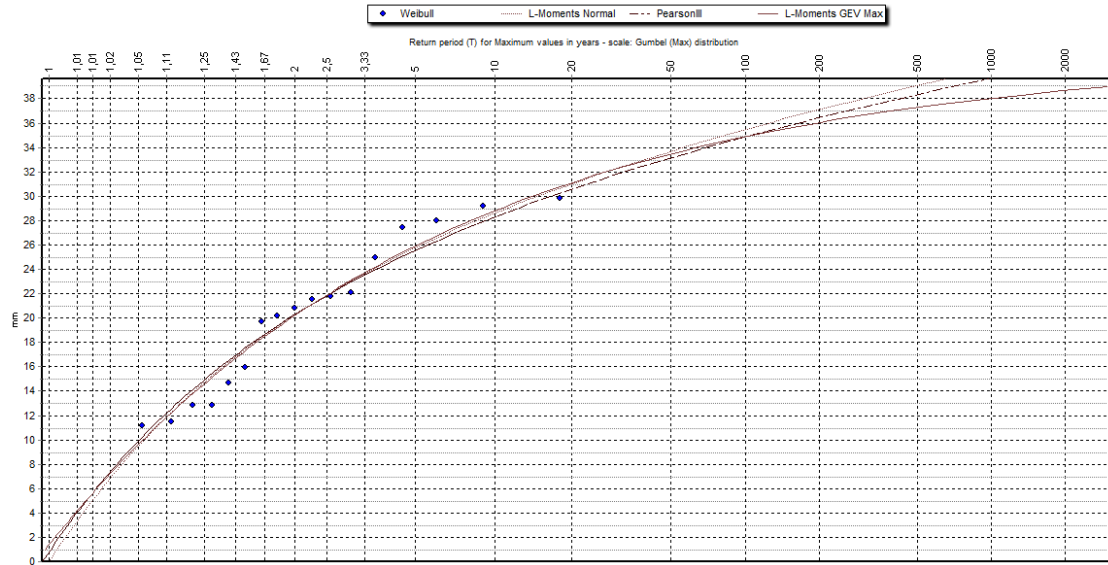


Figura II. 33. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Doneztebe-Santesteban.

EL PERDÓN (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2 Max

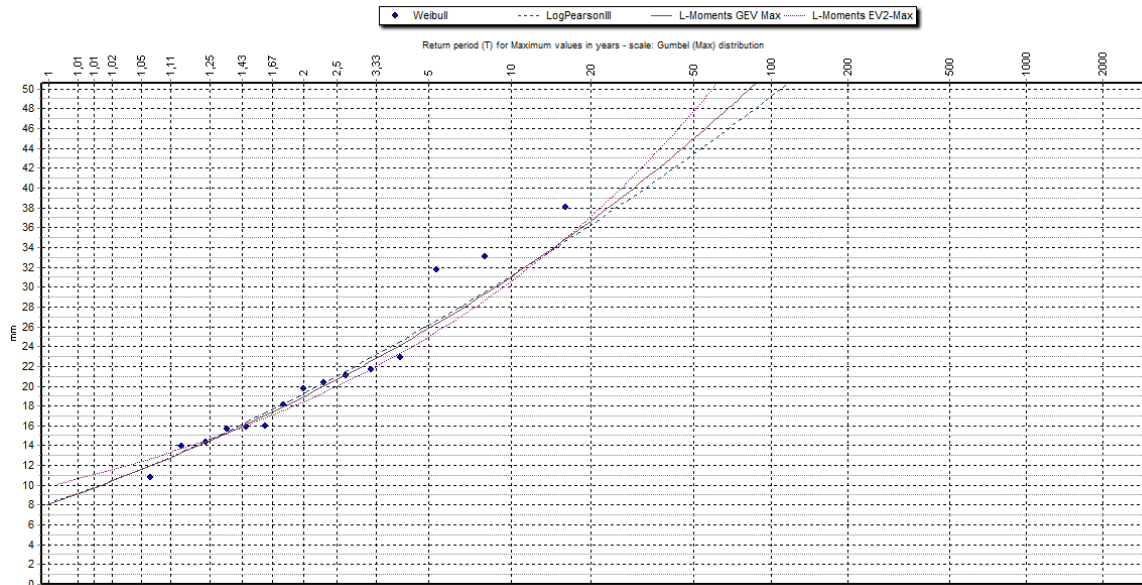


Figura II. 34. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para El Perdón.

ESTELLA (1992-2015)

- L-Moments EV1-Max
- L-Moments GEV Max
- Gumbel Max

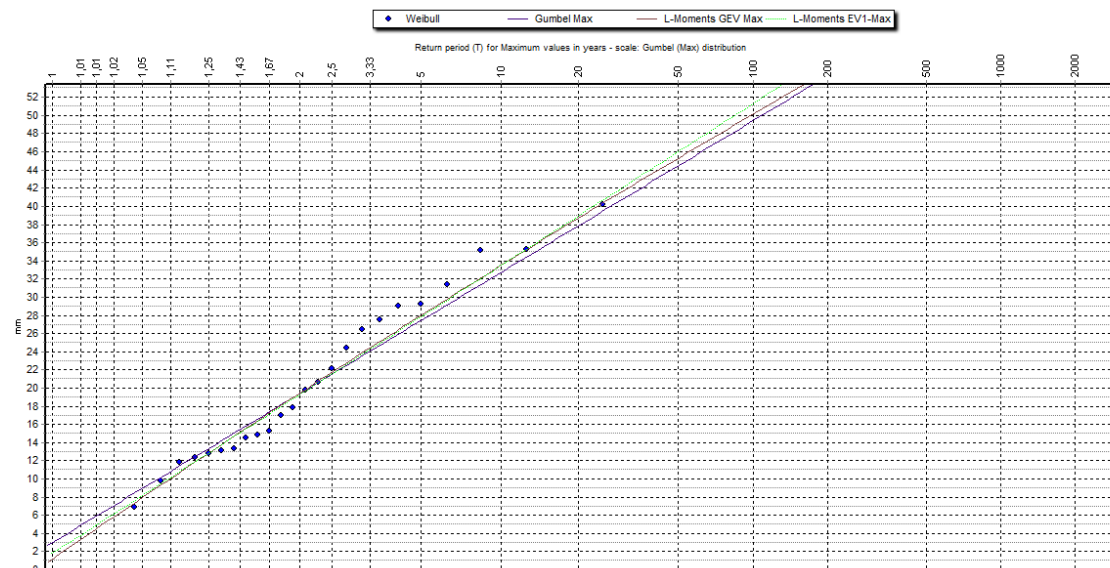


Figura II. 35. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Estella.

ETXARRI ARANATZ (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

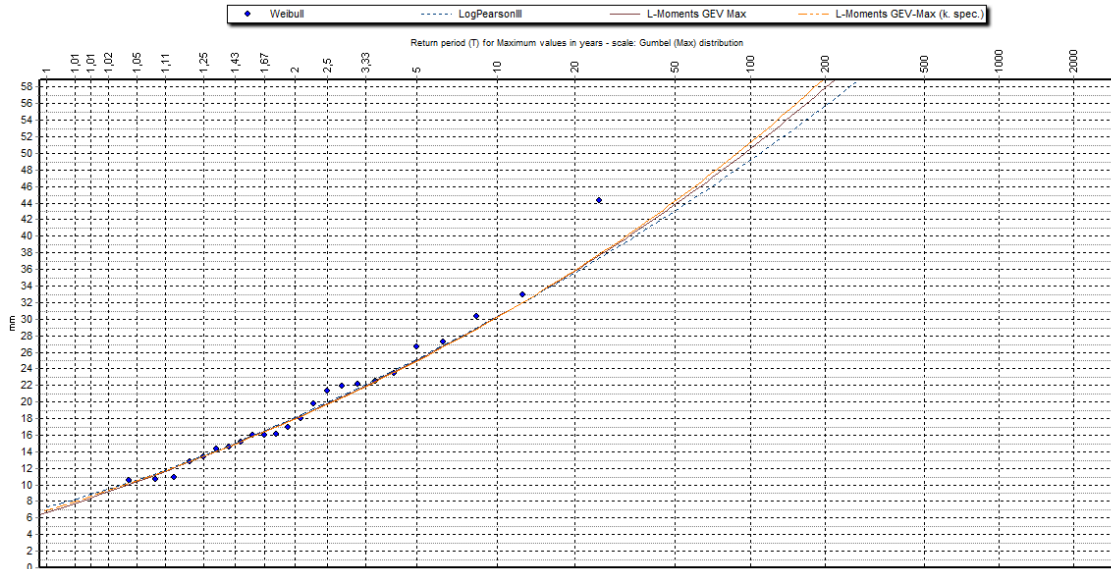


Figura II. 36. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Etxarri-Aranatz.

GETADAR (2000-2015)

- Galton
- GEV Max
- L-Moments GEV Max

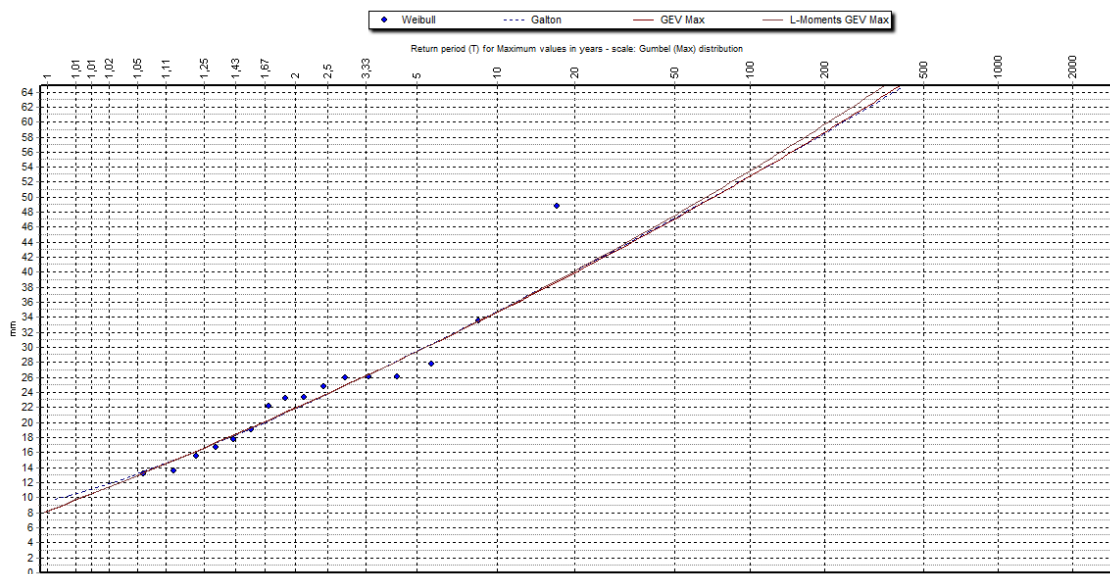


Figura II. 37. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Getadar.

GORRAMENDI (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2 Max

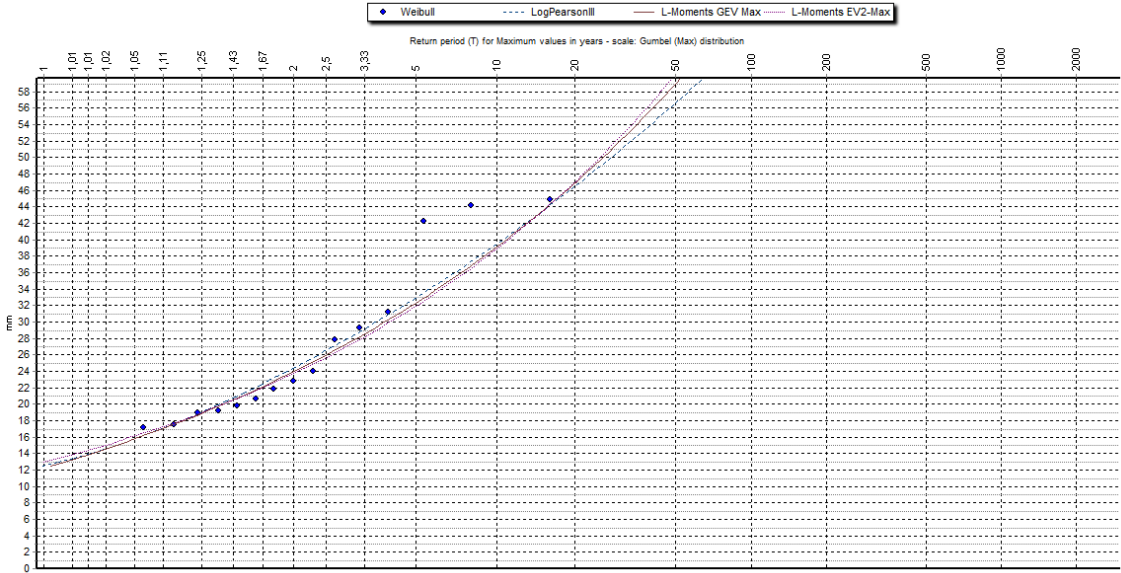


Figura II. 38. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Gorrramendi.

IRABIA (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2 Max

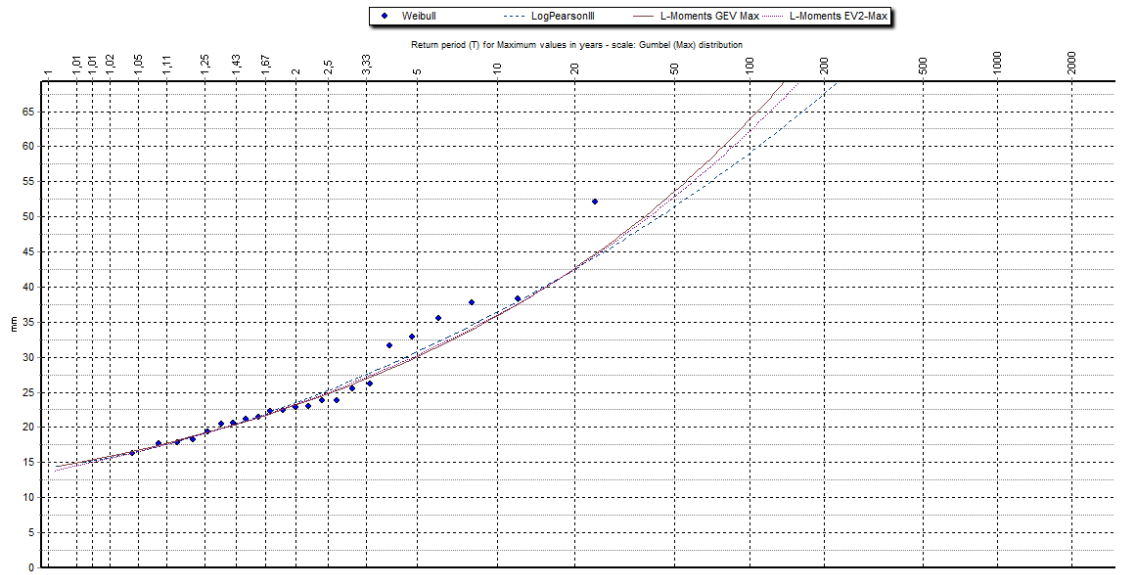


Figura II. 39. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Irabia.

OSKOTZ (1999-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

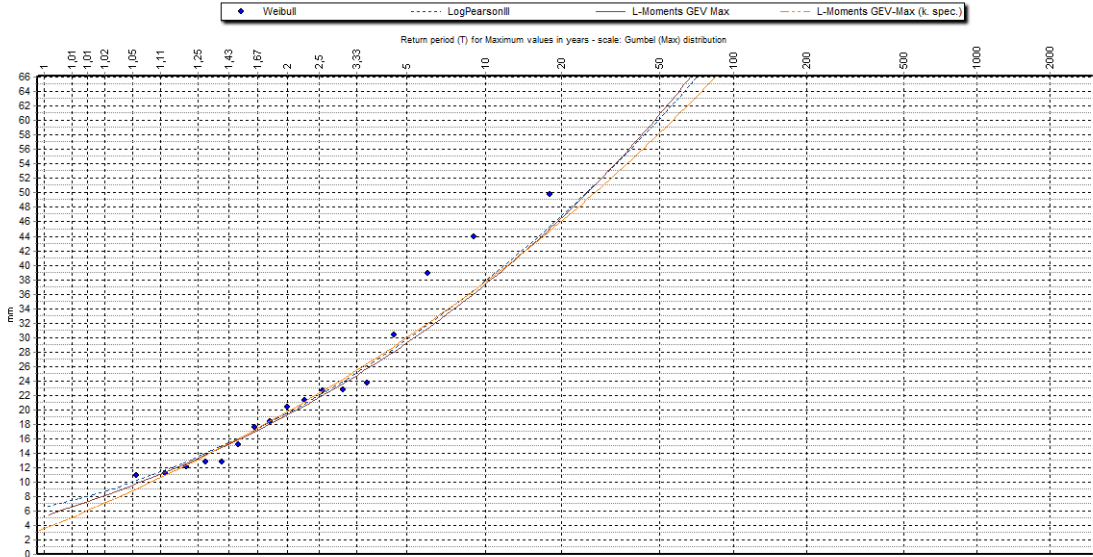


Figura II. 40. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Oskotz.

TAFALLA (1991-2015)

- LogPearson III
- LogNormal
- L-Moments GEV Max

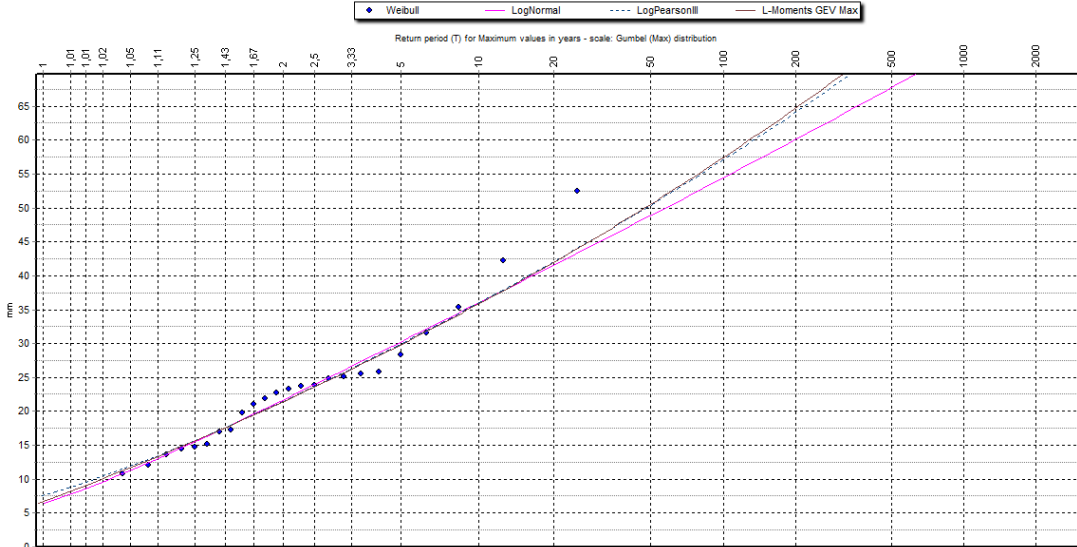


Figura II. 41. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Tafalla.

TRINIDAD DE ITURGOIEN (1991-2015)

- LogPearson III
- GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

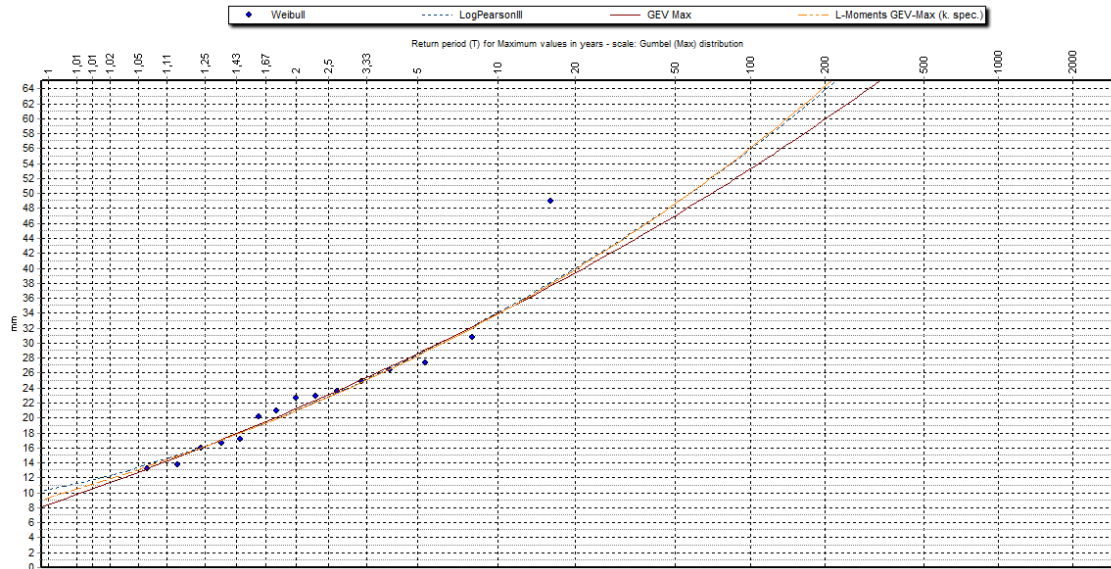


Figura II. 42. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Trinidad de Iturgoien.

TUDELA (1997-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV1 Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

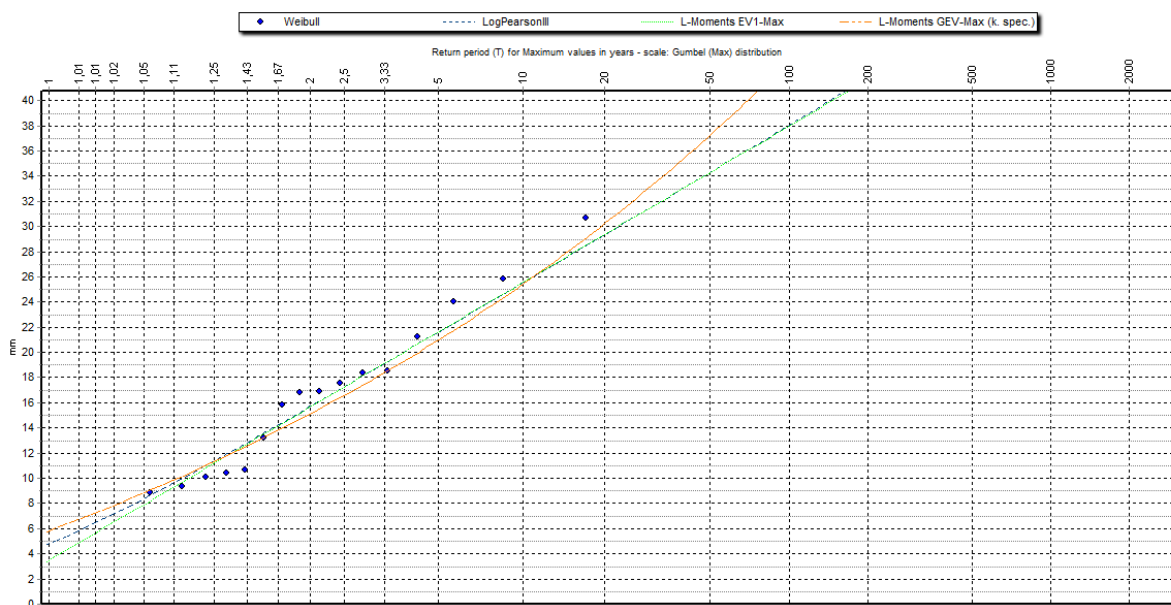


Figura II. 43. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Tudela.

UJUÉ (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max

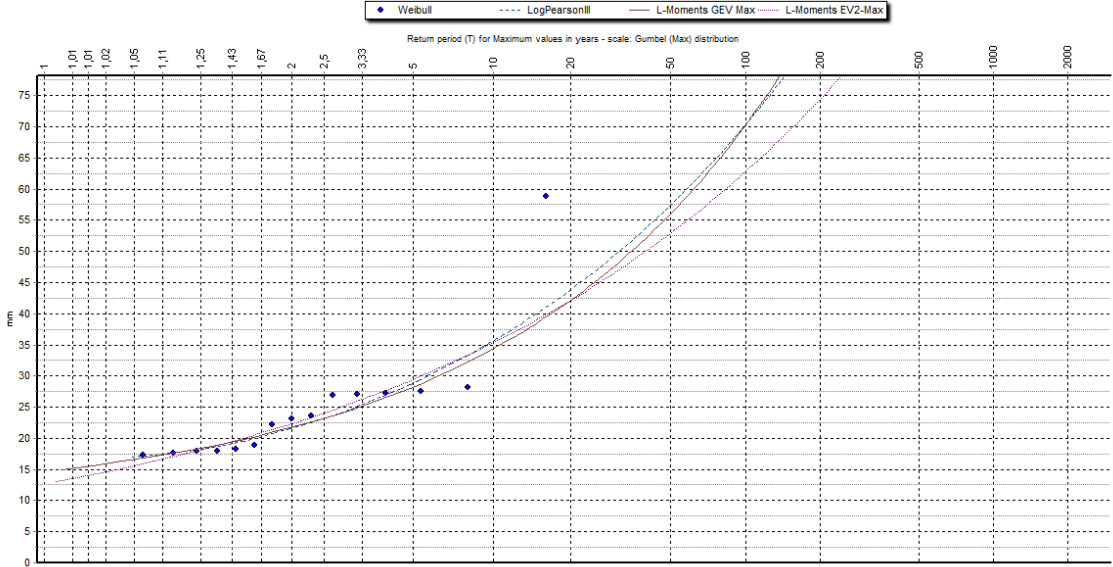


Figura II. 44. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Ujué.

VILLANUEVA DE YERRI (1998-2015)

- EV2 Max
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max

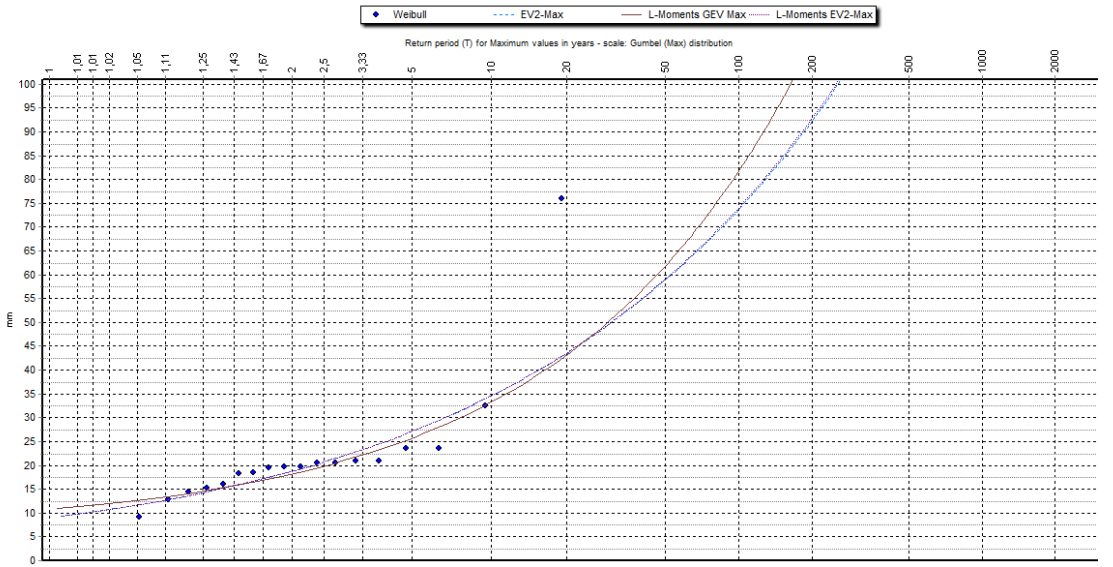


Figura II. 45. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Villanueva de Yerri.

YESA (1991-2015)

- Gumbel Max
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

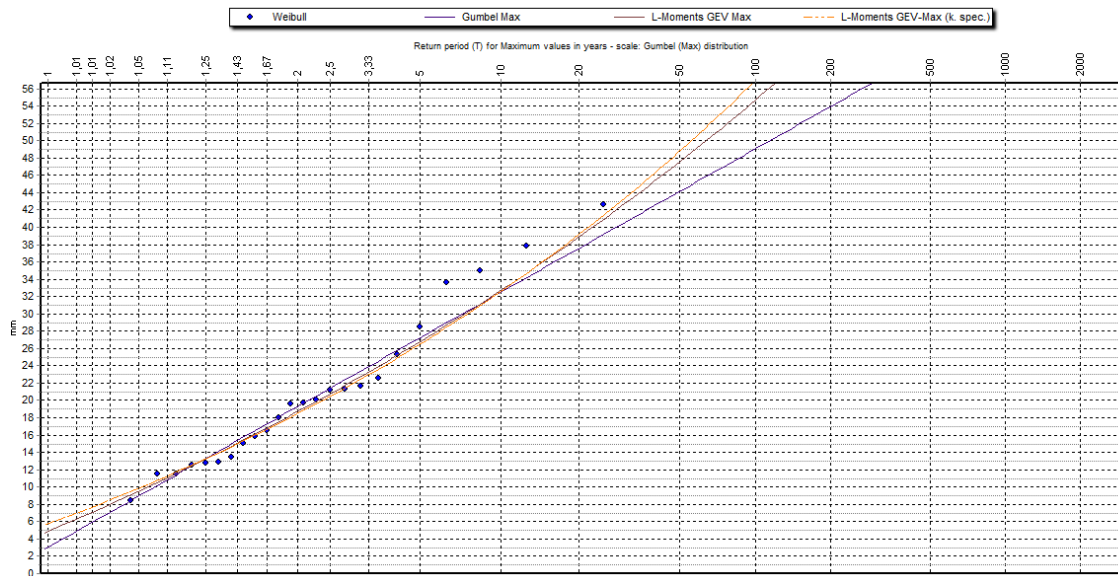


Figura II. 46. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 1 hora para Yesa.

III. Intervalo de 6 horas.

AGUILAR DE CODÉS (1991-2015)

- L-Moments Normal
- Pearson III
- L-Moments GEV Max

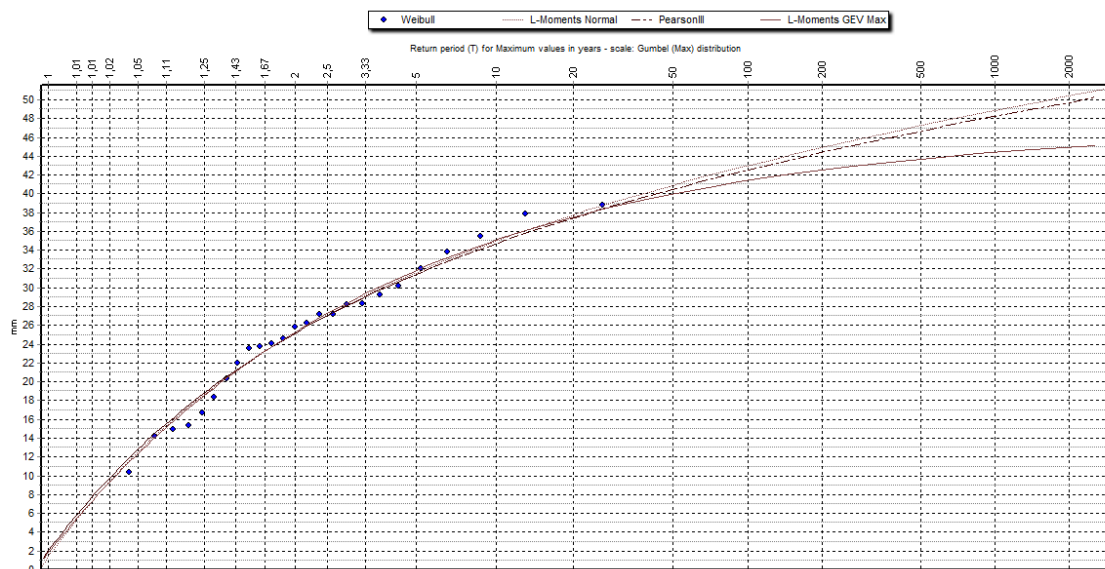


Figura II. 47. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Aguilar de Codés.

AOIZ (1991-2015)

- Gev Max
- LogPearson III
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

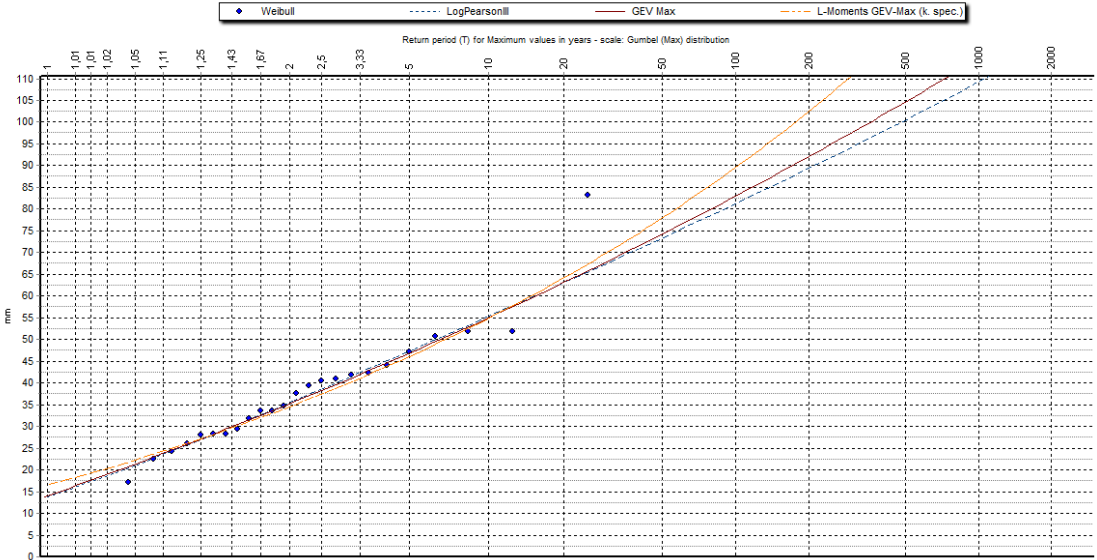


Figura II. 48. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Aoiz.

ARALAR (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1 Max

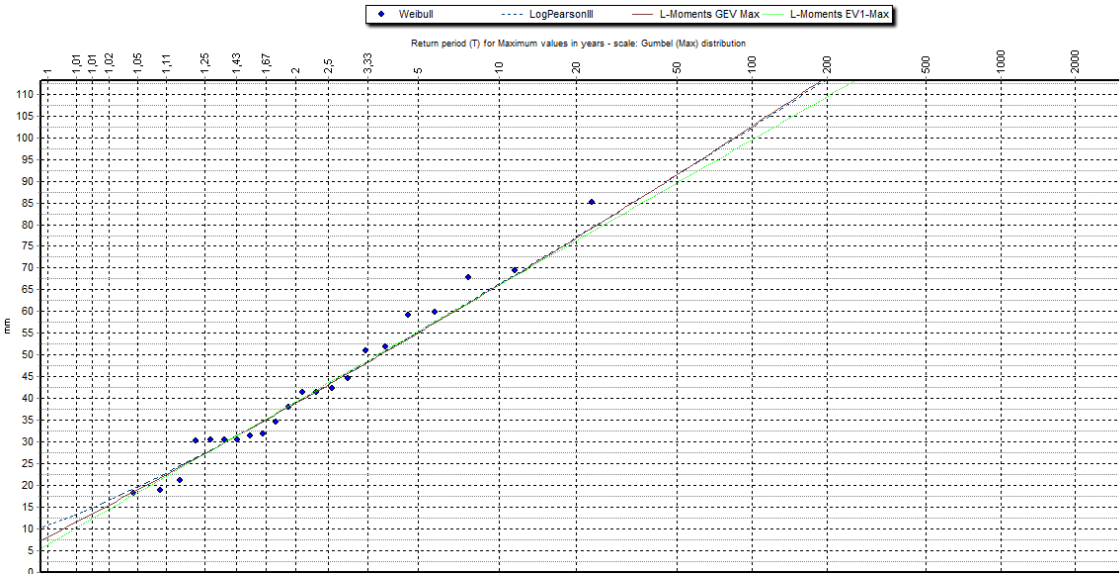


Figura II. 49. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Aralar.

ARANGOITI (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2 Max

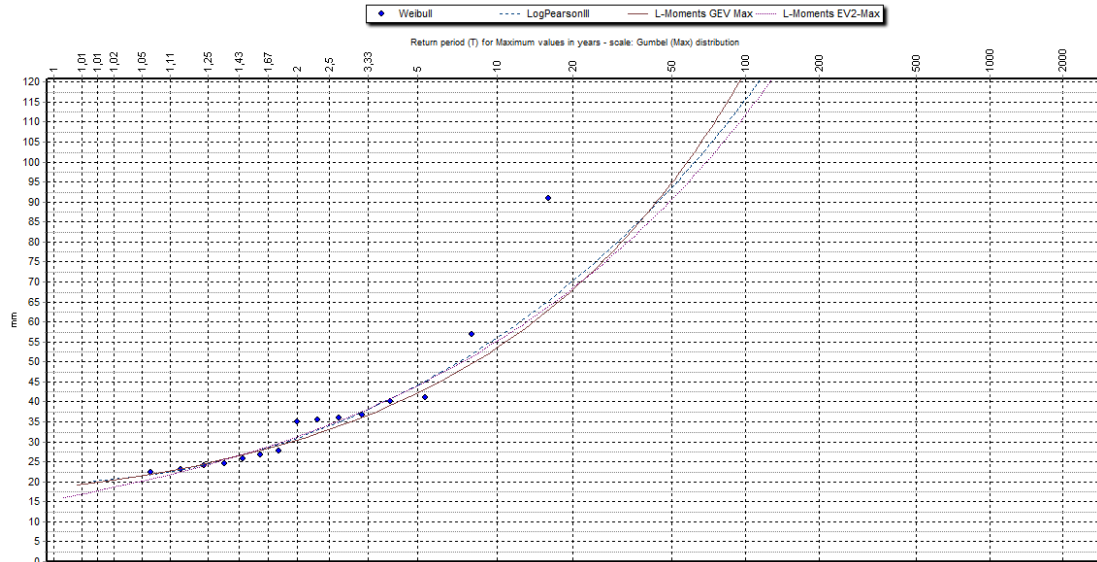


Figura II. 50. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Arangoiti.

BARDENAS LOMA NEGRA (1992-2015)

- LogPearson III
- GEV Max
- GEV Max (k.spec.)

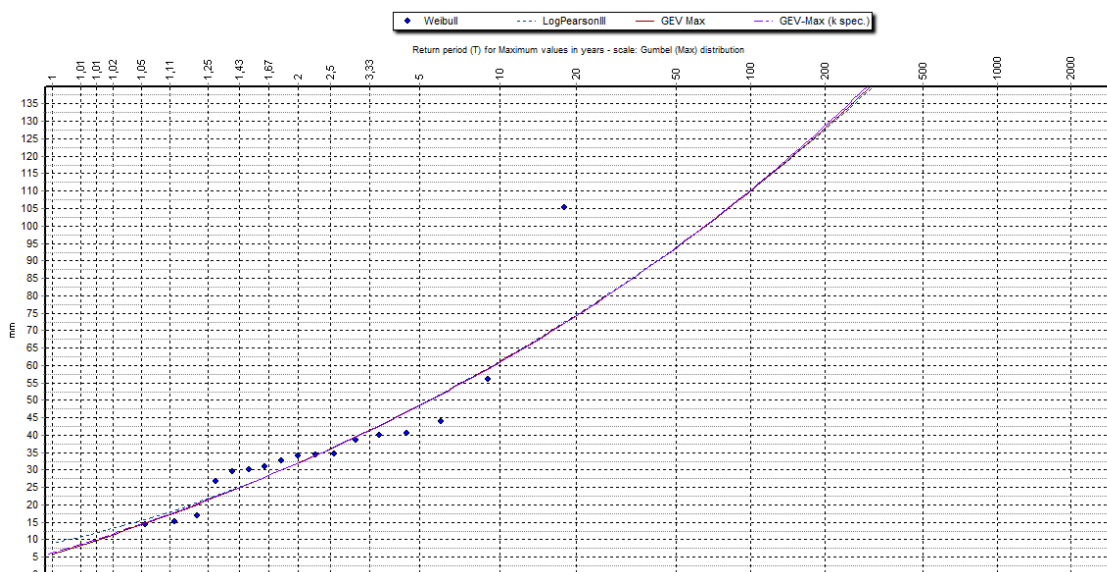


Figura II. 51. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Bardenas Loma Negra.

BARDENAS-YUGO(1992-2015)

- LogNormal
- LogPearson III
- L-Moments GEV Max

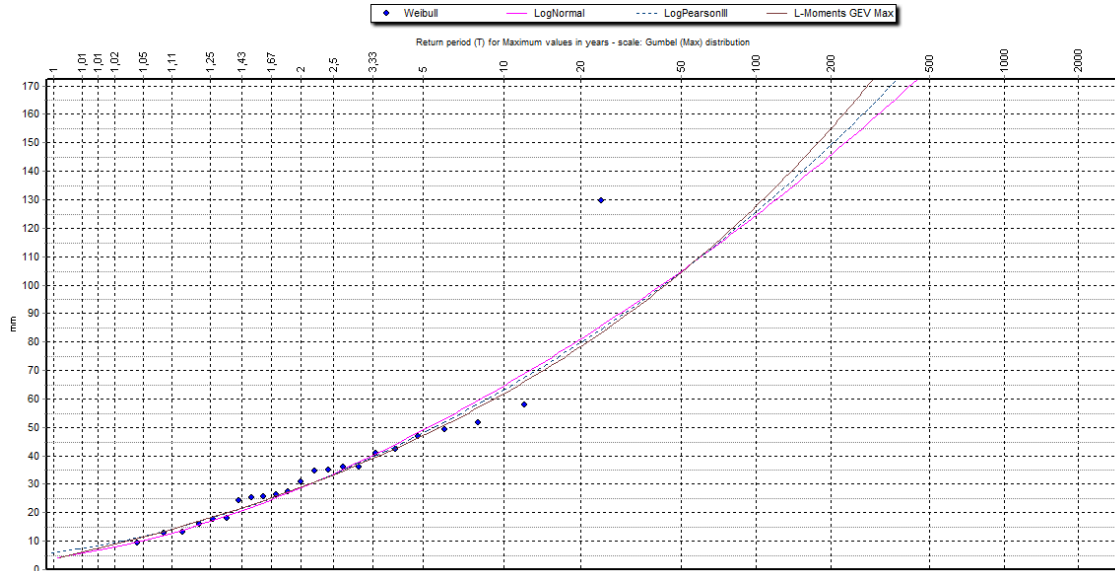


Figura II. 52. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Bardenas-Yugo.

BEORTEGUI (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max (k.spec.)
- L-Moments EV2 Max

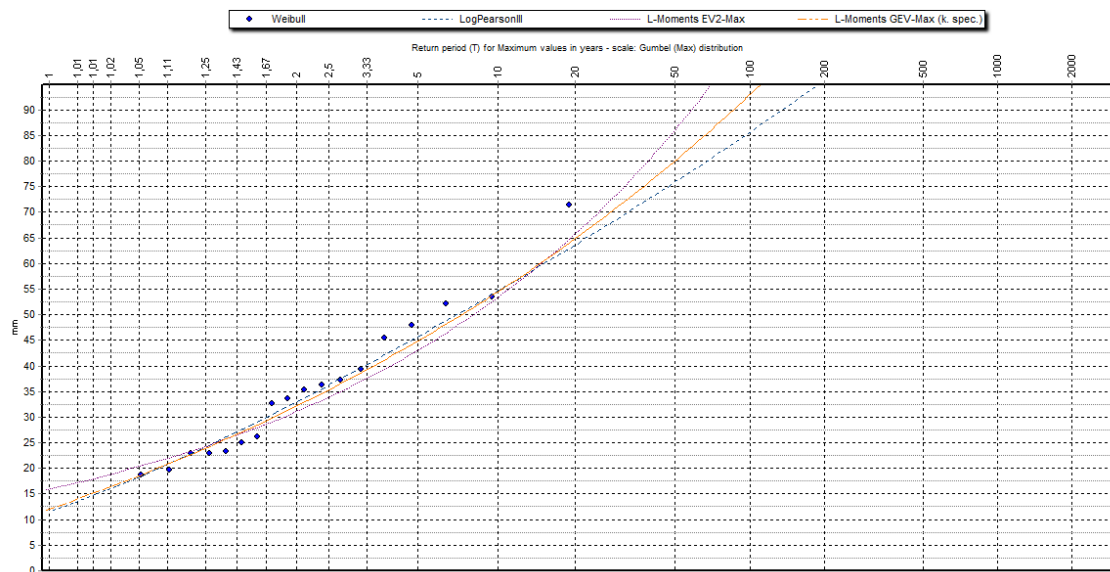


Figura II. 53. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Beortegui.

CARCASTILLO (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max (k.spec.)
- L-Moments GEV Max

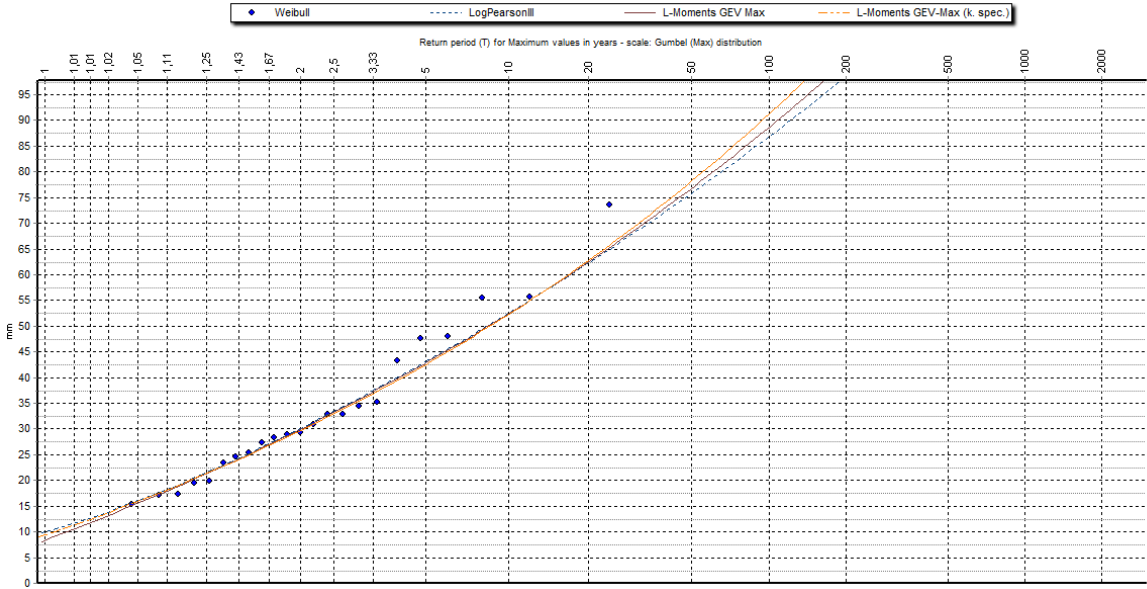


Figura II. 54. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Carcastillo.

CARRASCAL (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max (k.spec.)
- L-Moments GEV Max

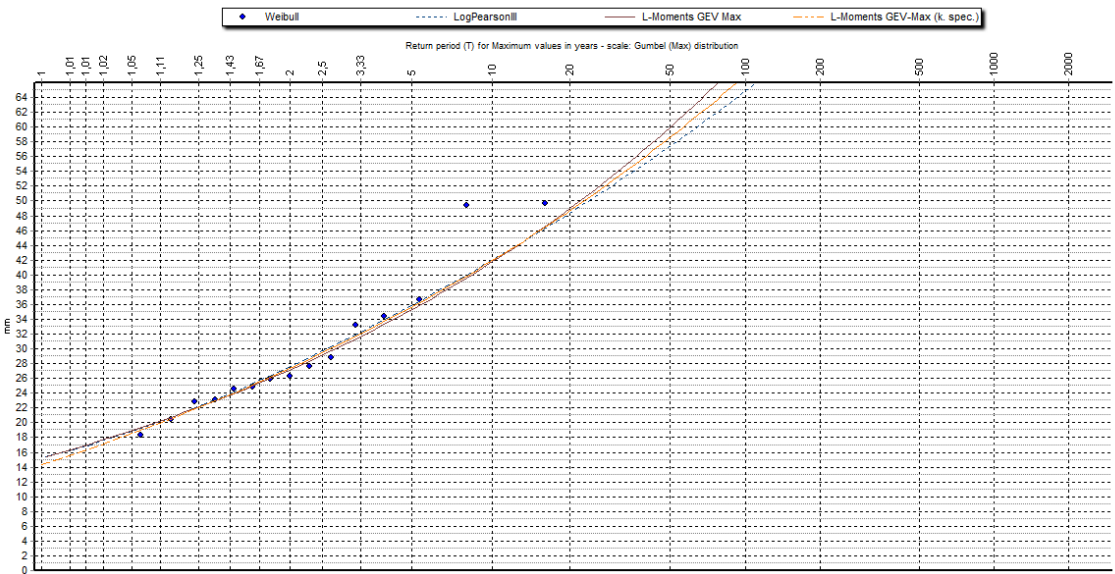


Figura II. 55. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Carrascal.

DONEZTEBE-SANTESTEBAN (1999-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1 Max

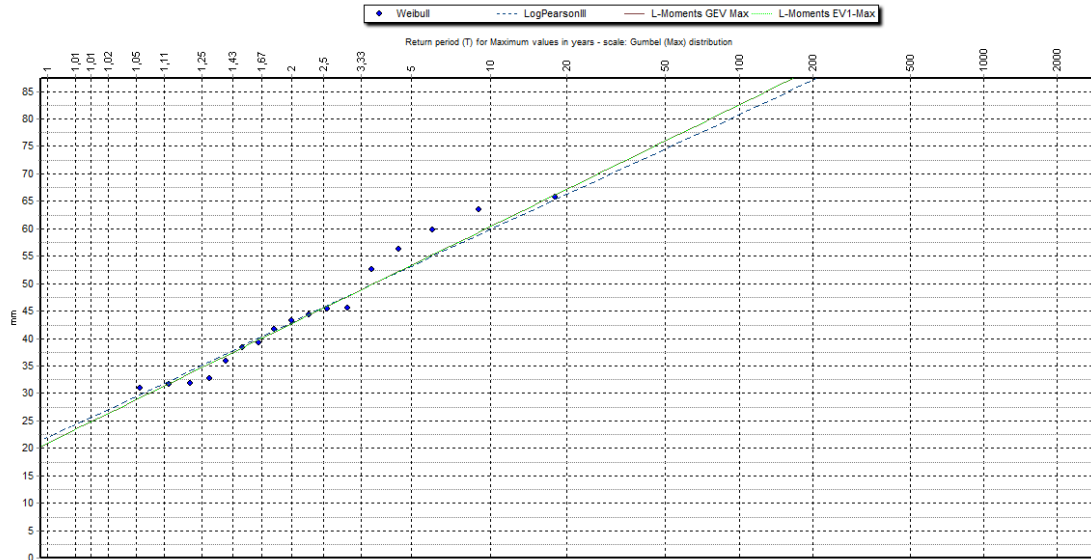


Figura II. 56. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Doneztebe-Santesteban.

EL PERDÓN (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1 Max

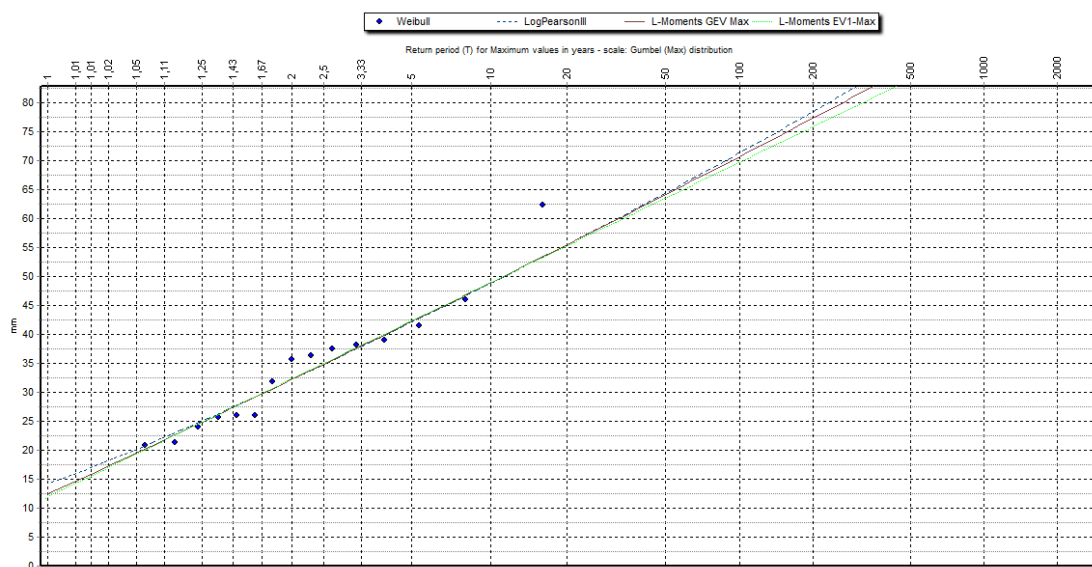


Figura II. 57. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para El Perdón.

ESTELLA (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

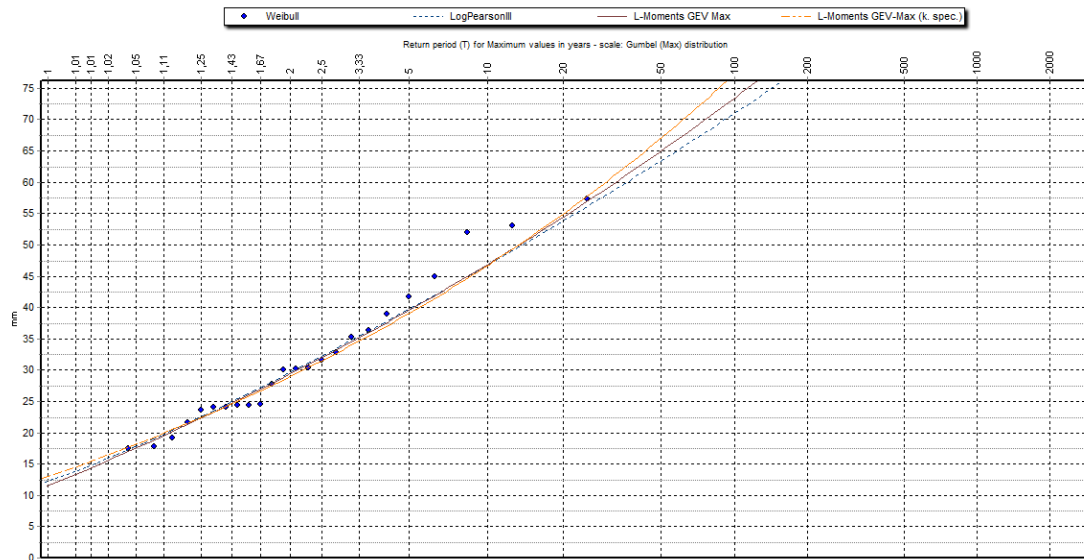


Figura II. 58. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Estella.

ETXARRI-ARANATZ (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1 Max

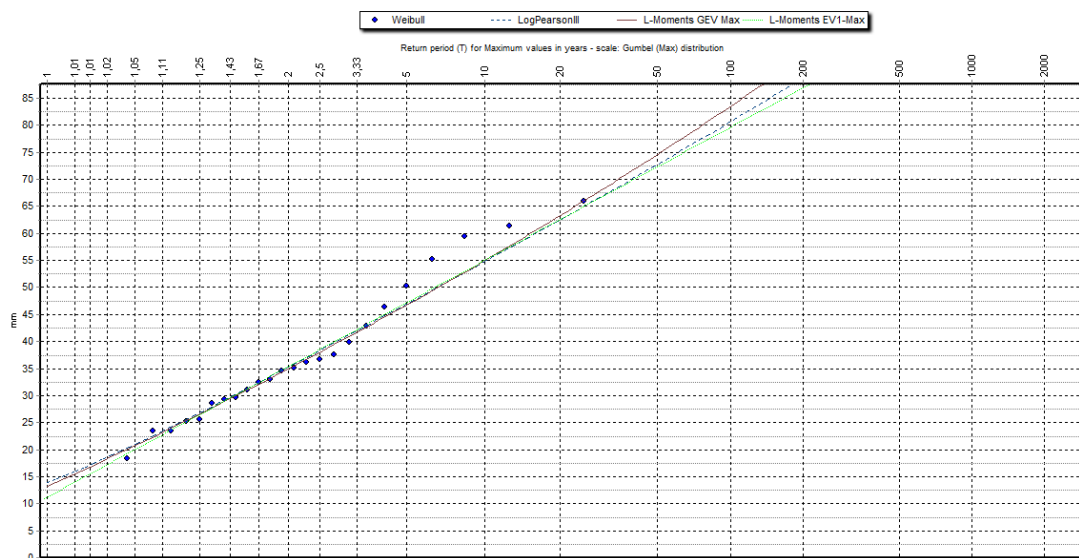


Figura II. 59. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Etxarri-Aranatz.

GETADAR (2000-2015)

- LogPearson III
- GEV Max
- L-Moments GEV Max

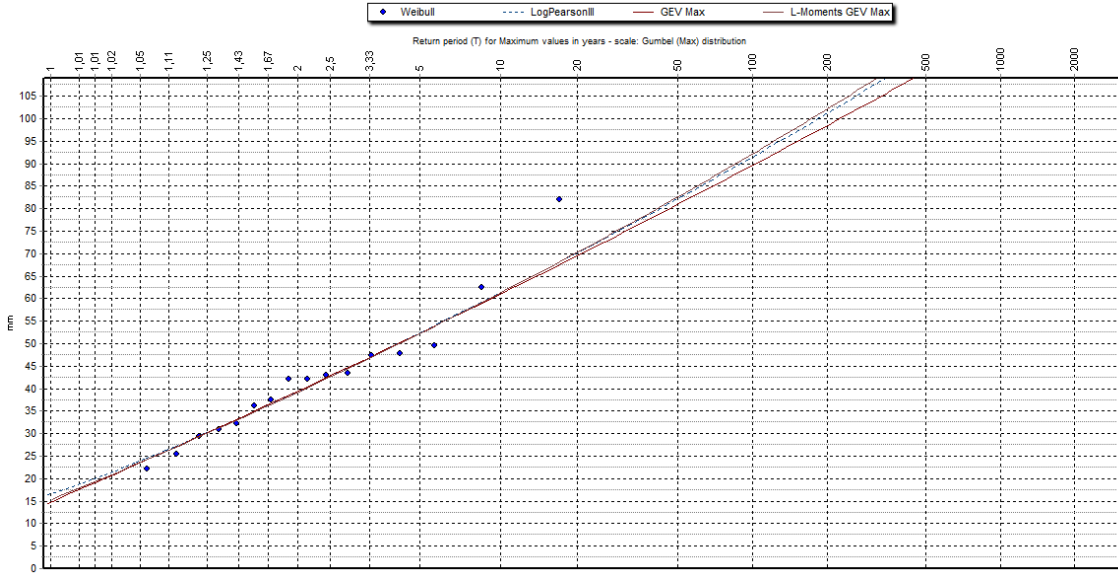


Figura II. 60. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Getadar.

GORRAMENDI (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- LogNormal

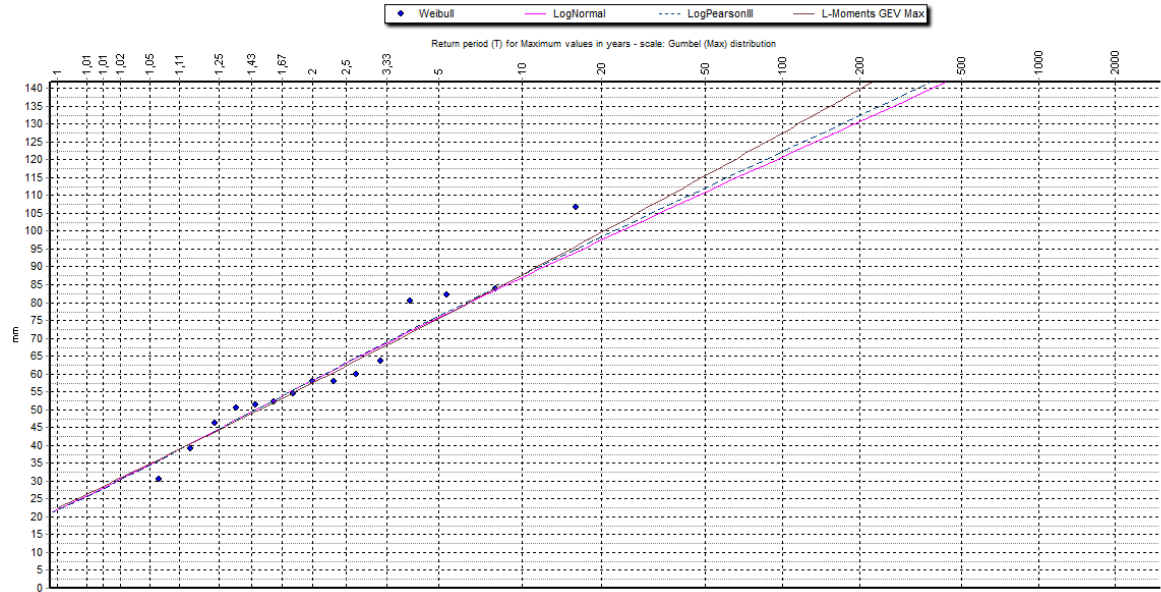


Figura II. 61. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Gorramendi.

IRABIA (1991-2015)

- Gumbel Max
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV1 Max

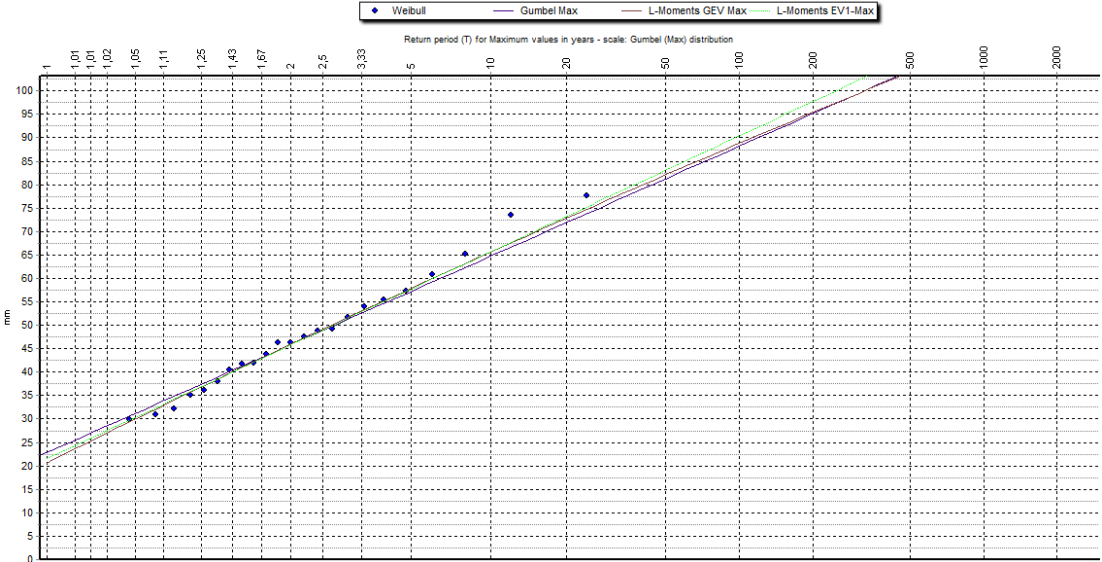


Figura II. 62. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Irabia.

OSKOTZ (1999-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2-Max

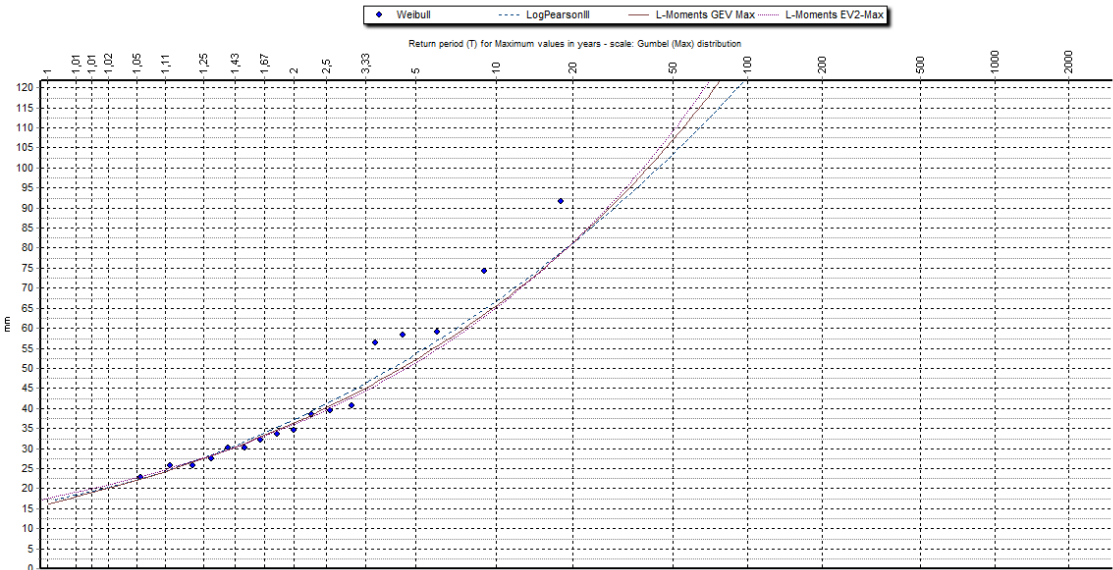


Figura II. 63. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Oskotz.

TAFALLA (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

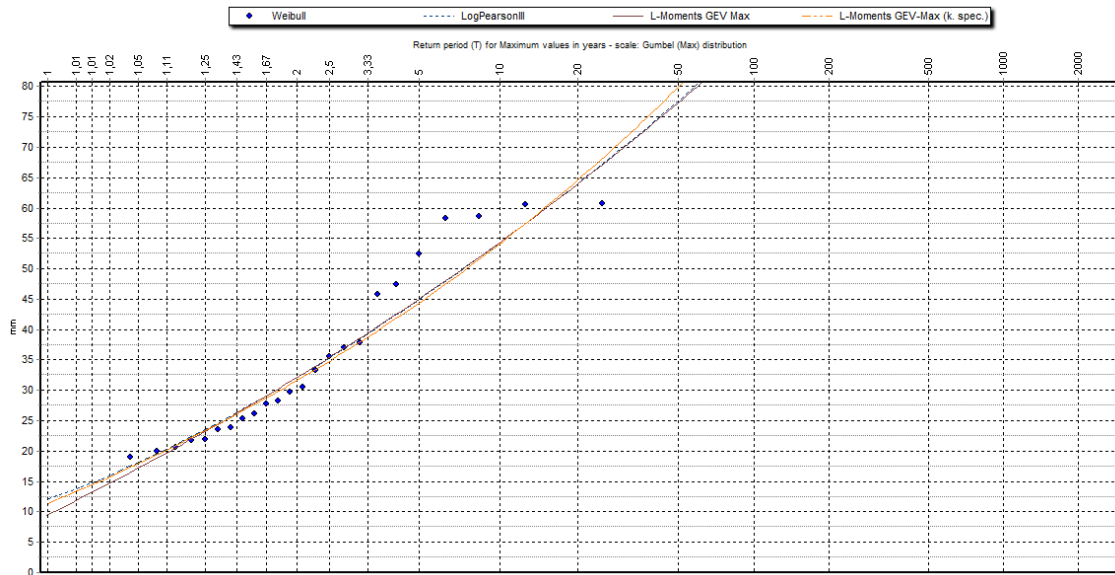


Figura II. 64. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Tafalla.

TRINIDAD DE ITURGOIEN (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

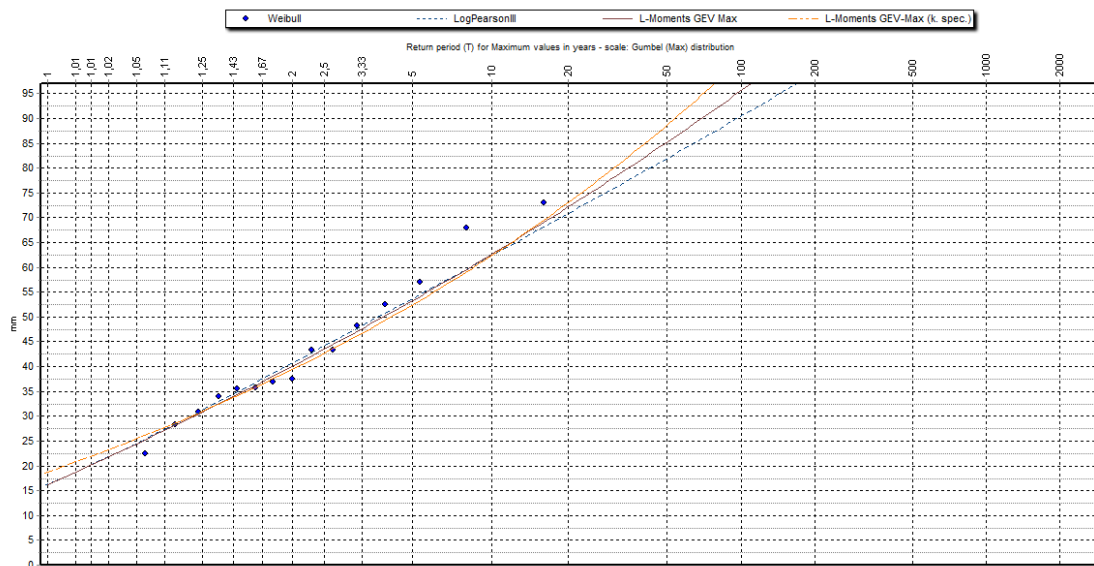


Figura II. 65. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Trinidad de Iturgoien.

TUDELA (1997-2015)

- Pearson III
- GEV Max
- L-Moments Normal

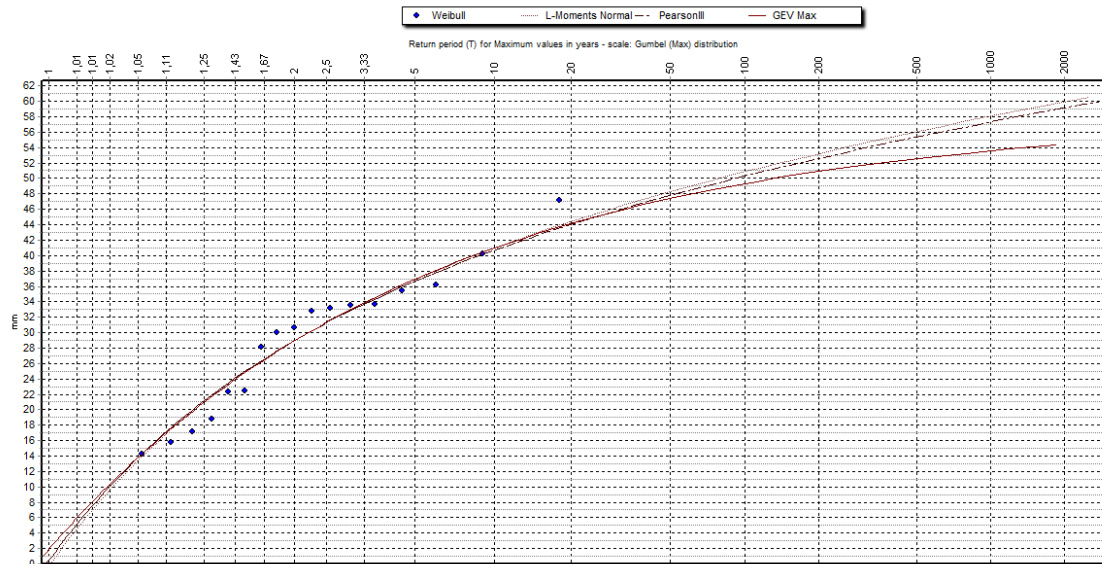


Figura II. 66. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Tudela.

UJUÉ (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

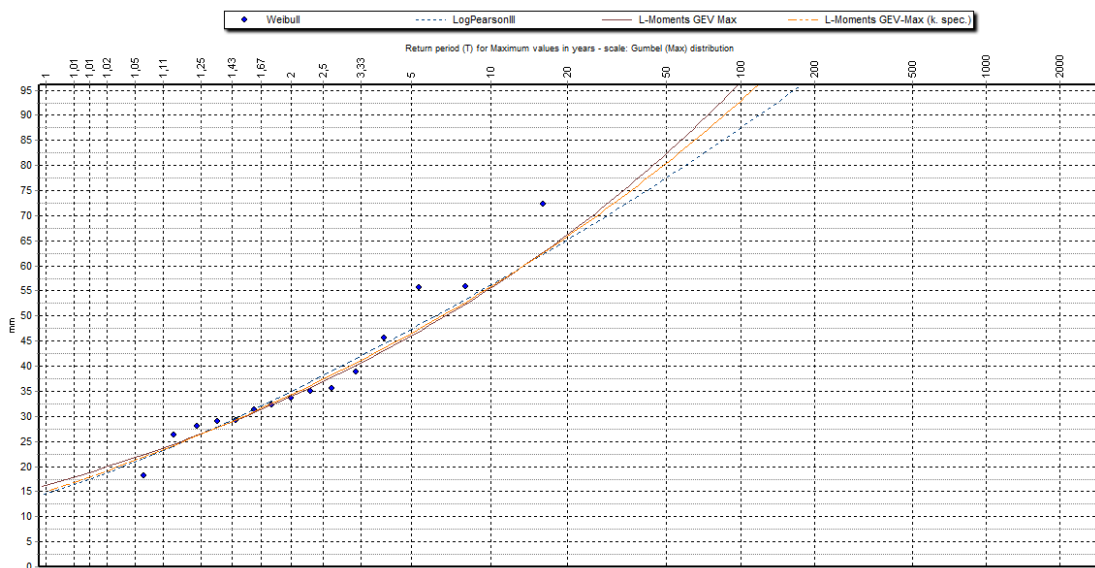


Figura II. 67. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Ujué.

VILLANUEVA DE YERRI (1998-2015)

- LogPearson III
- EV2 Max
- L-Moments GEV Max

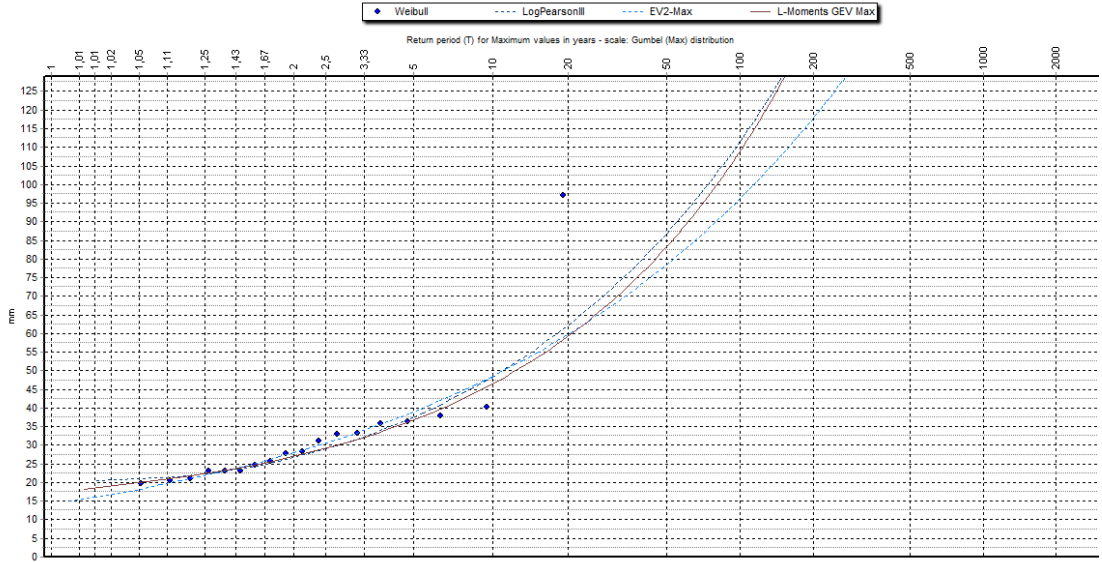


Figura II. 68. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Villanueva de Yerri.

YESA (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max

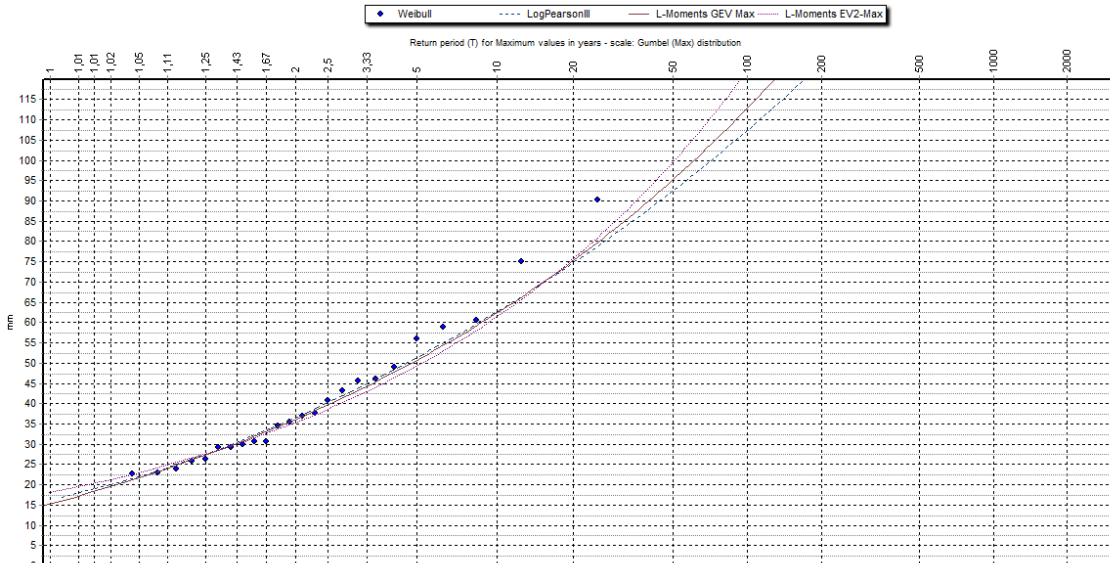


Figura II. 69. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 6 horas para Yesa.

IV. Intervalo de 12 horas.
AGUILAR DE CODÉS (1991-2015)

- Pearson III
- GEV Max
- L-Moments GEV Max

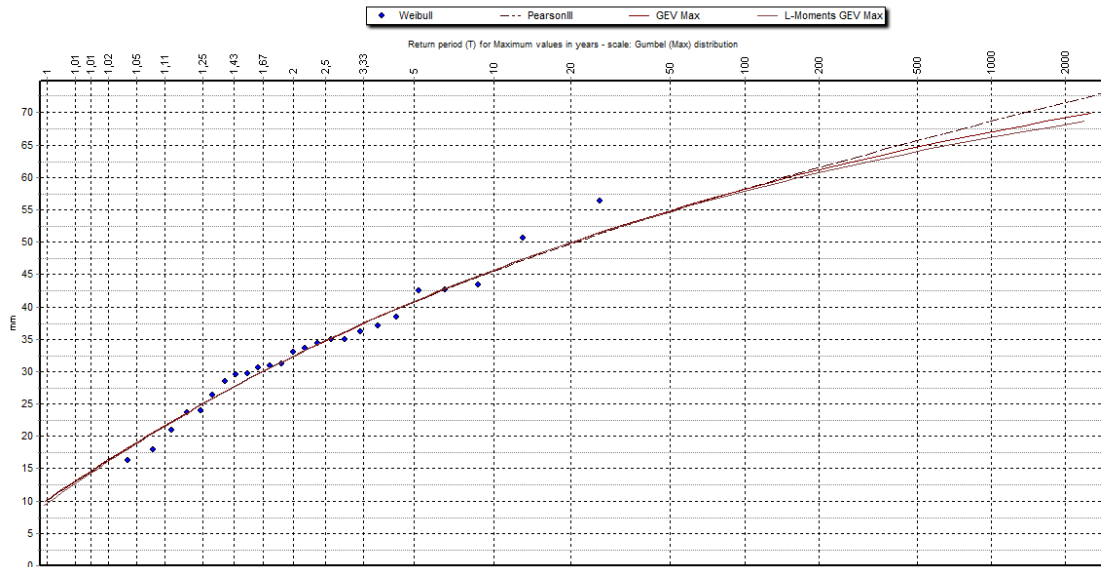


Figura II. 70. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Aguilar de Codés.

AOIZ (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2 Max

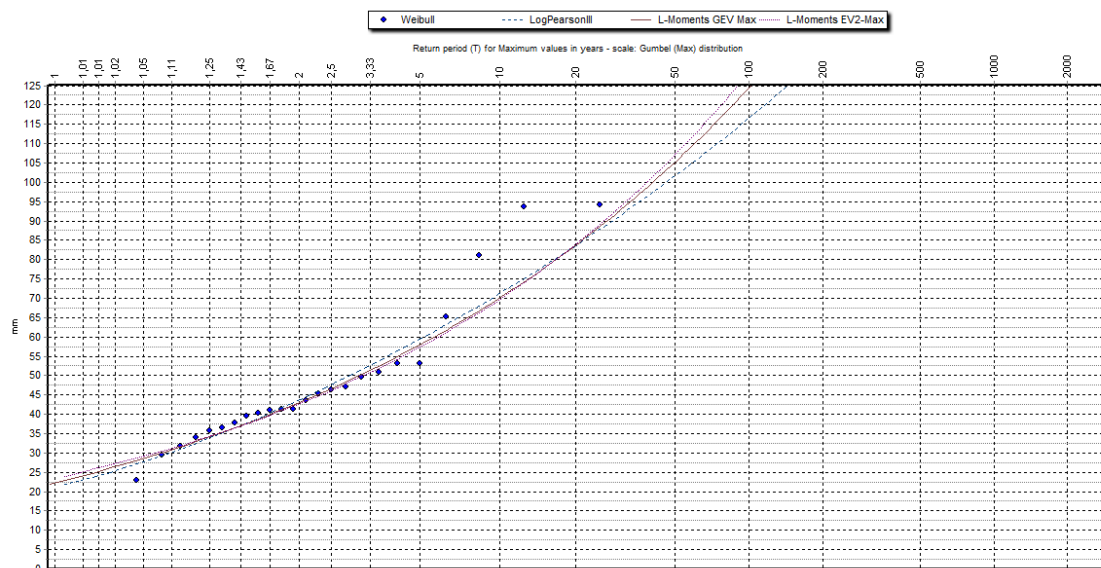


Figura II. 71. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Aoiz.

ARALAR (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2 Max

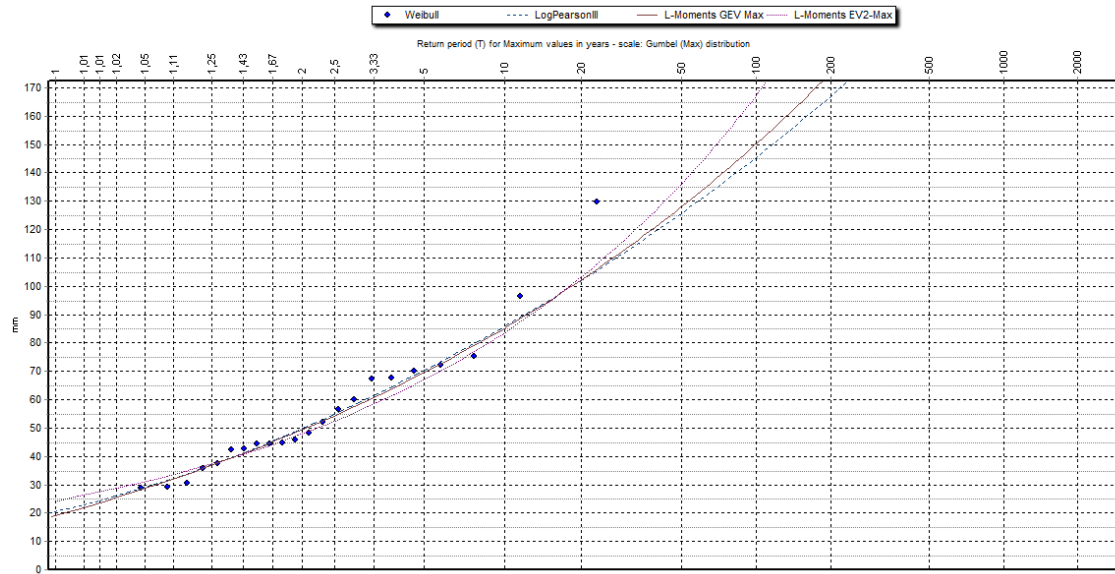


Figura II. 72. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Aralar.

ARANGOITI (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments EV2 Max

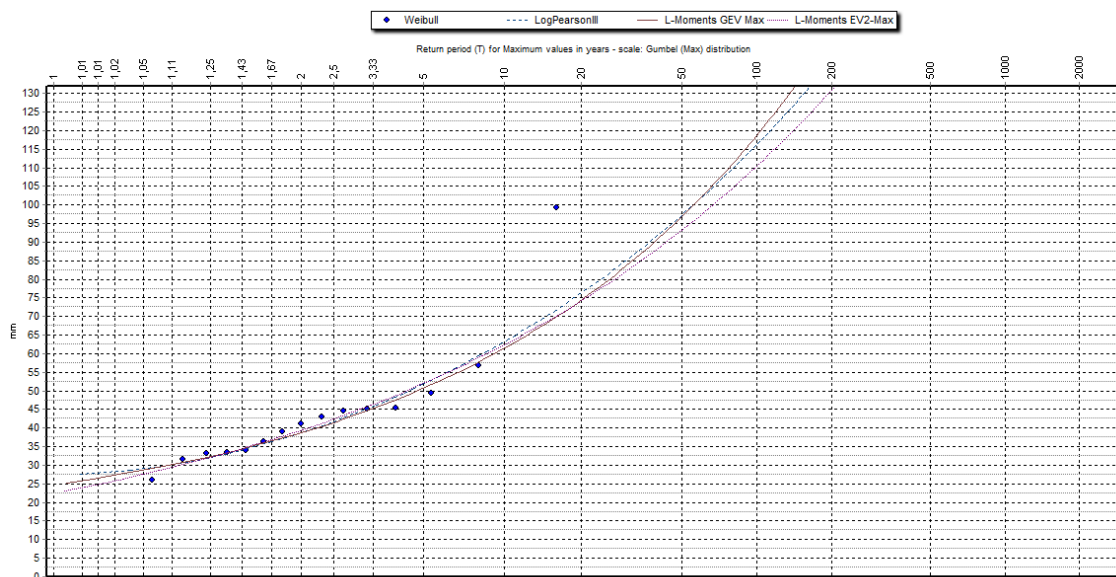


Figura II. 73. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Arangoiti.

BARDENAS LOMA NEGRA (1992-2015)

- LogNormal
- Galton
- GEV-Max (k.spec.)

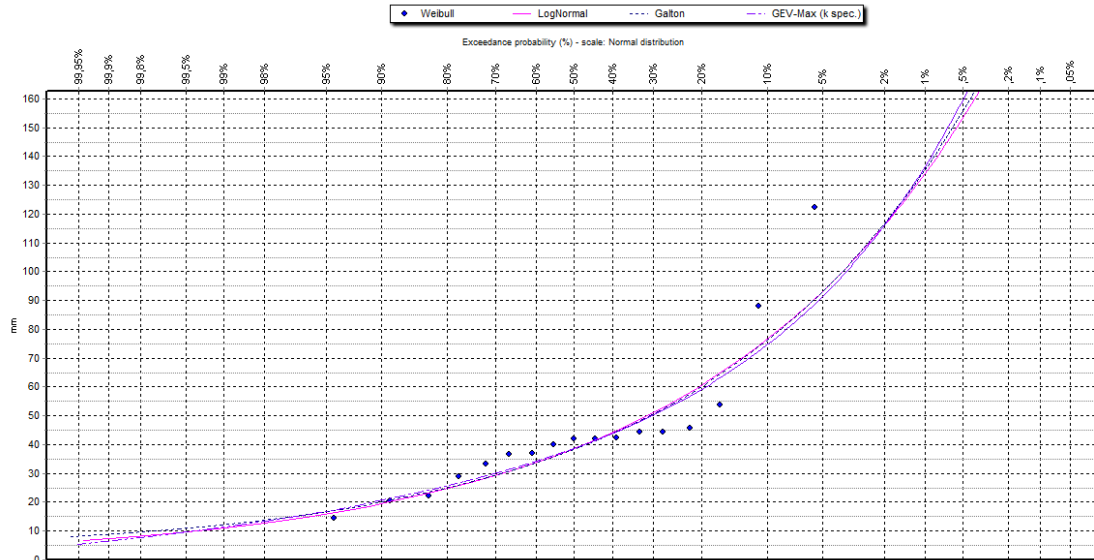


Figura II. 74. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Bardenas Loma Negra.

BARDENAS YUGO (1992-2015)

- LogNormal
- Pearson III
- L-Moments GEV-Max

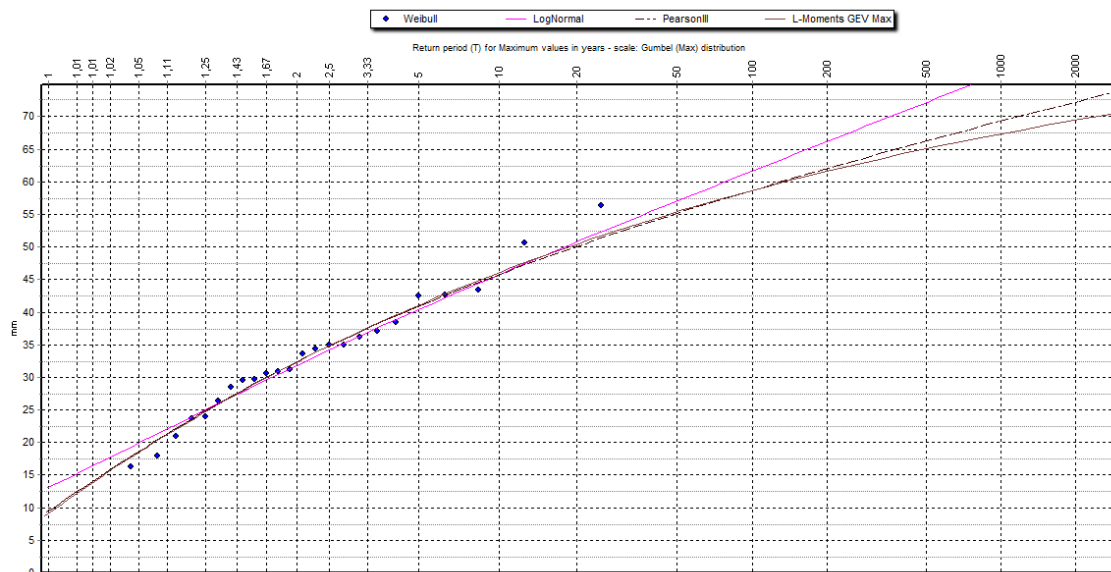


Figura II. 75. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Bardenas-Yugo.

BEORTEGUI (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

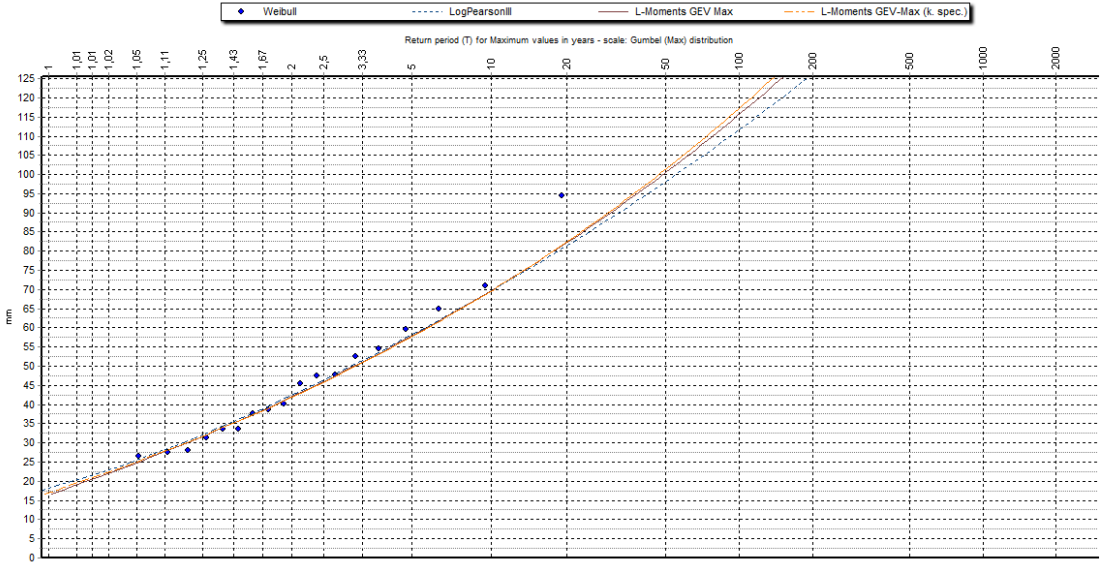


Figura II. 76. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Beortegui.

CARCASTILLO (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV1 Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

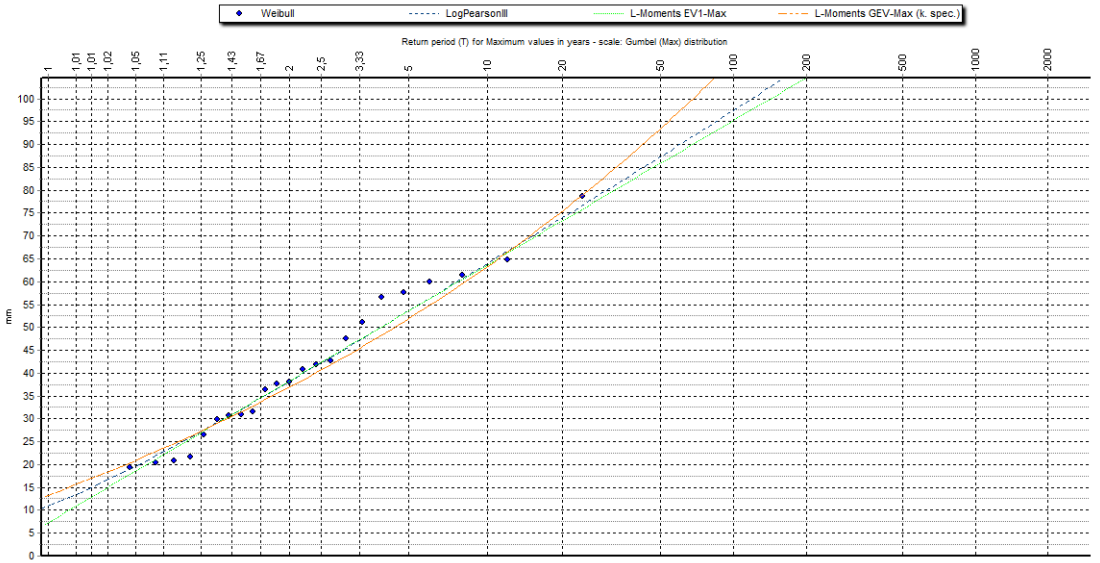


Figura II. 77. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Carcastillo.

CARRASCAL (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV1 Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

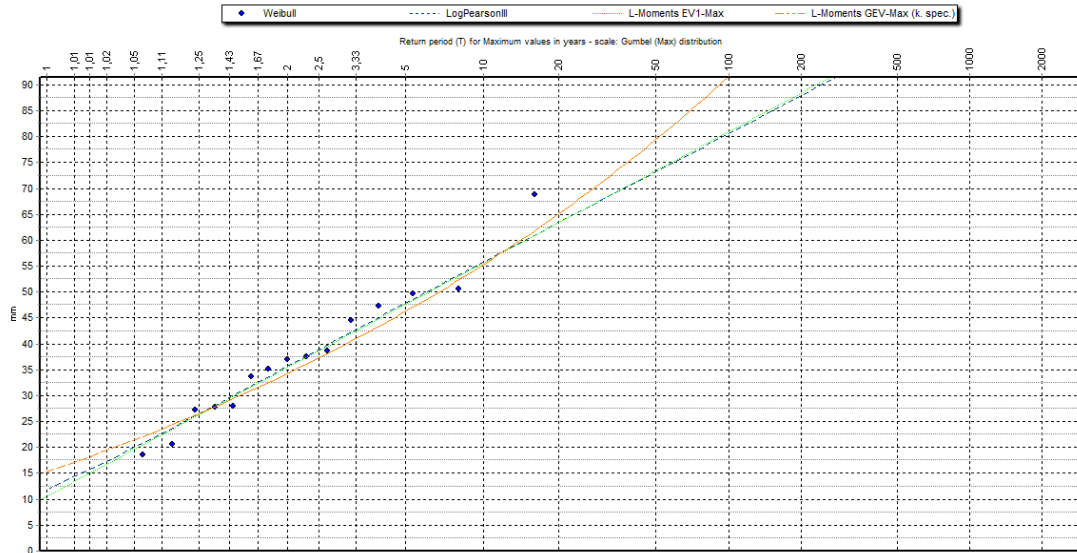


Figura II. 78. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Carrascal.

DONEZTEBE-SANTESTEBAN (1999-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV1 Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

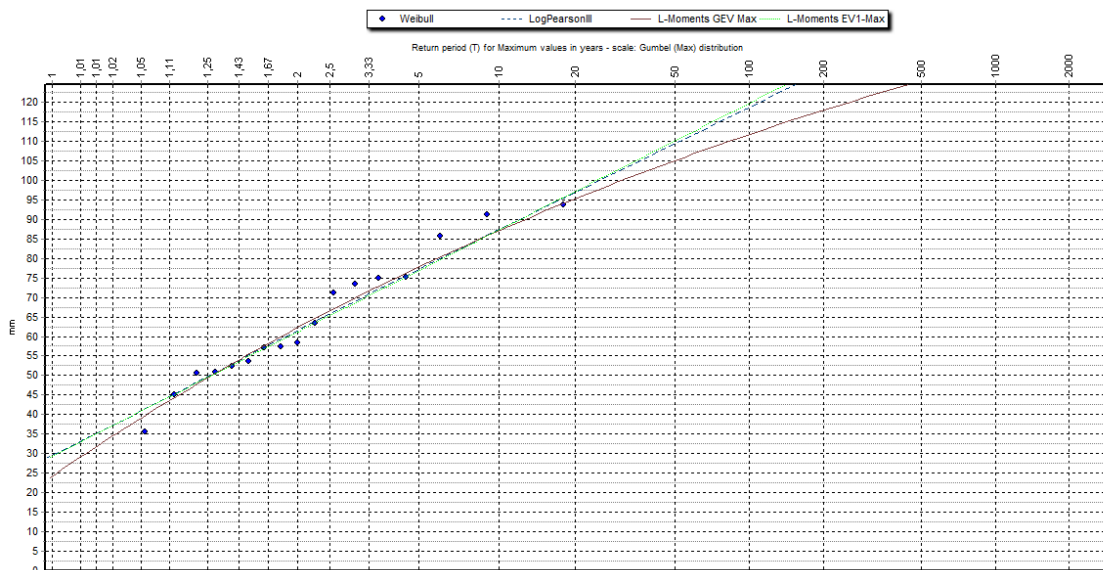


Figura II. 79. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Doneztebe-Santesteban.

EL PERDÓN (1991-2015)

- LogPearson III
- Gumbel Max
- L-Moments GEV Max

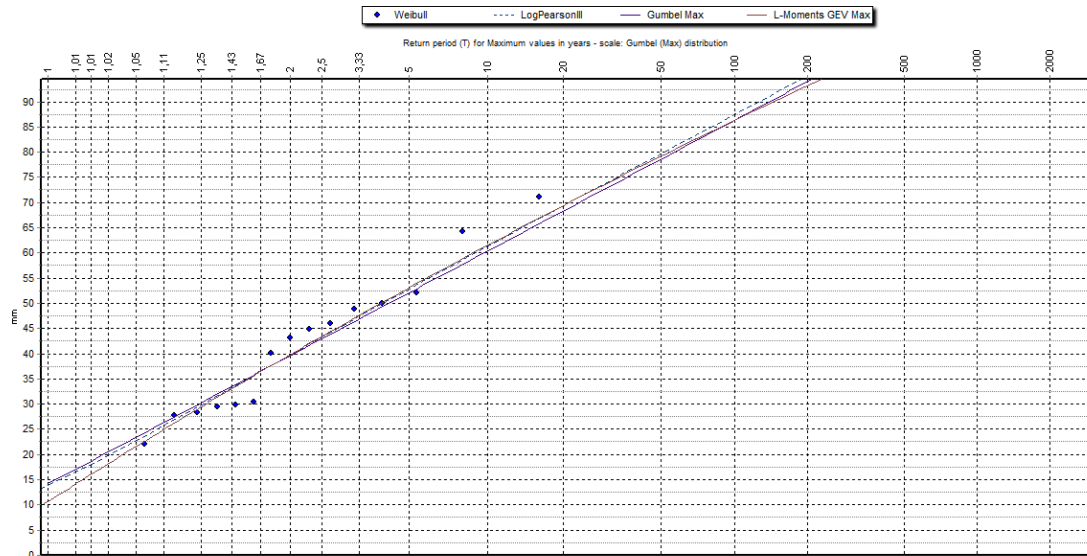


Figura II. 80. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para El Perdón.

ESTELLA (1992-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

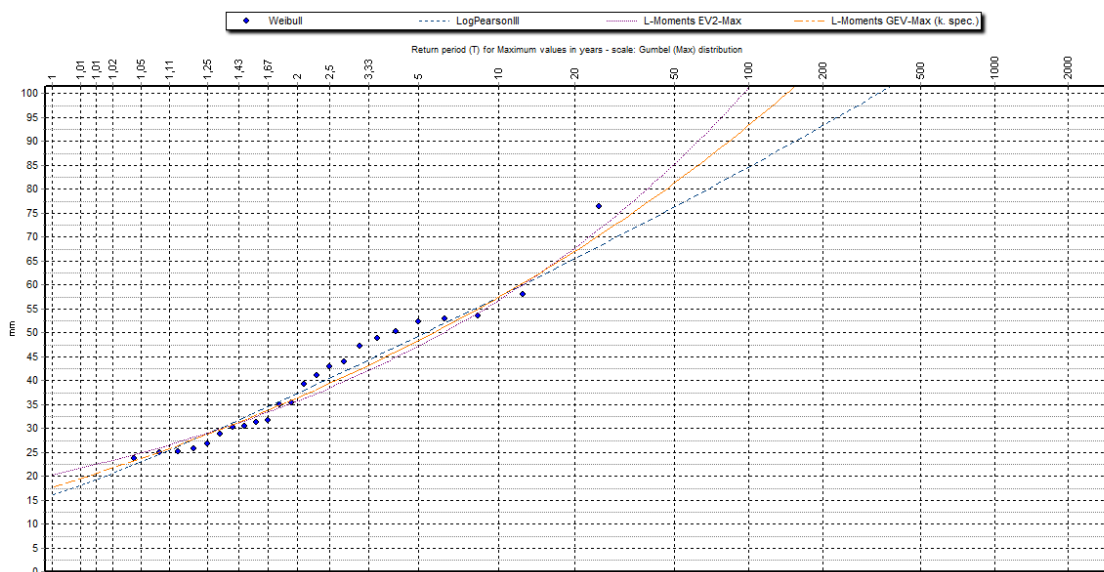


Figura II. 81. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Estella.

ETXARRI ARANATZ (1992-2015)

- LogNormal
- LogPearson III
- L-Moments GEV Max

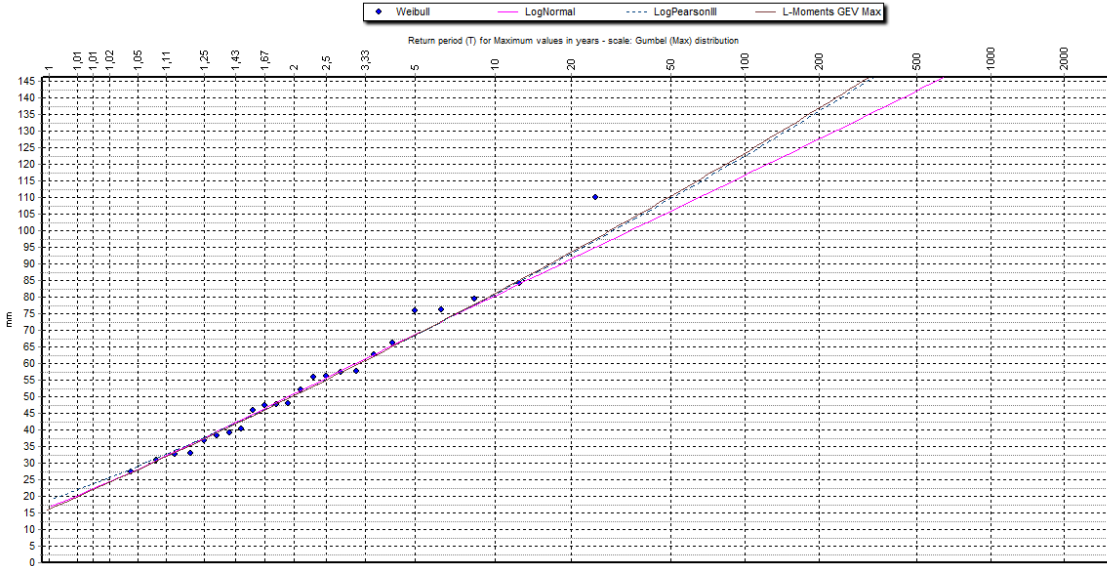


Figura II. 82. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Etxarri-Aranatz.

GETADAR (2000-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max

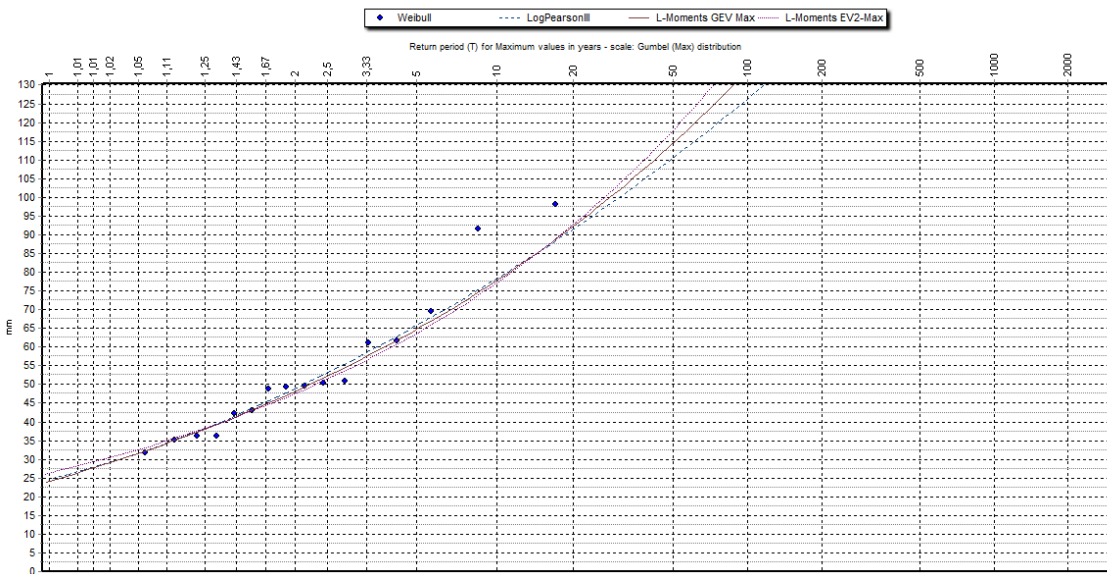


Figura II. 83. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Getadar.

GORRAMENDI (1991-2015)

- Pearson III
- L-Moments Normal
- GEV Max

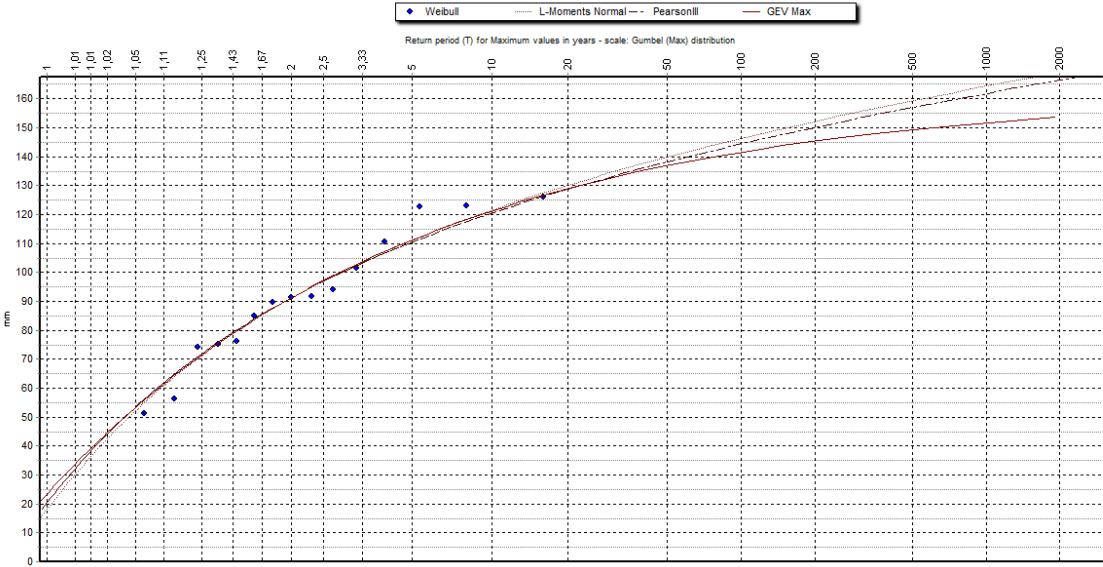


Figura II. 84. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Gorramedi.

IRABIA (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max

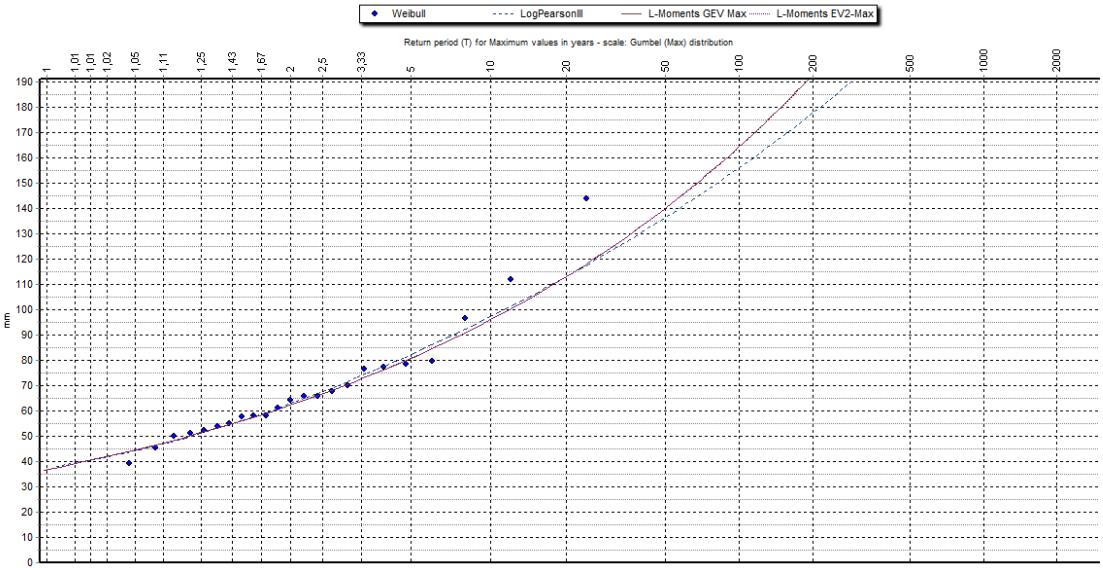


Figura II. 85. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Irabia.

OSKOTZ (1999-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max

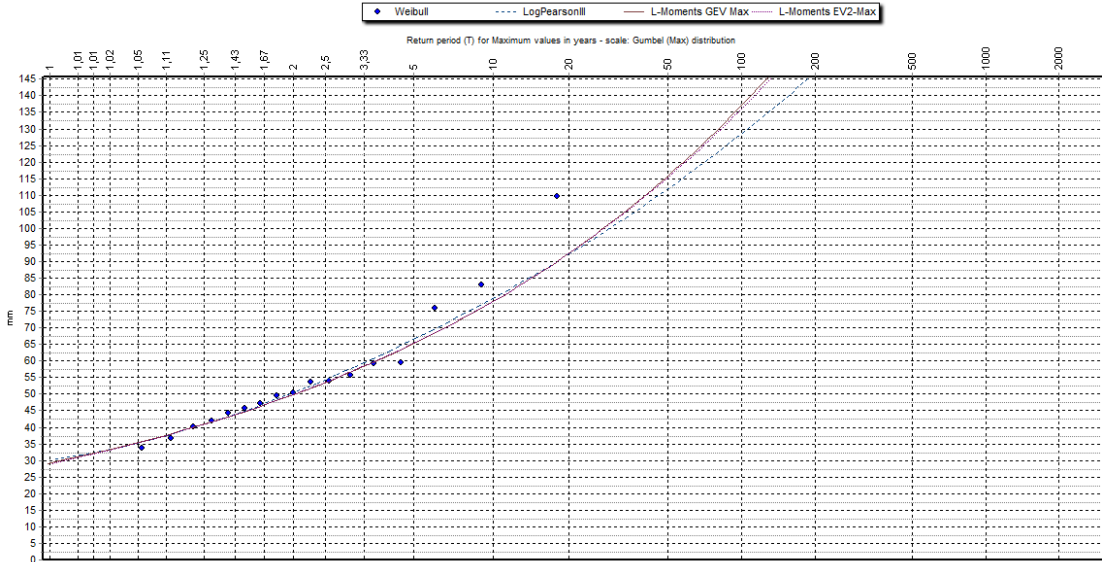


Figura II. 86. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Oskotz.

TAFALLA (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV1 Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

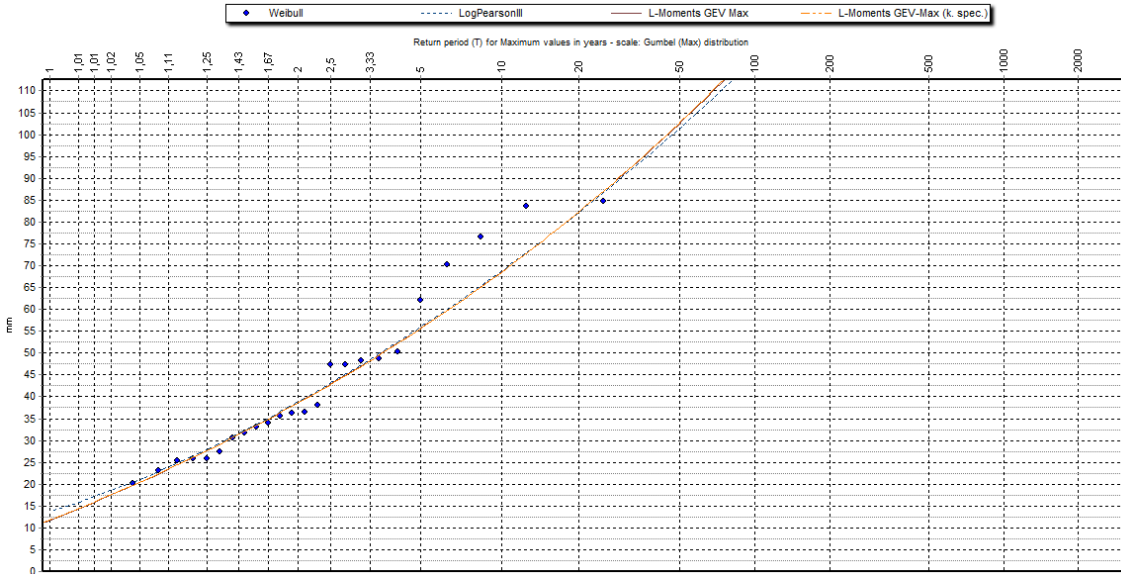


Figura II. 87. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Tafalla.

TRINIDAD DE ITURGOIEN (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments GEV Max
- L-Moments GEV Max (k.spec.)

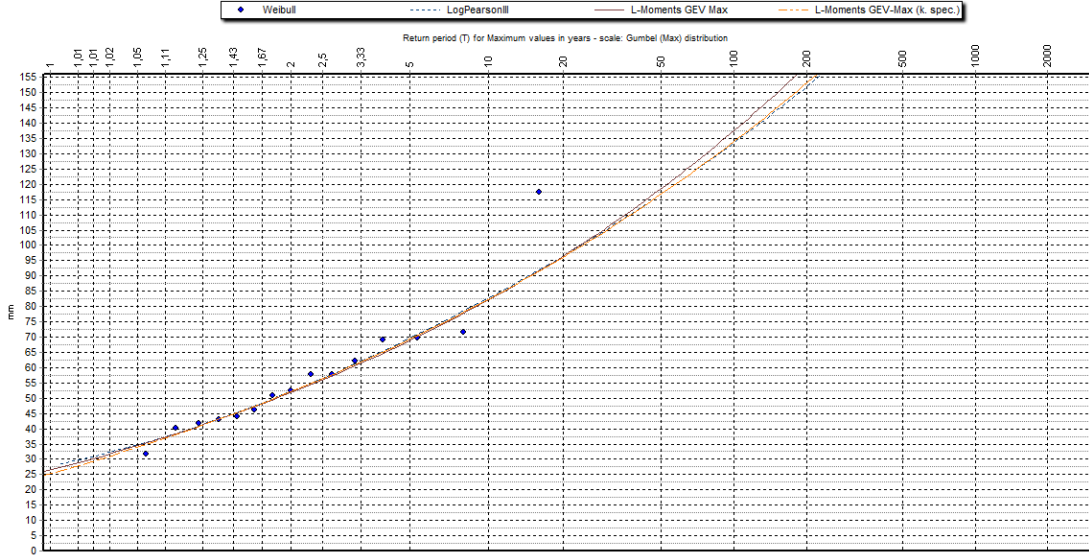


Figura II. 88. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Trinidad de Iturgoien.

TUDELA (1997-2015)

- Galton
- L-Moments EV1 Max
- L-Moments GEV Max

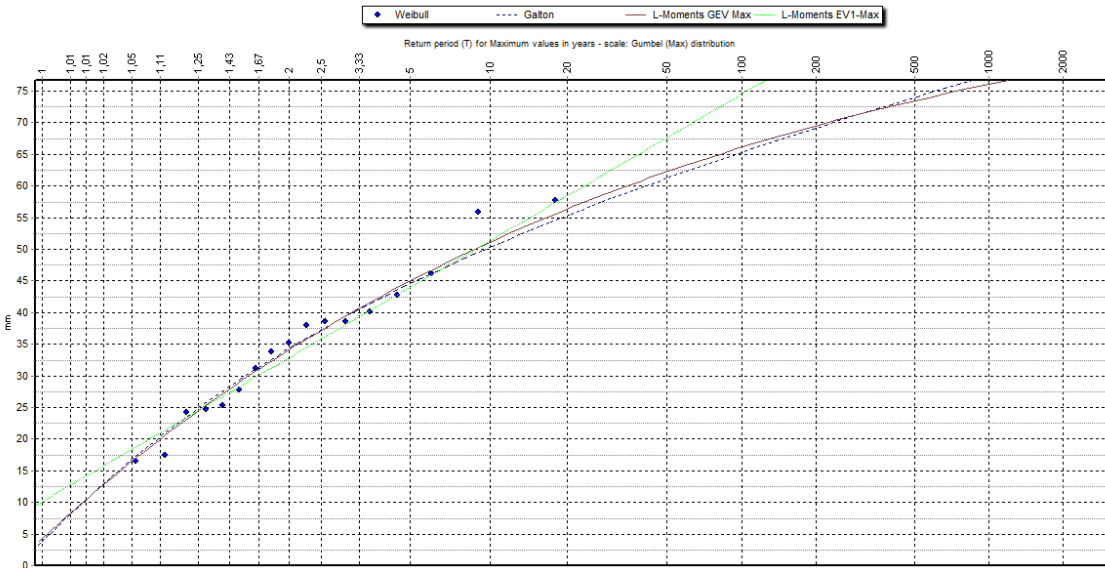


Figura II. 89. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Tudela.

UJUÉ (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV1 Max
- L-Moments GEV Max

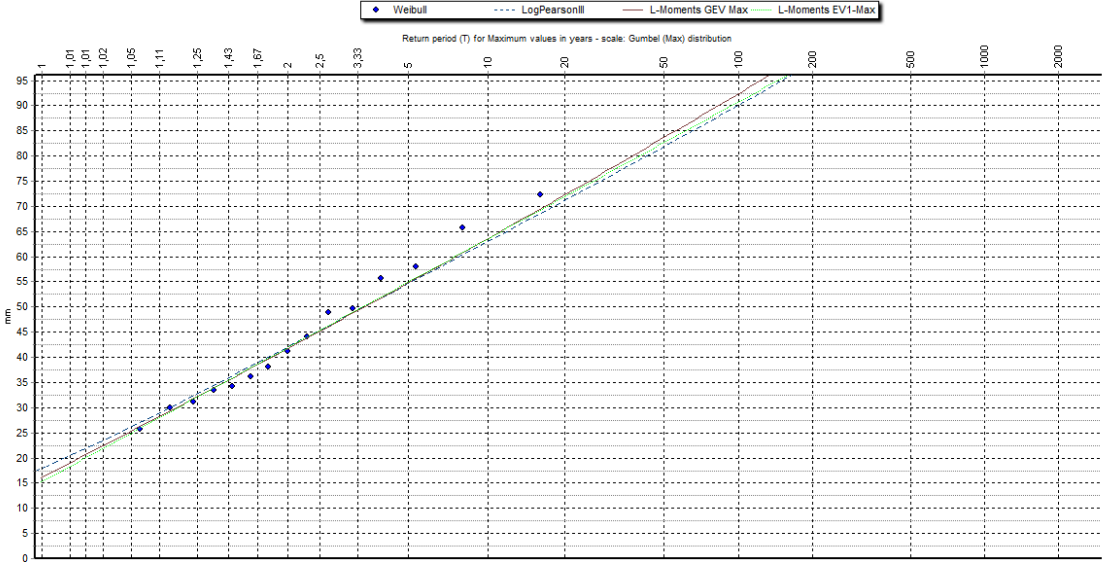


Figura II. 90. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Ujué.

VILLANUEVA DE YERRI (1998-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max

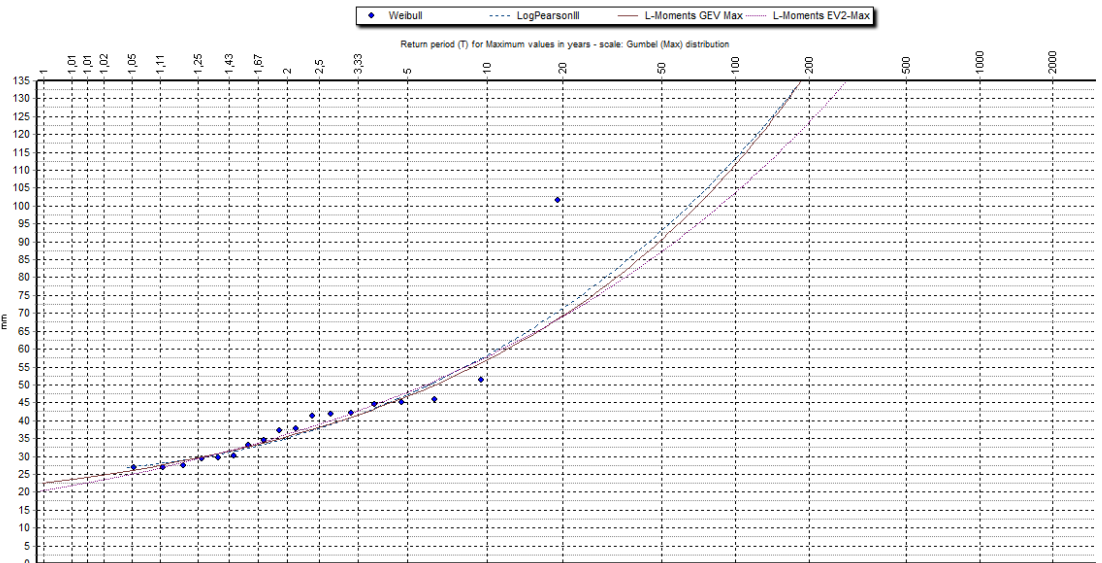


Figura II. 91. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Villanueva de Yerri.

YESA (1991-2015)

- LogPearson III
- L-Moments EV2 Max
- L-Moments GEV Max

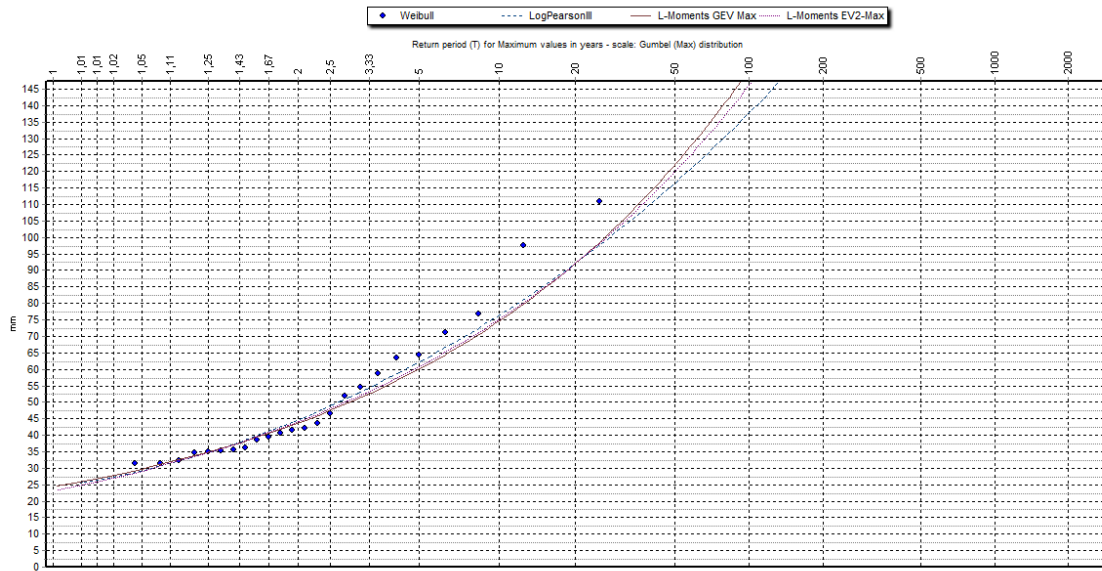


Figura II. 92. Funciones de distribución que mejor se ajustan para el intervalo de 12 horas para Yesa.

En las siguientes tablas se representa el ajuste visual final de todas las 23 estaciones con una valoración del 1 al 5 (1: peor ajuste y 5: mejor ajuste) de las funciones de distribución mediante el ajuste proporcionado por el programa Hydrogonomon en los intervalos de 10 minutos, 1 horas 6 horas y 12 horas.

Tabla II.1. Ajuste visual de las funciones de distribución en el intervalo de 10 minutos para las precipitaciones máximas. Mejor ajuste: 5; Peor ajuste: 1

Estación	Max Gumbel	GEV Max	L-Moments GEV MAX	GEV Max (k.spec)	L-Moments GEV MAX (k.spec.)	logPearson III	Pareto	L-Moments Pareto	Normal	L-Moments Normal	Log Normal	Galton	Exponencial	L-Moments Exponencial	Gamma	Pearson III	L-Moments EV1-MAX	EV2-Max	L-moments EV2-Max
Aguilar de Codés	4	4	5	2	3	1	3	3	4	4	3	5	1	2	3	5	4	1	2
Aoiz	4	4	5	3	5	4	3	2	3	1	4	4	2	5	3	4	4	2	3
Aralar	4	4	5	3	3	5	2	2	4	3	4	4	2	3	4	4	5	2	2
Arangoiti	4	5	5	3	3	2	2	1	5	2	3	4	2	1	4	5	3	2	2
Bardenas Loma Negra	4	4	5	4	4	5	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4
Bardenas-Yugo	4	4	5	3	4	5	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	5	3	3
Beortegui	4	4	5	3	4	5	4	4	3	3	5	4	3	3	4	4	5	3	4
Carcastillo	4	4	5	4	4	5	4	3	3	4	4	5	3	3	4	4	4	3	3
Carrascal	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	4	4	2	1	4	4	3	2	2
Doneztebe-Santesteban	4	4	5	4	5	5	4	4	2	2	4	4	3	4	3	4	3	2	3
El Perdón	4	5	4	4	4	4	4	4	2	1	2	5	4	5	3	4	4	4	4
Estella	4	4	5	4	5	5	4	4	3	2	4	4	3	3	2	4	3	2	3
Etxarri-Aranatz	4	3	5	4	4	5	2	2	2	3	5	3	3	2	3	4	3	1	3
Getadar	4	4	5	4	4	5	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	5	2	3
Gorramendi	4	5	5	4	4	4	2	2	5	3	4	4	3	2	4	4	4	3	4
Irabia	4	3	5	4	4	4	2	1	3	4	4	5	3	3	4	5	4	2	3
Oskotz	4	3	4	5	4	5	3	3	3	3	3	3	2	5	4	3	4	1	2
Tafalla	4	4	5	3	5	5	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3
Trinidad de Iturgoien	4	4	4	2	5	5	4	4	3	3	4	3	2	3	4	3	5	2	3
Tudela	4	4	4	4	5	5	3	3	3	3	4	5	2	2	4	4	4	2	3
Ujué	5	5	4	4	5	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3
Villanueva de Yerri	5	4	5	3	3	5	3	3	3	3	4	4	2	4	4	4	4	2	2
Yesa	4	4	4	4	5	5	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	5	3	3

Tabla II.2. Ajuste visual de las funciones de distribución en el intervalo de 1 hora para las precipitaciones máximas. Mejor ajuste: ■; Peor ajuste: ■

Estación	Max Gumbel	GEV Max	L-Moments GEV MAX	GEV Max (k.spec)	L-Moments GEV MAX (k.spec.)	logPearson III	Pareto	L-Moments Pareto	Normal	L-Moments Normal	Log Normal	Galton	Exponencial	L-Moments Exponencial	Gamma	Pearson III	L-Moments EV1-MAX	EV2-Max	L-moments EV2-Max
Aguilar de Codés	4	4	5	3	4	2	3	3	5	5	3	4	2	2	4	4	4	2	2
Aoiz	4	4	5	3	4	5	4	4	3	4	4	5	2	3	4	4	4	1	2
Aralar	4	4	5	3	5	5	3	3	2	3	3	4	4	4	4	4	4	1	3
Arangoiti	3	4	5	4	4	5	4	4	1	1	4	4	4	4	3	4	3	2	5
Bardenas Loma Negra	4	4	5	4	5	5	3	3	2	2	4	4	3	3	4	4	4	2	3
Bardenas-Yugo	4	4	5	3	4	5	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	5	2	2
Beortegui	4	4	5	2	3	3	3	2	4	5	3	4	1	2	4	5	4	2	3
Carcastillo	4	4	5	4	4	5	4	4	2	2	4	5	4	4	3	4	4	4	4
Carrascal	5	4	5	3	3	5	3	3	3	3	4	4	2	2	4	4	4	2	3
Doneztebe-Santesteban	3	4	5	2	2	3	4	4	4	5	3	4	2	2	4	5	4	2	3
El Perdón	4	4	5	4	4	5	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	5
Estella	5	4	5	3	4	3	4	4	3	3	3	4	2	4	4	4	5	1	3
Etxarri-Aranatz	4	4	5	4	5	5	3	3	2	2	4	4	3	3	4	4	4	2	4
Getadar	4	5	5	4	4	4	3	3	3	3	4	5	3	3	3	4	4	2	3
Gorramendi	4	4	5	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	2	5
Irabia	3	3	5	4	4	5	3	3	2	2	3	3	4	4	3	3	3	4	5
Oskotz	4	4	5	4	5	5	4	4	2	2	4	4	4	4	3	4	3	2	4
Tafalla	4	4	5	4	4	5	3	3	2	3	5	4	3	3	4	4	4	3	3
Trinidad de Iturgoien	4	5	5	4	4	5	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4
Tudela	4	4	4	3	5	5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	5	2	3
Ujué	3	4	5	4	4	5	4	4	2	2	3	4	4	4	2	4	3	4	5
Villanueva de Yerri	3	3	5	3	4	4	4	4	1	2	3	4	4	4	3	3	4	5	5
Yesa	5	4	5	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	2	5

Tabla II.3. Ajuste visual de las funciones de distribución en el intervalo de 6 horas para las precipitaciones máximas. Mejor ajuste: 5; Peor ajuste: 1

Estación	Max Gumbel	GEV Max	L-Moments GEV MAX	GEV Max (k.spec)	L-Moments GEV MAX (k.spec.)	logPearson III	Pareto	L-Moments Pareto	Normal	L-Moments Normal	Log Normal	Galton	Exponencial	L-Moments Exponencial	Gamma	Pearson III	L-Moments EV1-MAX	EV2-Max	L-moments EV2-Max
Aguilar de Codés	4	4	5	3	3	5	3	3	4	5	3	2	2	2	3	4	3	3	3
Aoiz	4	5	4	4	5	5	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	2	4
Aralar	4	4	5	3	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5	2	3
Arangoiti	3	3	5	4	4	5	4	4	2	2	3	4	3	3	3	3	3	4	5
Bardenas Loma Negra	4	5	4	5	4	5	3	3	2	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Bardenas-Yugo	3	4	5	4	4	5	3	3	2	2	5	4	4	4	3	3	4	2	4
Beortegui	4	4	4	4	5	5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	2	5
Carcastillo	4	4	5	4	5	5	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3
Carrascal	4	4	5	4	5	5	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
Doneztebe-Santesteban	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5	3	5
El Perdón	4	4	5	4	4	5	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	5	2	4
Estella	4	4	5	3	5	5	4	4	3	3	4	4	2	3	4	4	4	2	3
Etxarri-Aranatz	4	4	5	3	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5	3	3
Getadar	4	5	5	3	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3
Gorramendi	4	4	5	3	3	5	3	3	3	5	4	4	3	3	4	4	4	3	3
Irabia	5	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	5	3	3
Oskotz	3	3	5	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	5
Tafalla	4	3	5	3	5	5	3	4	2	3	4	3	4	4	3	3	3	2	4
Trinidad de Iturgoien	4	4	5	3	5	5	3	3	3	3	4	4	2	3	4	4	4	3	3
Tudela	3	5	4	2	3	3	4	3	4	5	3	1	2	3	4	5	4	2	3
Ujué	4	4	5	4	5	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3
Villanueva de Yerri	3	4	5	3	4	5	4	4	2	2	3	4	4	4	3	2	3	5	4
Yesa	4	4	5	4	4	5	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	5

Tabla II.4. Ajuste visual de las funciones de distribución en el intervalo de 12 horas para las precipitaciones máximas. Mejor ajuste: █ Peor ajuste: █

Estación	Max Gumbel	GEV Max	L-Moments GEV MAX	GEV Max (k.spec)	L-Moments GEV MAX (k.spec)	logPearson III	Pareto	L-Moments Pareto	Normal	L-Moments Normal	Log Normal	Galton	Exponencial	L-Moments Exponencial	Gamma	Pearson III	L-Moments EV1-MAX	EV2-Max	L-moments EV2-Max
Aguilar de Codés	4	5	5	3	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	3	5	3	3	3
Aoiz	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	2	5
Aralar	4	4	5	3	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	2	5
Arangoiti	3	3	5	4	4	5	4	4	2	2	3	4	3	3	3	3	3	4	5
Bardenas Loma Negra	4	4	4	5	4	4	3	3	2	2	5	5	4	3	3	3	3	3	3
Bardenas-Yugo	3	4	5	4	4	4	3	3	2	2	5	4	4	4	3	5	4	2	4
Beortegui	4	4	5	4	5	5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	2	4
Carcastillo	4	4	4	4	5	5	3	3	2	2	4	4	4	4	4	4	5	3	3
Carrascal	4	4	4	4	5	5	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	5	4	4
Doneztebe-Santesteban	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5	3	5
El Perdon	5	4	5	4	4	5	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	2	4
Estella	4	4	4	3	5	5	4	4	3	3	4	4	2	3	4	4	4	2	5
Etxarri-Aranatz	4	4	5	3	4	5	3	3	3	3	5	4	3	3	4	4	4	3	3
Getadar	4	4	5	3	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	5
Gorramendi	4	5	4	3	3	4	3	3	3	5	4	4	3	3	4	5	4	3	3
Irabia	4	4	5	3	3	5	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	3	5
Oskotz	3	3	5	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	5
Tafalla	4	3	5	3	5	5	3	4	2	3	4	3	4	4	3	3	3	2	4
Trinidad de Iturgoien	4	4	5	3	5	5	3	3	3	3	4	4	2	3	4	4	4	3	3
Tudela	3	4	5	2	3	3	4	3	4	4	3	5	2	3	4	4	5	2	3
Ujué	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	5	3	3
Villanueva de Yerri	3	4	5	3	4	5	4	4	2	2	3	4	4	4	3	2	3	4	5
Yesa	4	4	5	4	4	5	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	5

ANEJO 3. CURVAS IDF.

A continuación, se representan las curvas IDF generadas con el programa Hydrognomon para diferentes periodos de retorno ($T=2, T=5, T=10, T=20, T=50, T=100, T=200$ Y $T=500$) de las 23 estaciones automáticas de Navarra. La representación se realiza con el ajuste a la función L-Moments GEV-Max, exceptuando en las estaciones de la región 5 (Bardenas Loma Negra, Bardenas-Yugo y Tudela), en las que la función elegida es L-Moments EV1-Max.

AGUILAR DE CODÉS

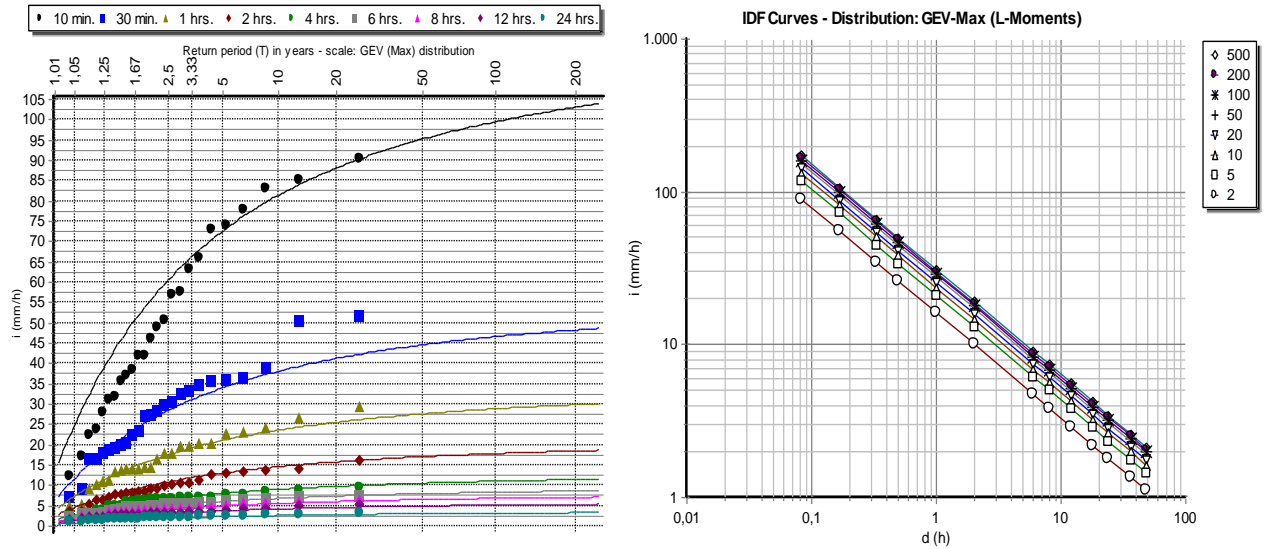


Figura III. 1. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Aguilar de Codés a L-Moments GEV Max.

AOIZ

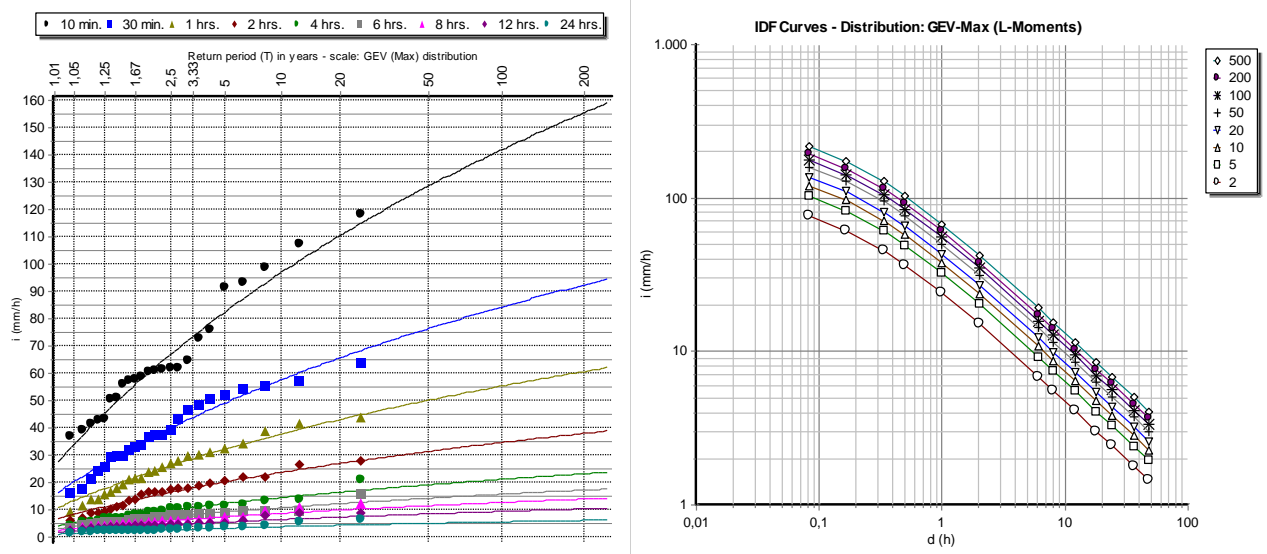


Figura III. 2. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Aoiz a L-Moments GEV Max.

ARALAR

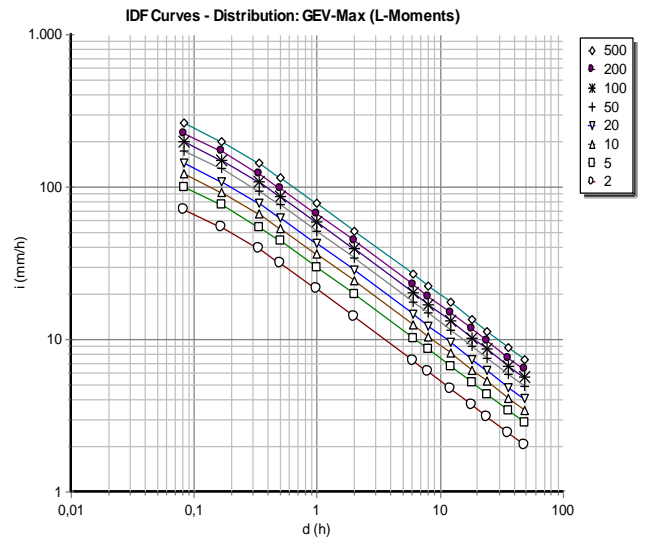
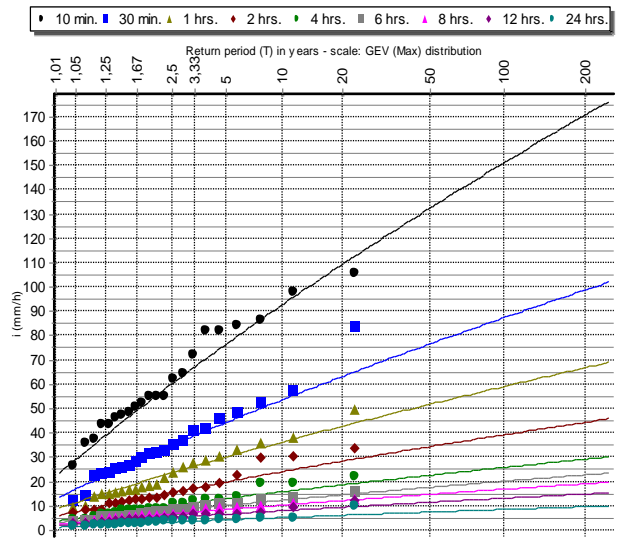


Figura III. 3. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Aralar a L-Moments GEV Max.

ARANGOITI

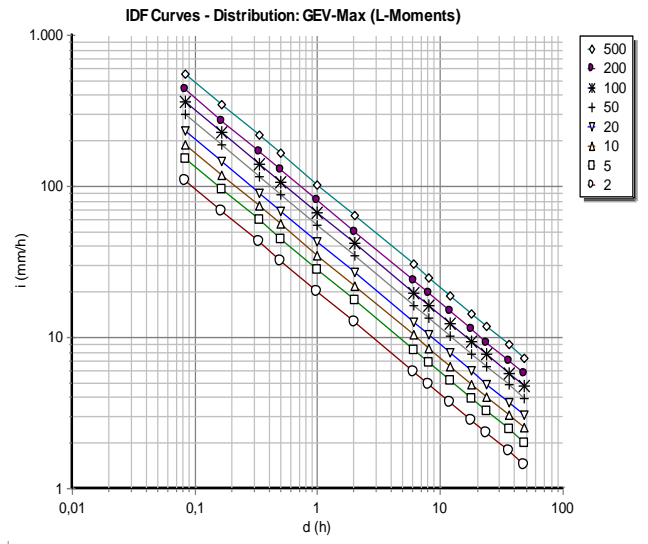
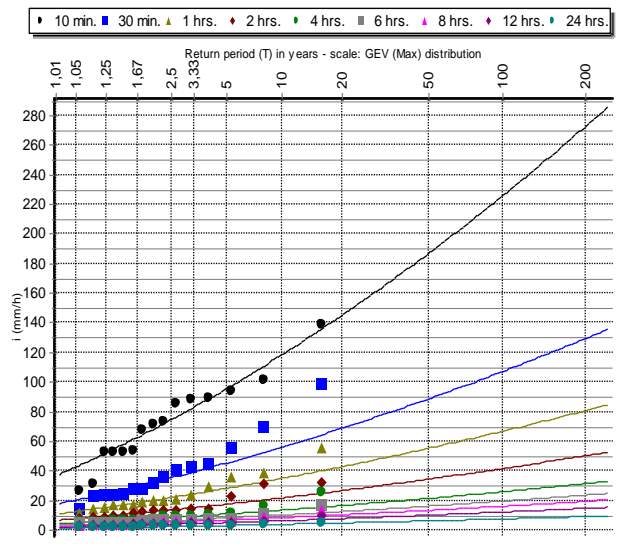


Figura III. 4. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Arangoiti a L-Moments GEV Max.

BARDENAS LOMA NEGRA

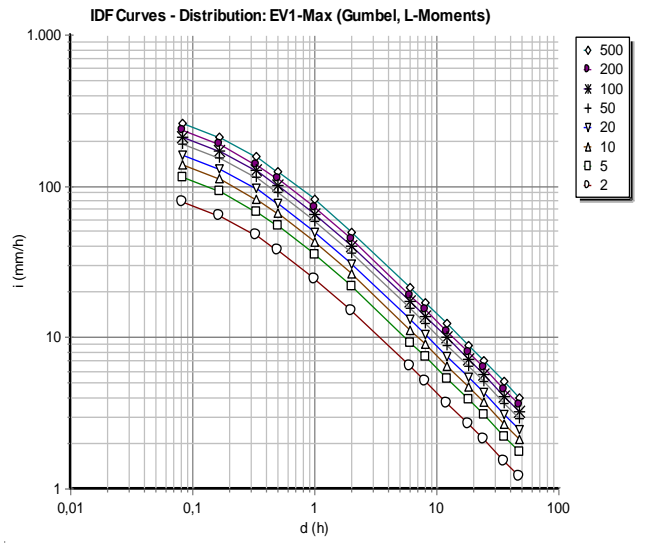
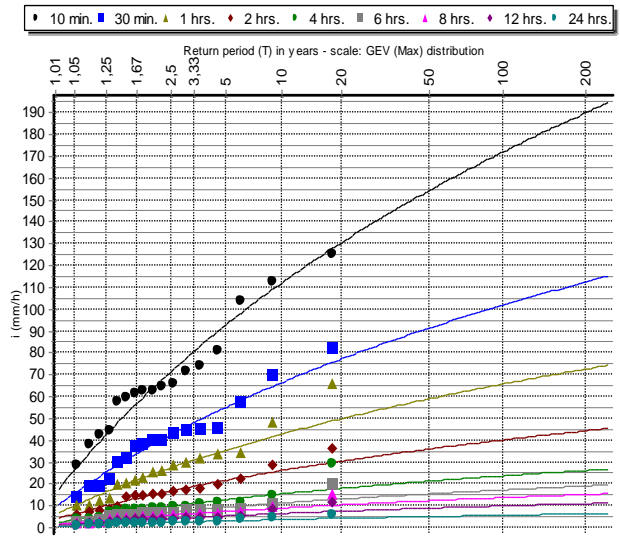


Figura III. 5. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Bardenas Loma Negra a L-Moments EV1-Max.

BARDENAS-YUGO

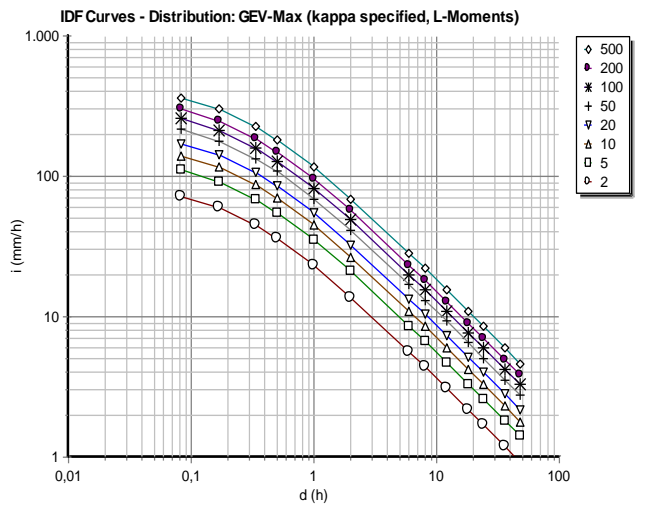
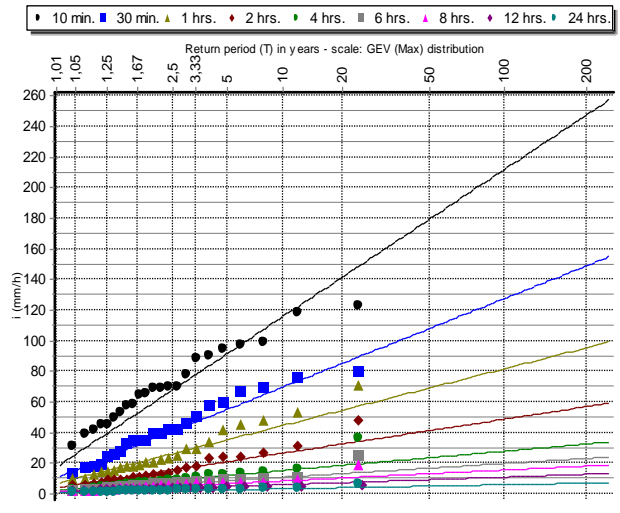


Figura III. 6. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Bardenas-Yugo a L-Moments EV1-Max.

BEORTEGUI

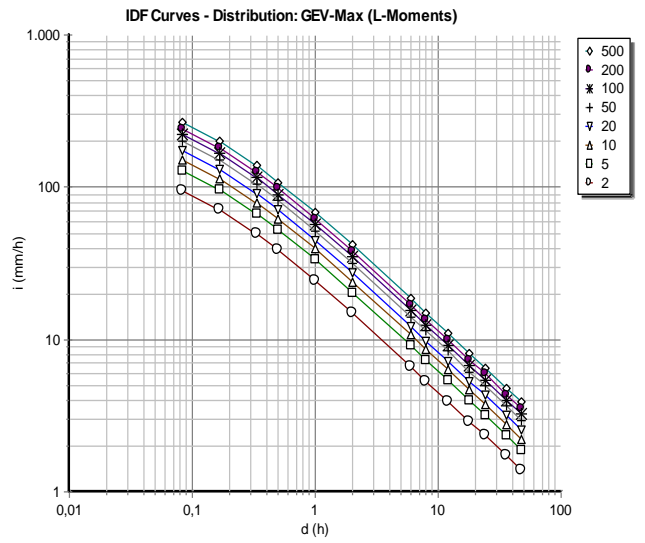
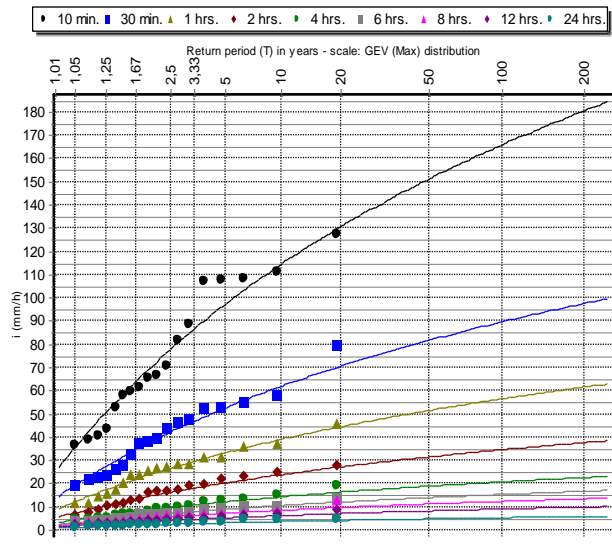


Figura III. 7. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Beortegui a L-Moments GEV Max.

CARCASTILLO

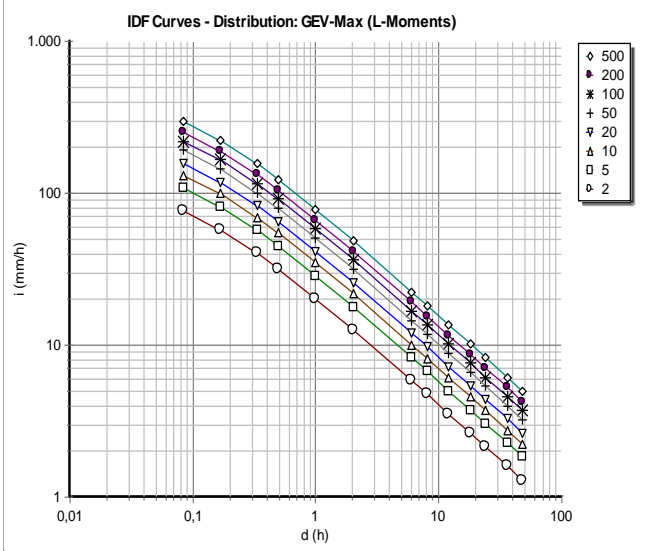
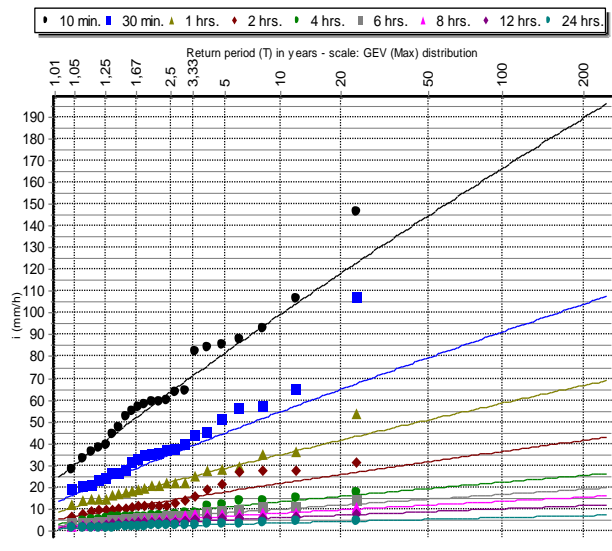


Figura III. 8. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Carcastillo a L-Moments GEV Max.

CARRASCAL

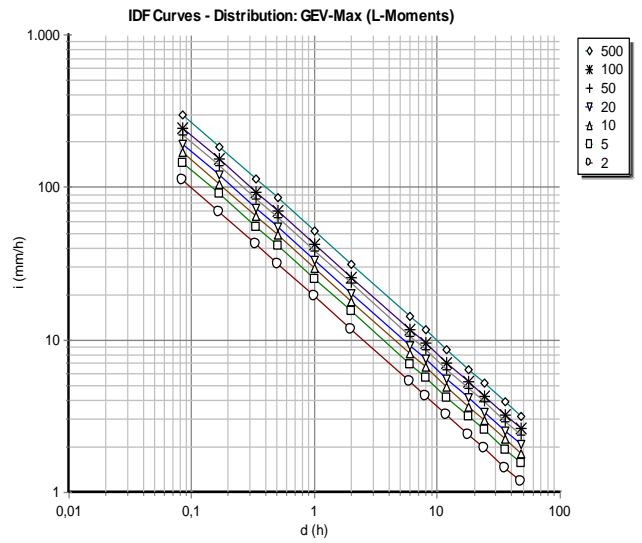
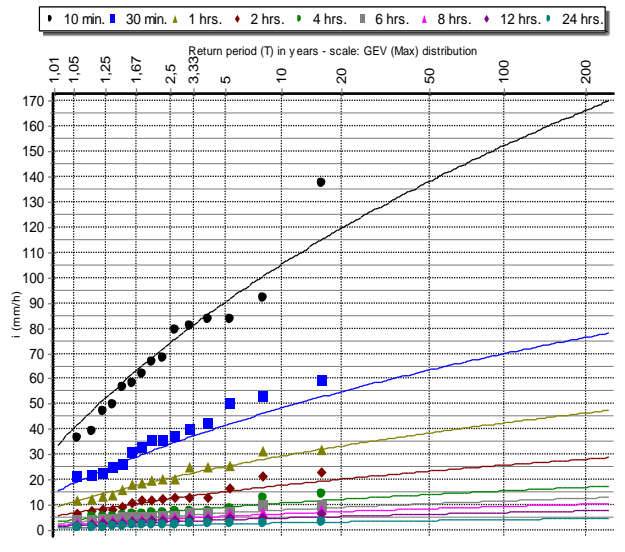


Figura III. 9. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Carrascal a L-Moments GEV Max.

DONEZTEBE-SANTESTEBAN

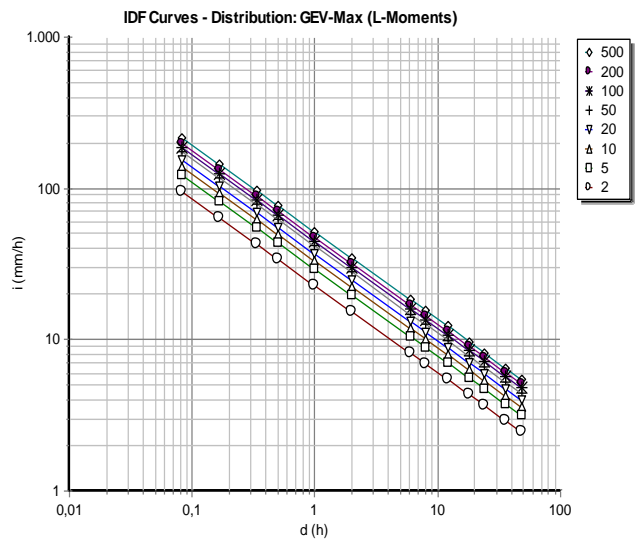
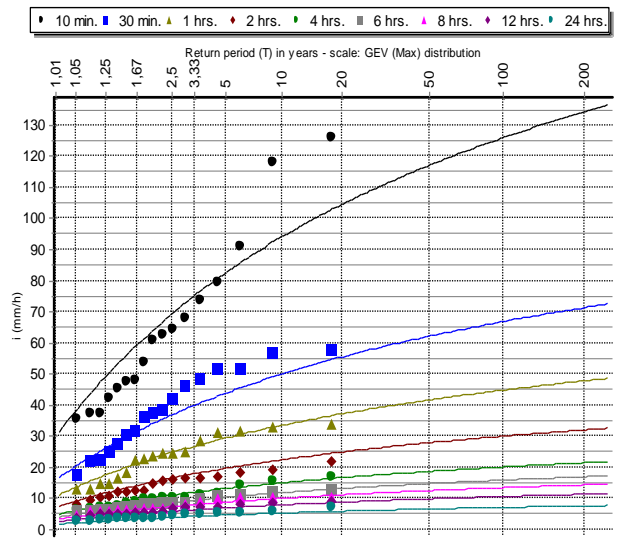


Figura III. 10. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Doneztebe-Santesteban a L-Moments GEV Max.

EL PERDÓN

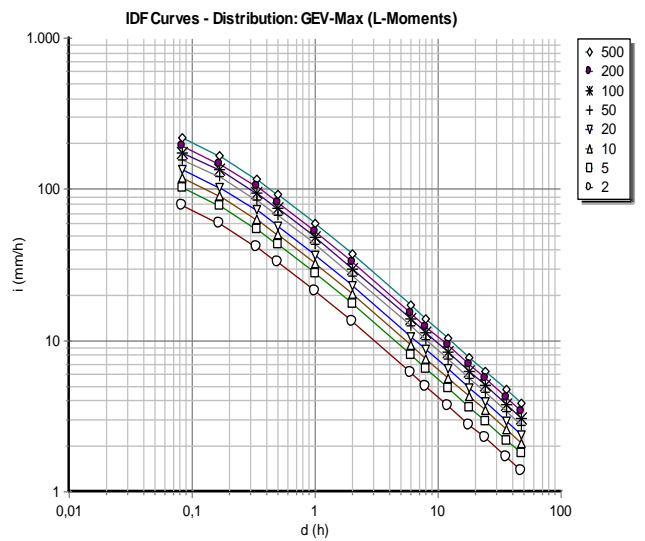
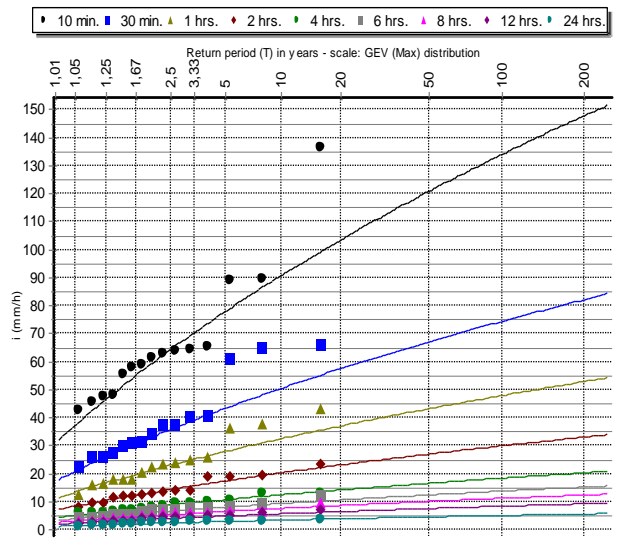


Figura III. 11. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en El Perdón a L-Moments GEV Max.

ESTELLA

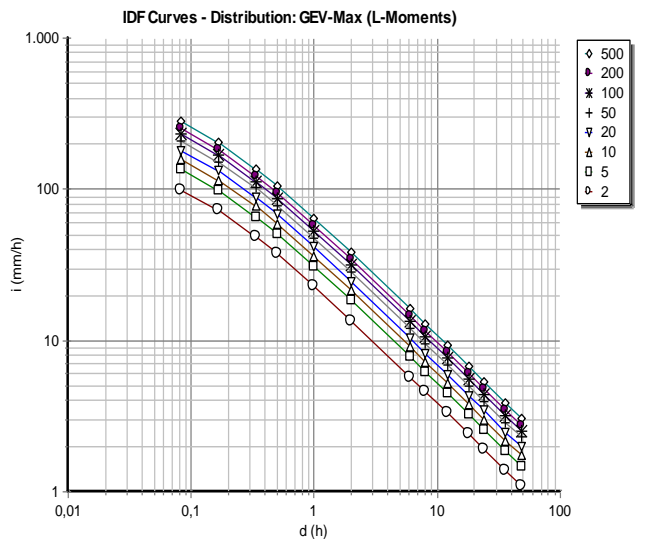
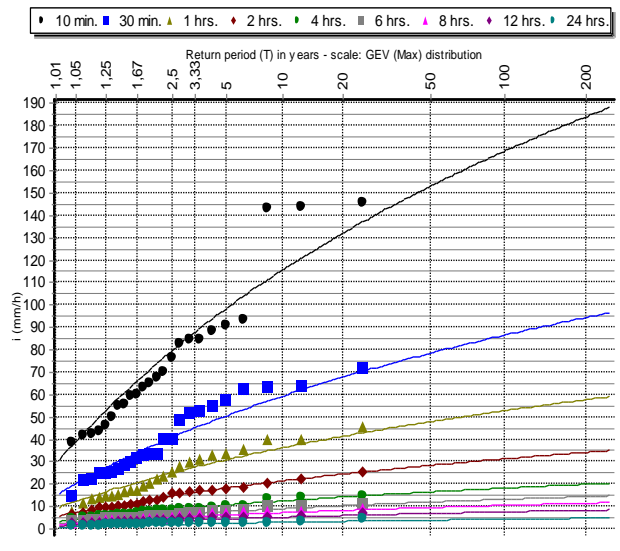


Figura III. 12. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en El Perdón a L-Moments GEV Max.

ETXARRI-ARANATZ

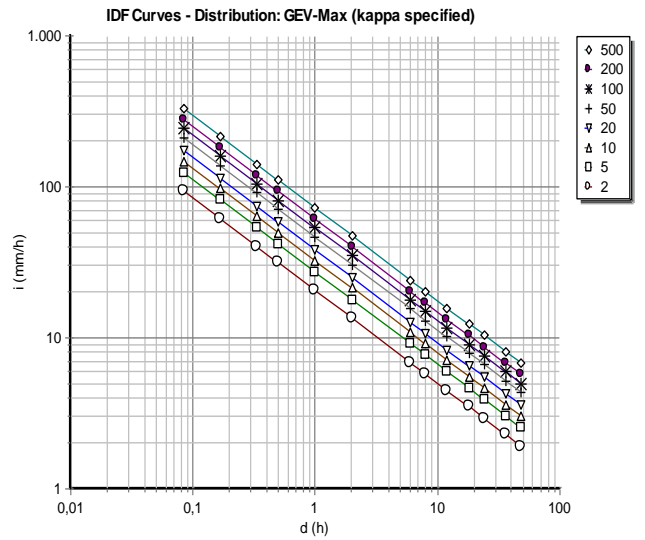
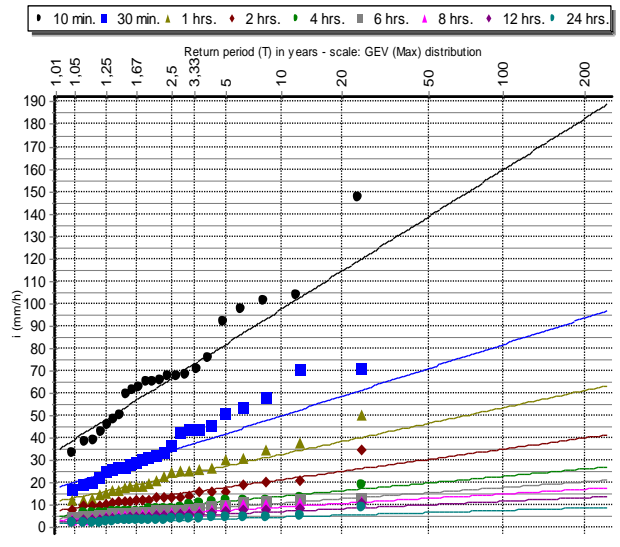


Figura III. 13. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Etxarri-Aranatz a L-Moments GEV Max.

GETADAR

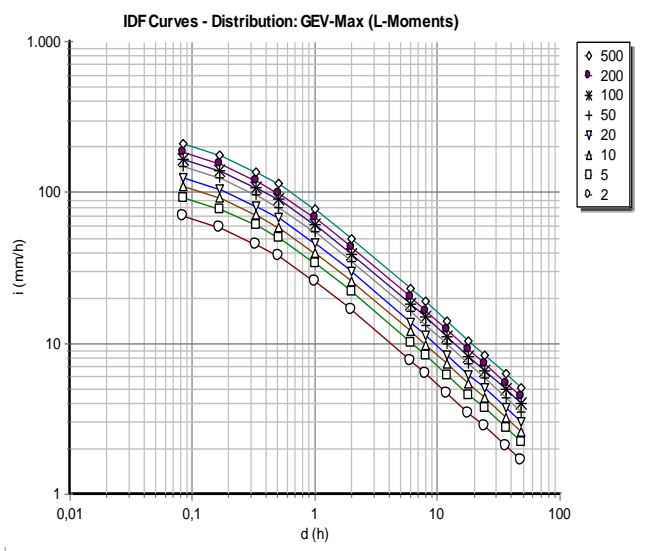
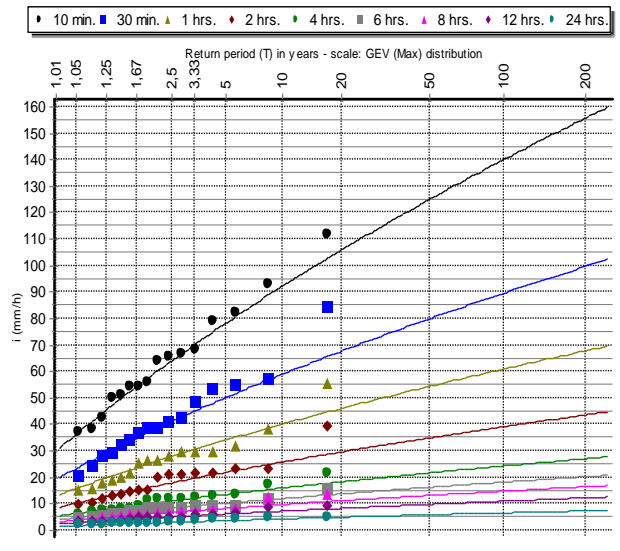


Figura III. 14. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Getadar a L-Moments GEV Max.

GORRAMENDI

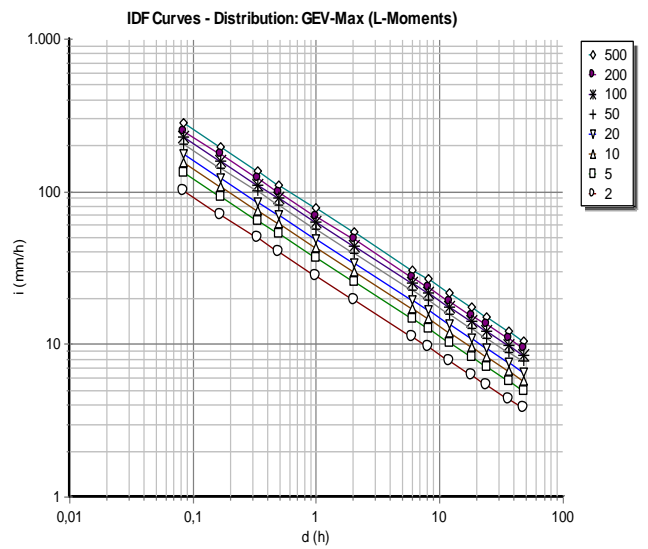
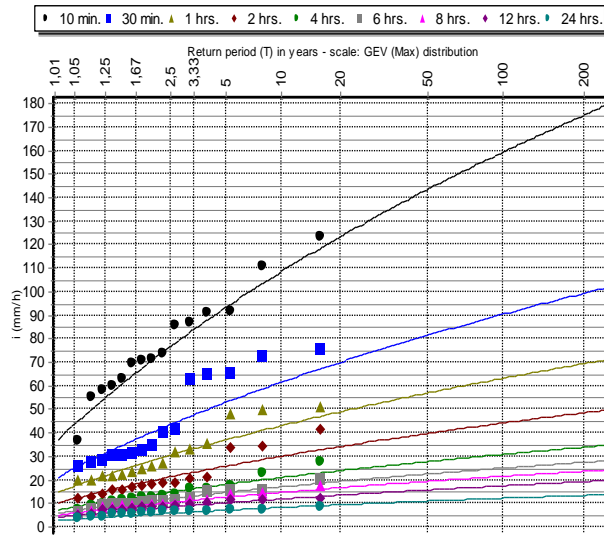


Figura III. 15. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Gorrramendi a L-Moments GEV Max.

IRABIA

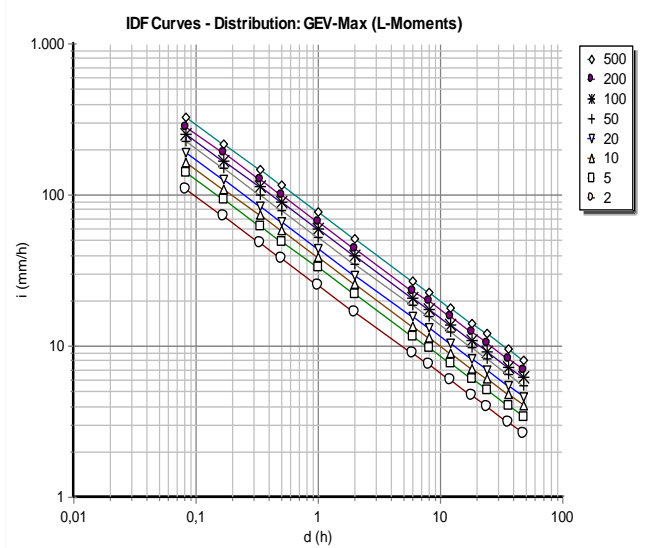
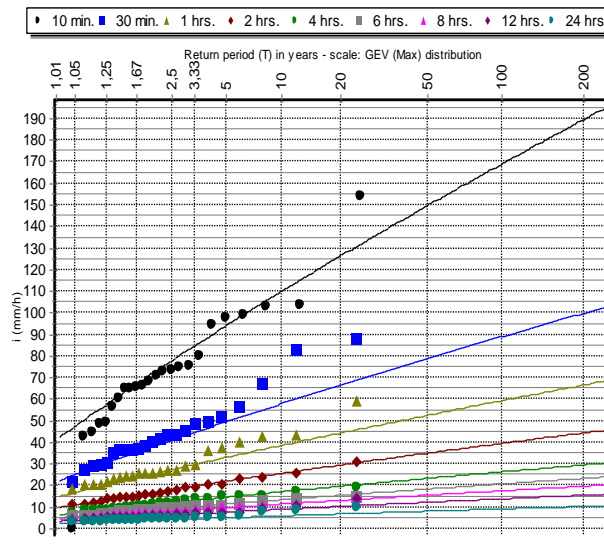


Figura III. 16. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Irabia a L-Moments GEV Max.

OSKOTZ

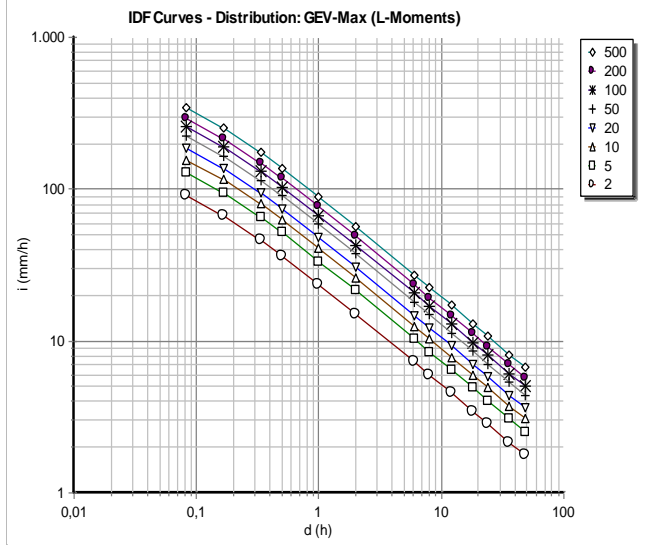
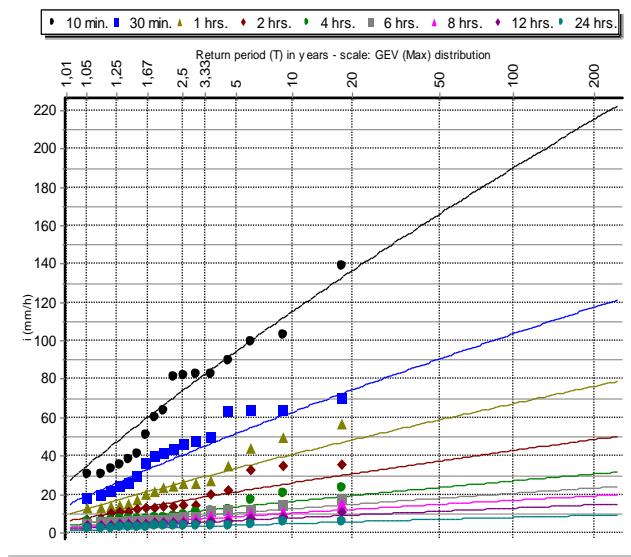


Figura III. 17. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Oskotz a L-Moments GEV Max.

TAFALLA

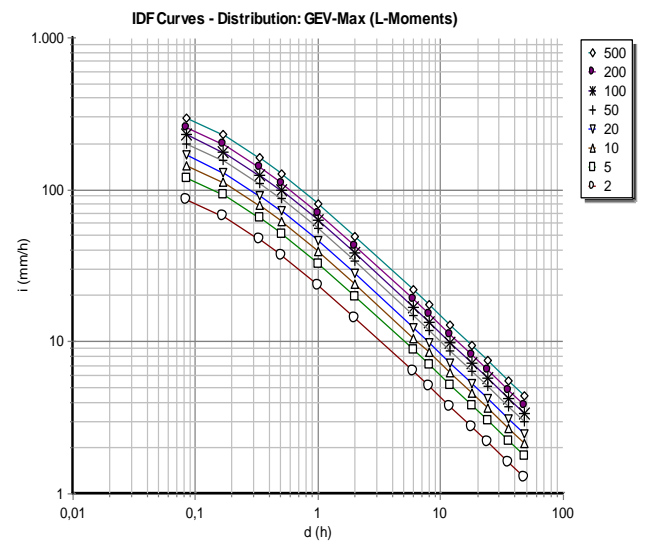
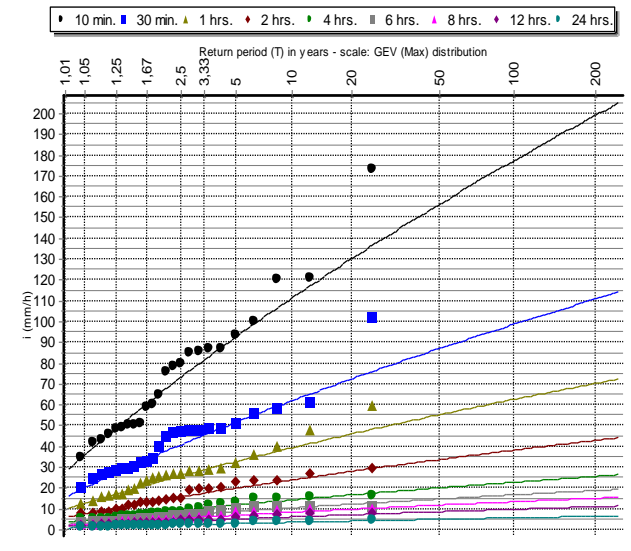


Figura III. 18. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Tafalla a L-Moments GEV Max.

TRINIDAD DE ITURGOIEN

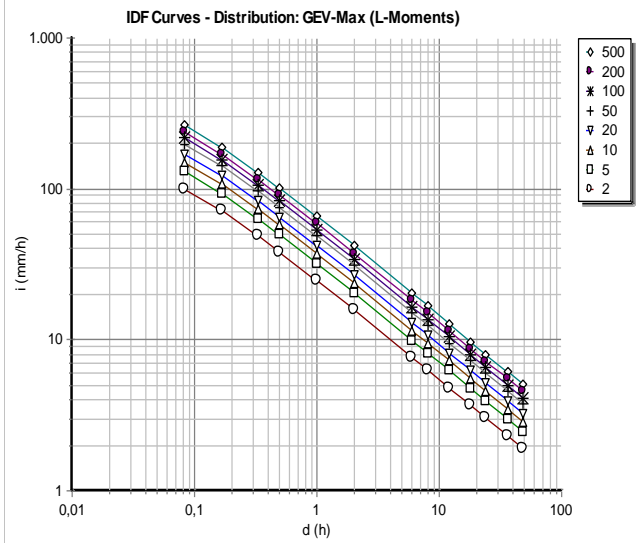
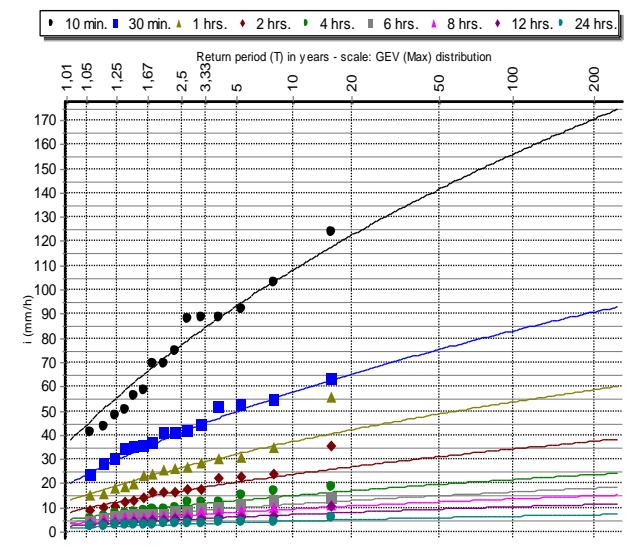


Figura III. 19. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Trinidad de Iturgoien a L-Moments GEV Max.

TUDELA

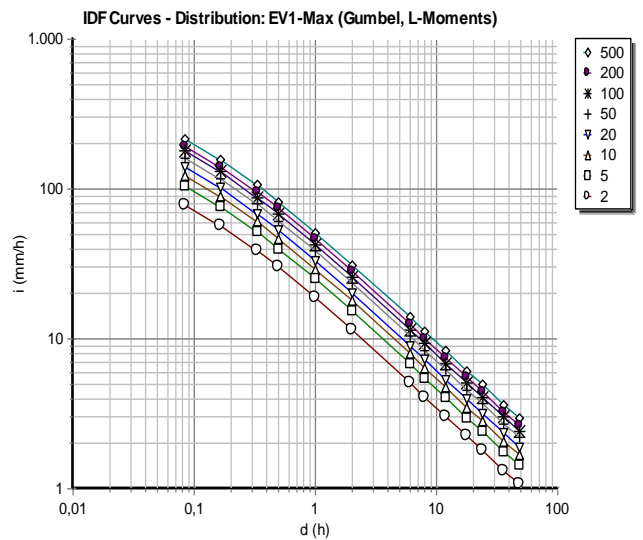
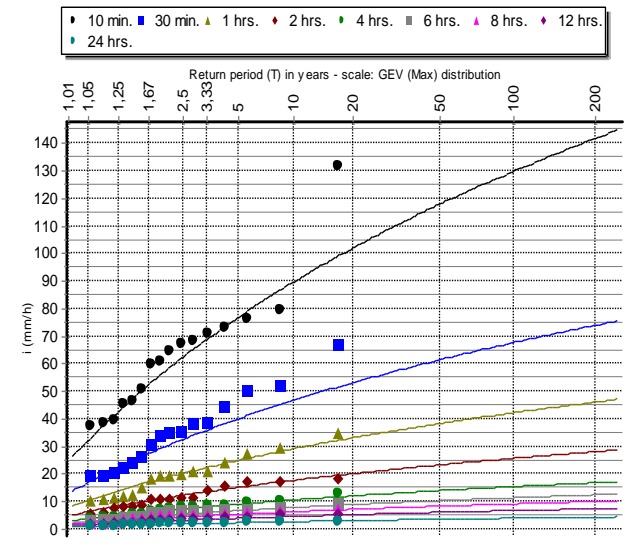


Figura III. 20. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Tudela a L-Moments EV1- Max.

UJUÉ

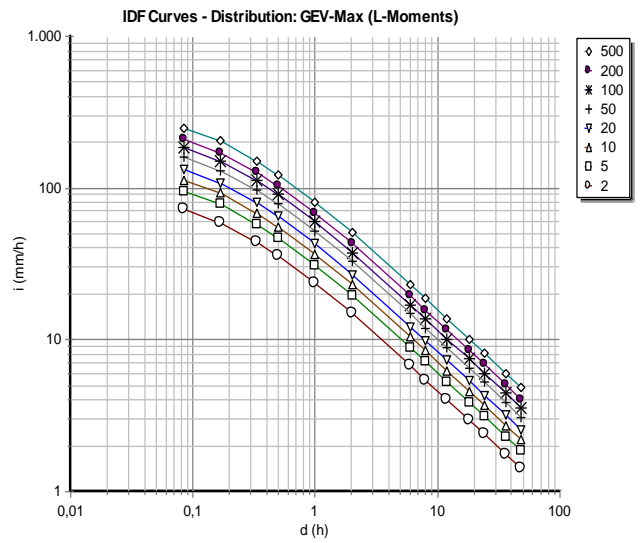
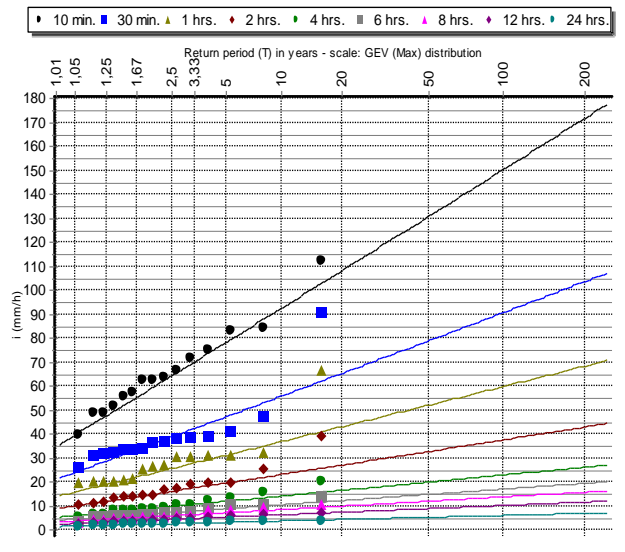


Figura III. 21. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Ujué a L-Moments GEV Max.

VILLANUEVA DE YERRI

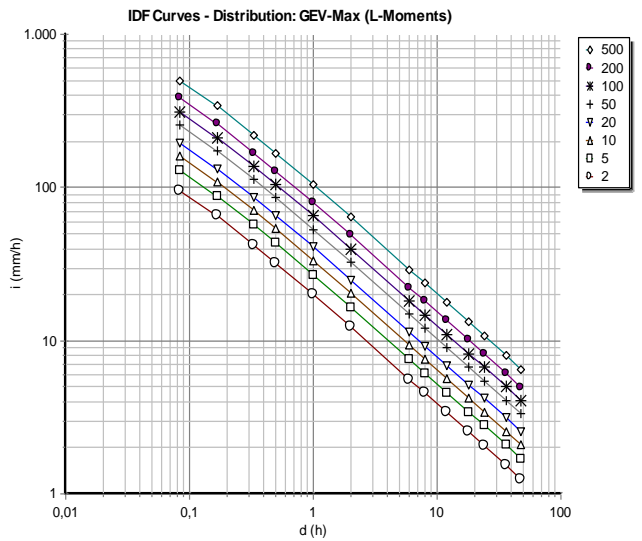
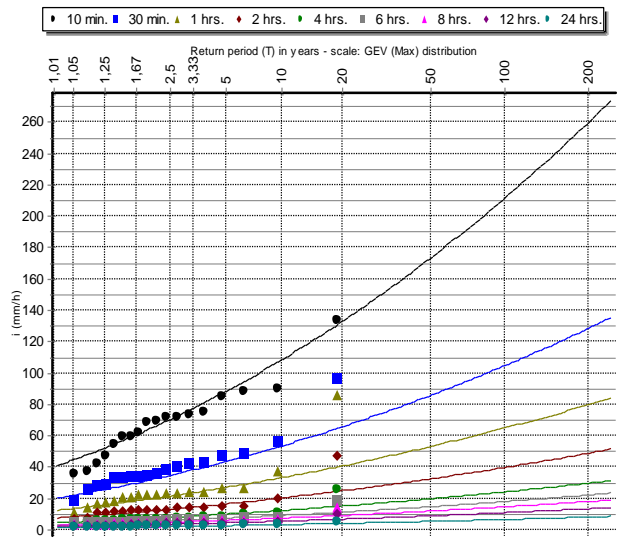


Figura III. 22. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Villanueva de Yeri a L-Moments GEV Max.

YESA

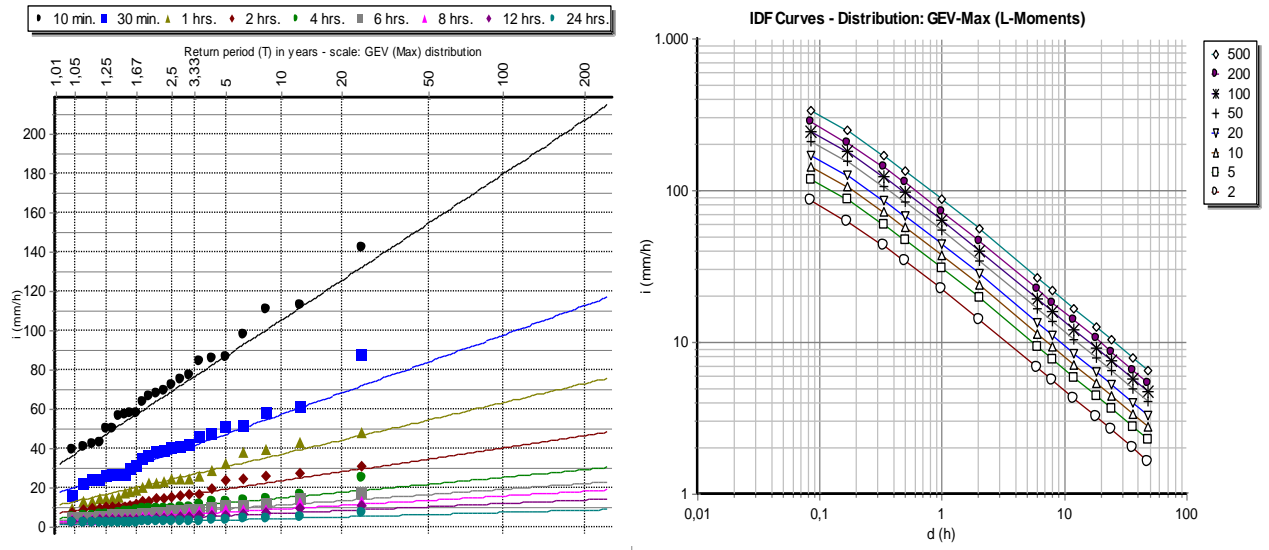


Figura III. 23. Representación de las curvas IDF para diferentes periodos de retorno y el ajuste de las funciones extremas en Yesa a L-Moments GEV Max.