

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**GENERACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE LA ESTACIÓN
PLUVIOGRÁFICA JAÉN**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
AVILA VÁSQUEZ ANGELICA AURORA**

**ASESOR:
Ph.D.Ing. SANTOS OSWALDO ORTIZ VERA**

JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Silvia Vásquez, mi madre, por su esfuerzo y sacrificio, por darme una carrera profesional.

Marilú Farfán, José Medino y Adula Vásquez por su apoyo moral y económico, brindado día a día en el transcurso de cada año de mi formación universitaria.

A mis docentes de la prestigiosa Universidad Nacional de Cajamarca, Sede-Jaén, por la asesoría y consejos para una mejora en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios por la vida y su bendición en cada instante de mi vida.

Al Ing. Oswaldo Ortiz, por su tiempo, dedicación y guía constante durante el desarrollo de mi tesis, mostrando sencillez y humildad.

Al SENAMHI, por la información brindada, haciendo posible el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Justificación de la investigación	14
1.3. Alcances o delimitación de la investigación	14
1.4. Limitaciones.....	15
1.5. Objetivos.....	15
1.5.1. Objetivo General.....	15
1.5.2. Objetivos Específicos.....	15
II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	16
2.1.2. Antecedentes nacionales	17
2.1.3. Antecedentes regionales.....	17
2.1.4. Antecedentes locales	17
2.2. BASES TEÓRICAS.....	17
2.2.1. Evaluación de la información hidrológica	17
2.2.2. Formación de la precipitación.....	17
2.2.3. Estación climatológica	19
2.2.4. Análisis de tormentas	25
2.2.5. Curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF)	28

2.2.6.	Análisis estadístico de datos hidrológicos	30
2.2.7.	Prueba de T de coeficiente de correlación lineal	35
2.2.8.	Parámetros adimensionales de transferencia	36
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	38
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1.	Ubicación de la estación Jaén	40
3.2.	Clima.....	41
3.2.1.	Descripción de la característica $C(o,i,p)A'H3$	41
3.3.	Población.....	41
3.4.	Muestra	41
3.5.	Unidad de análisis	42
3.6.	Materiales.....	42
3.7.	Procedimiento	42
3.7.1.	Recopilación de la información	42
3.7.2.	Tratamiento de la información.....	42
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	108
4.1.	Selección del modelo de variable extrema.....	108
4.2.	Estimación de parámetros del modelo Gumbel	109
4.3.	Simulación del modelo Gumbel.....	110
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
5.1.	Conclusiones	124
5.2.	Recomendaciones	125
VI.	BIBLIOGRAFÍA	126
VII.	ANEXOS	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores críticos de Kolmogorov-Smirnov	35
Tabla 2 Ubicación de la Estación Jaén	40
Tabla 3 Separación de tormentas para el año 1974 de la Estación Jaén	46
Tabla 4 Tormentas críticas seleccionadas del año 1980	47
Tabla 5 Tormenta crítica del 02/04/1980, Estación Jaén	49
Tabla 6 Tormenta crítica del 31/03/1980, Estación Jaén	50
Tabla 7 Tormenta crítica del 18/03/1980, Estación Jaén	50
Tabla 8 Intensidades máximas estándar (mm/hr), para los 28 años de estudio con duración hasta 30min para la Estación Jaén.	53
Tabla 9 Intensidades máximas estándar (mm/hr), para los 28 años de estudio con duración hasta 120min para la Estación Jaén.	54
Tabla 10 Intensidades máximas estándar (mm/hr), para los 28 años de estudio con duración hasta 480min para la Estación Jaén.	55
Tabla 11 Estadísticos muestrales de intensidades máximas con duraciones hasta 480min de la estación Jaén.	56
Tabla 12 Estadísticos muestrales de intensidades máximas con duraciones hasta 120 min de la estación Jaén.	56
Tabla 13 Estadísticos muestrales de intensidades máximas con duraciones hasta 30 min de la estación Jaén.	56
Tabla 14 Modelo Gumbel para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 30minutos, para la Estación Jaén.	59
Tabla 15 Modelo Gumbel para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 120 minutos, para la Estación Jaén.	61
Tabla 16 Modelo Gumbel para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 480 minutos, para la Estación Jaén.	63
Tabla 17 Modelo Log Normal 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 30 minutos, para la Estación Jaén.	65
Tabla 18 Modelo Log Normal 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 120 minutos, para la Estación Jaén.	66
Tabla 19 Modelo Log Normal 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 480 minutos, para la Estación Jaén	76

Tabla 20 Modelo Log Pearson 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 30 minutos, para la Estación Jaén	90
Tabla 21 Modelo Log Pearson 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 120 minutos, para la Estación Jaén	94
Tabla 22 Modelo Log Pearson 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 480 minutos, para la Estación Jaén	100
Tabla 23 Máxima desviación absoluta (Δ_{max}) Vs valor critico de Kolmogorov (Δ_0) para Intensidades máximas (mm/hr) con duración hasta 480 minutos de la Estación Jaén.	108
Tabla 24 Máxima desviación absoluta (Δ_{max}) Vs valor critico de Kolmogorov (Δ_0) para Intensidades máximas (mm/hr) con duración hasta 120 minutos de la Estación Jaén.	108
Tabla 25 Máxima desviación absoluta ($\Delta_{m\acute{a}x.}$) Vs valor critico de Kolmogorov (Δ_0) para Intensidades máximas (mm/hr) con duración hasta 30 minutos.....	109
Tabla 26 Parámetros estadísticos, de intensidades con duraciones hasta 480min para la estación Jaén	109
Tabla 27 Parámetros estadísticos, de intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos para la Estación Jaén.....	109
Tabla 28 Parámetros estadísticos, de intensidades máximas con duraciones hasta 30 minutos para la Estación Jaén.....	109
Tabla 29 Intensidades máximas con duraciones hasta 480 minutos para la Estación Jaén. ..	110
Tabla 30 Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos para la Estación Jaén. ..	115
Tabla 31 Intensidades máximas con duraciones hasta 30 minutos para la Estación Jaén.	119
Tabla 32 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	128
Tabla 33 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 5% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	129
Tabla 34 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 10% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	130
Tabla 35 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 15% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	131
Tabla 36 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	132
Tabla 37 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 25% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	133

Tabla 38 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	134
Tabla 39 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	135
Tabla 40 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	136
Tabla 41 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	137
Tabla 42 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	138
Tabla 43 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	139
Tabla 44 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	140
Tabla 45 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	141
Tabla 46 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	142
Tabla 47 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	143
Tabla 48 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	144
Tabla 49 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	145
Tabla 50 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	146
Tabla 51 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	147
Tabla 52 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	148
Tabla 53 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	149
Tabla 54 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	150

Tabla 55 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	151
Tabla 56 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	152
Tabla 57 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	153
Tabla 58 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	154
Tabla 59 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 90% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	155
Tabla 60 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	156
Tabla 61 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	157
Tabla 62 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 10% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	158
Tabla 63 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 15% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	159
Tabla 64 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	160
Tabla 65 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 25% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	161
Tabla 66 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	162
Tabla 67 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	163
Tabla 68 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	164
Tabla 69 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	165
Tabla 70 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	166
Tabla 71 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	167

Tabla 72 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	168
Tabla 73 Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 90% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.	169
Tabla 74 Valores críticos de la distribución t de Student	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red de estaciones convencionales en el Perú al año 2016.....	20
Figura 2. Partes del pluviógrafo.....	23
Figura 3. Detalle de banda pluviográfica.....	23
Figura 4. Fallas comunes en registros pluviográficos.....	24
Figura 5. Modelo teórico de una curva IDF.....	29
Figura 6. Mapa de ubicación de la “Estación Jaén”	40
Figura 7. “Estación Jaén”.....	40
Figura 8. “Mapa climático de Cajamarca”.....	41
Figura 9. Registro de precipitación, del 20/01/1970 hasta el 23/01/1970	42
Figura 10. Registro de ascenso y descenso de una precipitación (01/11/1980)	42
Figura 11. Registro de 2 días consecutivos.....	43
Figura 12. Digitalización de la imagen en Origin Pro 8.5.1	43
Figura 13. Delimitación de rangos (línea azul y línea roja) con Origin Pro 8.5.1.....	43
Figura 14. Demarcación de la gráfica	44
Figura 15. Datos obtenidos	44
Figura 16. Esquemática utilizada para identificar y separar tormentas	45
Figura 17. Banda pluviográfica del 02 de junio de 1974 estación Jaén.....	45
Figura 18. Banda pluviográfica del 03 de junio de 1974 estación Jaén.....	45
Figura 19. Banda pluviográfica del 04 de junio de 1974 estación Jaén.....	45
Figura 20. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2%.....	128
Figura 21. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5%.....	129
Figura 22. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10%.....	130
Figura 23. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 15%.....	131
Figura 24. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20%	132
Figura 25. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25%	133
Figura 26. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30%	134
Figura 27. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40%	135
Figura 28. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50%	136
Figura 29. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 60%	137
Figura 30. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70%	138
Figura 31. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75%	139
Figura 32. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80%	140
Figura 33. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90%	141
Figura 34. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2%	142
Figura 35. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5%	143
Figura 36. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10%	144
Figura 37. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10%	145
Figura 38. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20%	146
Figura 39. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25%	147
Figura 40. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30%	148
Figura 41. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40%	149
Figura 42. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50%	150
Figura 43. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50%	151
Figura 44. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70%	152

Figura 45. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75%	153
Figura 46. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80%	154
Figura 47. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90%	155
Figura 48. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2%	156
Figura 49. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5%	157
Figura 50. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10%	158
Figura 51. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 15%	159
Figura 52. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20%	160
Figura 53. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25%	161
Figura 54. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30%	162
Figura 55. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40%	163
Figura 56. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50%	164
Figura 57. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 60%	165
Figura 58. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70%	166
Figura 59. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75%	167
Figura 60. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80%	168
Figura 61. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90%	169

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) y ecuaciones para la Estación Jaén para intensidades máximas con duración hasta 480 minutos.....	128
ANEXO 2. Curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) y ecuaciones para la Estación Jaén para intensidades máximas con duración hasta 120minutos.....	142
ANEXO 3. Curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) y ecuaciones para la Estación Jaén para intensidades máximas con duración hasta 30 minutos.....	156
ANEXO 4. Valores críticos de la distribución t de Student	170

RESUMEN

La presente tesis, tiene por objetivo principal la generación de intensidades máximas de la Estación Pluviográfica Jaén en base a la data 1964-1993. La estación Jaén, está ubicada en el distrito de Jaén, departamento de Cajamarca en sus coordenadas UTM según Datum WGS-84; Este: 746307.98 y Norte: 9358062.49, a una altitud de 654 m.s.n.m. El problema principal fue, la ausencia de procesamiento de datos pluviográficos de la mencionada estación conllevando a procedimientos de diseño de estructuras hidráulicas, sobredimensionadas o estructuras inestables ante una máxima avenida, ocasionando pérdidas económicas, humanas y malestar general en la población; por lo que, la siguiente tesis se desarrolló con el propósito de diseño de los diferentes proyectos que tengan que ver con la escorrentía directa. Para la cual se analizaron bandas pluviográficas proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, bandas correspondientes a 28 años de registro. Se seleccionó tres tormentas críticas por cada año hidrológico. Para mejor evaluación de las precipitaciones se tomaron aquellas con duraciones hasta 30min, 120min y 480min; además se graficó sus respectivas curvas Intensidad duración frecuencia (IDF) y se determinó sus ecuaciones matemáticas. Los resultados muestran que las precipitaciones se ajustan al modelo de distribución Gumbel para un nivel de significancia del 5%, donde la intensidad máxima determinada para la estación Jaén es de 185.09mm/hr con una duración ($D=5$ min), para un número de años ($N=100$ años), con un riesgo ($J=2\%$) y un tiempo de retorno ($Tr= 4950$ años) y una intensidad mínima de 1.41mm/hr con una duración ($D=480$ min), para un número de años ($N=5$ años), con un riesgo de ($J=90\%$), y un tiempo de retorno ($Tr= 2$ años).

Se recomienda utilizar la información determinada en este estudio con suma precaución, para mejor precisión complementar con información desde el año 1993 en adelante, con el fin de añadirle nueva información, la que podría modificar sus resultados.

PALABRAS CLAVE: intensidades máximas, análisis de tormenta, bandas pluviográficas

ABSTRACT

The main objective of this thesis is the generation of maximum intensities of the pluviometric station Jaén from data 1964-1993. The station of Jaén is located in the district of Jaén, department of Cajamarca in its coordinates UTM according to Datum WGS-84; East: 746307.98 and North: 9358062.49, at an altitude of 654 m.s.n.m. The main problem was the lack of processing of pluviometric data of the station, which led to procedures to design hydraulic structures, oversized or unstable structures in front of a maximum avenue, causing economic losses, human and general malaise in the population; Therefore, the following thesis was developed with the purpose of designing the different projects that have to do with direct runoff. For bands of rainwater provided by the National Service of Meteorology and Hydrology of Peru, bands corresponding to 28 years of registration were analyzed. Three critical storms were selected for each hydrological year. For a better evaluation of the precipitations were taken with durations of up to 30min, 120min and 480min; In addition, they plotted their respective intensity duration frequency (IDF) curves and determined their mathematical equations. The results show that the precipitation is adjusted to the Gumbel distribution model at a significance level of 5%, where the maximum intensity determined for the Jaén station is 185.09mm / h with a duration ($D = 5\text{min} = 100\text{ Years}$), with a ($D = 480\text{ min}$) for several years ($N = 5\text{ years}$), with a risk of ($J = 2\%$) and a time of return ($Tr = 4950\text{ years}$) and a minimum intensity of 1.41 Mm / H ($J = 90\%$), and a return time ($Tr = 2\text{ years}$).

It is recommended to use the information determined in this study with great caution, for accuracy with the information of 1993, in order to add new information, which could modify its results.

KEY WORDS: maximum intensities, storm analysis, rainfall bands

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la red de estaciones pluviográficas es limitada. Las estaciones que cuentan con información pluviográfica tienen limitaciones en cuanto a amplitud de los registros o procesamiento de la información. El ente encargado de recolectar y procesar los registros pluviográficos del país, es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

La información pluviográfica, no es más que bandas pluviográficas en las cuales se mide la precipitación en el transcurso del tiempo (Intensidad). La intensidad de precipitación, es un aporte decisivo para el dimensionamiento de estructuras hidráulicas, estas son de gran importancia para el país, tanto por su uso en actividades agrícolas, como en obras de ingeniería y producción energética necesarias para el desarrollo económico.

En este marco, en la siguiente investigación se determinó, intensidades máximas de precipitación de la estación Jaén, con datos históricos que van desde el año 1964 hasta el año 1993. Para mejor lectura de las intensidades máximas de precipitación se graficó las curvas intensidad duración frecuencia (IDF).

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 todas ellas a una misma frecuencia o Periodo de Retorno (Temez, 1978), facilitando la determinación de patrones que pudieran seguir las precipitaciones en un determinado lugar, lo cual determina una mayor probabilidad de prevención de los daños provocados por las inundaciones y la conducción de aguas superficiales y subterráneas. Asimismo, las curvas IDF permiten entre otras instancias, realizar un adecuado diseño de obras como zanjas de infiltración, canales de evacuación de aguas lluvias, puentes y alcantarillas, entre otras, tal que posibilitan una mayor y mejor evacuación de las aguas lluvias.

1.1. Planteamiento del problema

La estación meteorológica Jaén está en funcionamiento desde el año 1962 hasta la fecha, a cargo del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENHAMI). Esta cuenta con instrumentos de medida entre los cuales se encuentra, el pluviógrafo, instrumento que proporciona un registro continuo de la precipitación siendo posible analizar la variación temporal de la lluvia en intervalos de minutos. (Breña & Jacobo, 2006, pág. 66)

Los registros continuos han sido almacenados por el SENHAMI, por todos estos años, sin ser procesados y convertidos en intensidades máximas de diseño propias de la estación, indispensables para proyectar obras hidráulicas acorde con la ciudad. Muy por el contrario se

han venido utilizando datos pluviométricos los cuales son registros acumulados de precipitación. Estos registros han conllevado a procedimientos de diseño de estructuras hidráulicas sobredimensionadas, o estructuras inestables ante una máxima avenida, ocasionando pérdidas económicas, humanas y malestar general en la población.

1.2. Justificación de la investigación

En el Perú, las intensidades máximas utilizadas para el diseño de estructuras hidráulicas; son obtenidos del análisis estadístico de datos pluviométricos.

Estas intensidades están siendo utilizadas en todo el país, sin considerar la diferencia existente entre la obtención de intensidades de registros continuos (obtenidos de pluviógrafo) y discontinuos (obtenidos de pluviómetros). El instrumento de medida que nos permite analizar con mejor precisión la evolución temporal de la lluvia en intervalos de minutos es el pluviógrafo. Se plantea entonces la obtención de intensidades máximas de la estación pluviográfica Jaén, propias del distrito, con la finalidad de proporcionar información certera y veraz de acuerdo a la data disponible (1964-1993) que puedan ser utilizadas por instituciones públicas, privadas y por los diferentes diseñadores hidráulicos, para el dimensionamiento correcto ,funcional, seguro y económica de las estructuras hidráulicas. Por otra parte la investigación contribuirá a la obtención de gráficos de diseño como las curvas intensidad duración frecuencia (IDF).

1.3. Alcances o delimitación de la investigación

Se determinó las intensidades máximas de diseño de la estación pluviográfica Jaén y posterior obtención de gráficos de diseño hidrológico, curvas intensidad duración frecuencia (IDF).

La investigación está enmarcada para un registro pluviográfico de 28 años, desde 1964 hasta el año 1993, ya que solo en estos años se cuenta con un registro continuo de precipitación.

Los registros pluviográficos fueron brindados por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENHAMI) del Perú.

La investigación está enmarcada para la estación meteorológica Jaén, del distrito Jaén, provincia Jaén, departamento Cajamarca.

1.4. Limitaciones

Las intensidades máximas determinadas es solo un estimativo, que no pretende describir la realidad absoluta de los eventos pluviográficos que se dan en la zona.

El tamaño de la muestra pluviográfica fue desde el año 1964 hasta el año 1993, años en que el cambio climático no era muy variable, diferente a lo que se percibe en los últimos años.

En este estudio no se incluyen los años de 1995 -1996 por la falta completa de registros pluviográficos, y los registros existentes del periodo 1996 -2009 no presentan una estadística continua.

En consecuencia, este trabajo tiene fundamental importancia en lo referente al procedimiento de cálculo y los resultados obtenidos deben tomarse en cuenta como una referencia importante, debido a que los datos son solo desde 1964-1993.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Generar intensidades máximas de la Estación pluviográfica Jaén en base a la data 1964-1993.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información pluviográfica de la Estación Jaén, del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) Perú.
- Seleccionar tres tormentas críticas de cada año hidrológico.
- Convertir las intensidades máximas a periodos estándar de: 5min, 10min, 30min, 60min, 120min, 240min y 480 minutos.
- Analizar estadísticamente las intensidades máximas de periodos estándar, mediante distribuciones de variables extremas: Log Normal 3 Parámetros, Log Pearson Tipo III y Gumbel.
- Realizar la prueba de Bondad de ajuste de Smirnov- Kolgomorov.
- Simular la variable extrema ajustada a diferentes niveles de riesgo y número de años de 5,10,15,20,25,30,40,50,60,70,75,80,90 y 100 años.
- Graficar las Curvas Intensidad Duración – Frecuencia con sus respectivas ecuaciones.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Aparicio, 1987) Afirma: la manera más confiable de obtener curvas IDF de la precipitación es a partir de la información histórica registrada por los pluviógrafos de por lo menos 25 años.

(Aranda, 1998) Afirma: la precipitación, como variable de estado hidrológica, se puede caracterizar a través de la intensidad, su distribución en el espacio y en el tiempo, y su frecuencia o probabilidad de ocurrencia, y para poder caracterizarla es necesario un gran número de observaciones, extraídas de series pluviográficas o pluviométricas, con el objeto de deducir el patrón de comportamiento en una zona determinada y permitir su análisis o uso posterior.

Según (Campos, 2010) las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF), las cuales representan las características relevantes de las tormentas que ocurren en una zona.

(Barros, 2010) Realizo la construcción de las Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF), en cinco estaciones del sur del país de Chile. Mediante la metodología de Témez (1978), se determinaron las alturas e intensidades máximas de precipitación anual en duraciones de 1, 2, 6, 12,24 y 48 horas. Estos datos fueron ajustados a la función de distribución de probabilidad de Gumbel, para posteriormente obtener las gráficas de las curvas IDF asociadas a los periodos de retorno de 5,10,20,30,40,50,60,75 y 100 años.

(Monagas & Gilbert, 2013) El pluviógrafo es un invento del siglo XIX. Los primeros registros que se archivan datan del pluviógrafo de balancín de Walravens en enero de 1893, el pluviógrafo de balancín de Hottinger en septiembre de 1896 y el pluviógrafo de flotador de Hellmann Fuess de mayo de 1898. Sin embargo, la primera patente es del pluviógrafo de flotador presentada por Chappell en mayo de 1938.

Son variados los países que cuentan con una amplia red de curvas IDF; entre los que destacan Ecuador, Chile, Brasil, Estados Unidos y Grecia. Las curvas IDF han sido la base para el diseño de numerosas obras hidráulicas y en algunos estudios realizados para determinar puntos de riesgo, principalmente de inundaciones, desarrollando mapas de zonificación de riesgos naturales en conjunto con otras variables.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(MTC, 2008) La información hidrológica y meteorológica a utilizar en el estudio deberá ser proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), entidad que es el ente rector de las actividades hidrometeorológicas en el Perú. En lugares en que no se cuenta con la información de entidades encargadas de la administración de los recursos hídricos del lugar, previa verificación de la calidad de la información.

2.1.3. Antecedentes regionales

No se cuenta con antecedentes regionales.

2.1.4. Antecedentes locales

No se cuenta con antecedentes locales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Evaluación de la información hidrológica

(MTC, 2008) Dado que el país tiene limitaciones en la disponibilidad de datos ya sea hidrométricos como pluviométricos y la mayor parte de las cuencas hidrográficas no se encuentran instrumentadas, generalmente se utilizan métodos indirectos para la estimación del caudal de diseño.

(MTC, 2008) La representatividad, calidad, extensión y consistencia de los datos es primordial para el inicio del estudio hidrológico, por ello, se recomienda contar con un mínimo de 25 años de registro que permita a partir de esta información histórica de predicción de eventos futuros con el objetivo que los resultados sean confiables, asimismo dicha información deberá incluir los años en que se ha registrado los eventos del fenómeno El Niño, sin embargo dado que durante el evento del niño la información no es medida se estiman valores extraordinarios, esta información debe ser evaluada de tal manera que no se originen sobredimensionamiento en las obras

2.2.2. Formación de la precipitación

Para que la humedad atmosférica, se transforme en precipitación se requiere:

- Generar un estado de saturación (por enfriamiento)
- Un cambio de fase, del vapor de agua a líquido o sólido.
- Crecimiento de las pequeñas gotas o cristales de hielo y aumento de su peso, que permitan su caída.

Las dos primeras condiciones dan como resultado la formación de las nubes. La intensidad y cantidad de precipitación dependerán del contenido de humedad del aire y de la velocidad vertical. El enfriamiento se produce por efecto de ascenso de una masa de aire, el cual define los tipos de precipitaciones. (Fattorelli & Fernandez, 2011, pág. 27)

2.2.2.1. Tipos de precipitación

a. Ciclónica

Producida por nubes de diferentes temperaturas, las más calientes son impulsadas a la parte más alta donde se produce la condensación y precipitación. Este proceso ocurre en zonas de baja presión, las cuales se convierten en centros de atracción de vientos. La precipitación ciclónica puede ser frontal y no frontal, esta última produce lluvias de moderada intensidad, pero de considerable duración. (Fattorelli & Fernandez, 2011, pág. 28)

b. Orográfica

Resulta del ascenso del aire cálido a las montañas. Esta precipitación depende de la altitud, la pendiente y su orientación, pero también de la distancia que separa el origen de la masa del aire caliente, del levantamiento. Presenta una intensidad y frecuencia regular. Producen lluvias que superan los 800 a 1000 mm anuales. En la selva alta de nuestro país, la región más lluviosa, las nubes provienen de la selva baja. (Chereque, 2003, pág. 16)

c. Convectiva

Causada por el ascenso del aire cálido más liviano que el aire frío. Esta precipitación produce lluvias puntuales con intensidades que varían entre lloviznas ligeras de alta intensidad (40 - 120mm/ hora) y corta duración (30 minutos a 2 horas); son lluvias que producen granizo. (Linsley, Kohler, & Paulus, (1975), pág. 16)

d. Por la forma en que cae

Por la forma en que cae, se pueden distinguir diversos tipos de precipitación, entre las cuales tenemos: lluvia, llovizna, chaparrón o aguacero, nieve, rocío, escarche y granizo.

2.2.2.2. Interpretación de datos de lluvia

Para tener una adecuada interpretación de los registros de lluvia, se debe verificar las siguientes características:

- La altura de lámina(mm)
- La intensidad (mm/hr)
- la duración de la lluvia (hr)
- frecuencia
- periodo de retorno (años)

Con las características mencionadas se construyen, diagramas como: el Hietograma que considera la distribución de la lluvia en el tiempo, o gráficos, como la curva de masa y las curvas de Intensidad Duración Frecuencia (IDF), indispensables en el diseño hidrológico. (Fattorelli & Fernandez, 2011, pág. 30).

2.2.2.3. Unidad de medida de la lluvia

La altura de la lluvia, se mide suponiendo que cae sobre una superficie plana y horizontal, en la que no existirán pérdida por infiltración y evaporación; tal altura se mide en milímetros y las mediciones se llevan a una aproximación de decimas de mm. (Villodas, (2008), pág. 129).

2.2.3. Estación climatológica

(Ven Te, Maidment, & Mays, 1994, pág. 181) Especifica: es un lugar fijo del espacio donde los fenómenos meteorológicos se miden como muestras puntuales, a través del tiempo. Por ejemplo, la lluvia varía continuamente en el área de una cuenca, sin embargo un pluviómetro mide la lluvia en un lugar específico de la cuenca. Las mediciones se utilizan para análisis estadístico, útiles para el diseño hidrológico.

La precipitación pluvial se puede medir en forma discreta (con pluviómetro) o continua (con pluviógrafo); pero hoy en día existen estaciones automatizadas que poseen sensores electrónicos para medir los diferentes elementos meteorológicos de forma continua y precisa.

Las normas que estipulan estas mediciones, son expedidas por la organización Mundial de la Meteorología (WMO, siglas en ingles). (Breña & Jacobo, 2006, pág. 63).

2.2.3.1. Redes de medición Nacional

Con decreto de Ley N°17532 se crea en el Perú, El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en marzo del año 1969. Esta Entidad proporciona el conocimiento, evaluación, estudio y clasificación de los recursos climáticos e hidrológicos del país y las investigaciones necesarias, para el aprovechamiento de los mismos; contribuyendo a que la sociedad peruana tome decisiones oportunas basadas en la información meteorológica, hidrológica y climática para, su desarrollo sostenible.

La Red Nacional de estaciones de observación, estaba compuesta al año 2016, por 799 estaciones Meteorológicas distribuidas en todo el territorio peruano. (<http://www.senamhi.gob.pe>)

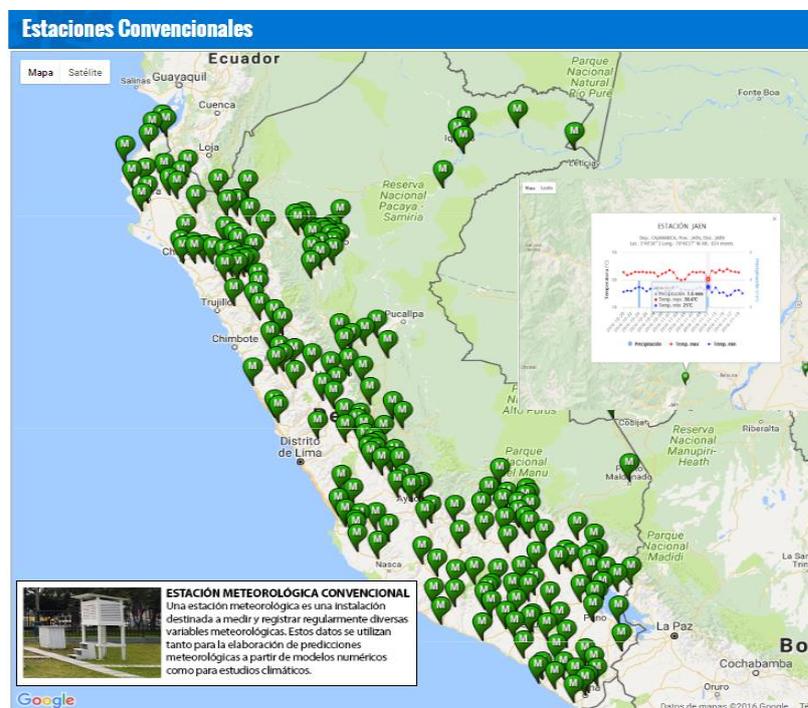


Figura 1. Red de estaciones convencionales en el Perú al año 2016

Fuente: <http://www.peruclima.pe/?p=estaciones-convencionales>

(Fattorelli & Fernandez, 2011) Afirma “la importancia de contar con una red automática más amplia conllevaría a diseños hidrológicos más aceptables y económicos. Solo así se lograría el establecimiento de una red óptima y completa”.

(Villodas, (2008)) La Organización Meteorológica Mundial recomienda para propósitos hidrometeorológicos generales, las siguientes densidades mínimas.

- Para regiones de llanura en zonas tropicales, mediterráneas o templadas:
1 estación cada 600 a 900 km²
- Para regiones montañosas en zonas tropicales, mediterráneas o templadas:
1 estación cada 100 a 250 km²

- Para regiones montañosas pequeñas con precipitación irregular: 1 estación cada 25 km²
- Para zonas áridas y zonas polares: 1 estación cada 1.500 a 10.000 km²

2.2.3.2. Factores que dificultan la medición de precipitaciones en las estaciones meteorológica.

a. Dispositivo ideado para la medición

Cualquiera sea el dispositivo utilizado para medir la precipitación, su sola presencia origina una perturbación aerodinámica que altera a su alrededor el campo de las precipitaciones, creando en su vecindad inmediata, torbellinos que pueden afectar la cantidad de lluvia captada. Resulta pues esencial medir las precipitaciones con aparatos determinados, instalados y accionados según métodos estrictamente normalizados, a fin de obtener resultados que sean comparables, tanto como sea posible.

b. La presencia de viento

En algunas ocasiones esta acompaña a las precipitaciones e incide(a veces notoriamente) sobre la *cantidad* de agua realmente captada.

c. La muestra de lluvia

La muestra que se obtiene para efectuar la medición es siempre extraordinariamente pequeña en relación al conjunto de lluvia, que abarca siempre una zona en extremo extensa comparada con la sección del instrumento de medición, y que en ocasiones se distribuye heterogéneamente en tal zona.

(Fattorelli & Fernandez, 2011, pág. 69) Debido a las variaciones que pueden producir los efectos anteriores y a la necesidad de estandarizar la medida se han establecido medidores estándar.

2.2.3.3. Instrumentos de medida de las precipitaciones pluviales.

En el Perú, los registros de precipitaciones pluviales son procesados y comercializados por el SENAMHI. Los registros son obtenidos de su red de estaciones meteorológicas, estas son implementadas con los instrumentos necesarios por la misma entidad.

(Perez, 2015, pág. 38) Entre los instrumentos de medición tenemos:

a. El Pluviómetro

(Villon, 2002, pág. 76) El pluviómetro es un recipiente cilíndrico de aproximadamente 20cm de diámetro y 60 cm de alto. La tapa del cilindro, es un embudo receptor, el cual se comunica con una probeta 10 veces menor, que la de la tapa.

(Perez, 2015, pág. 38) Para proteger el agua de la congelación se usara cloruro de calcio u otro anticongelante, y una capa de aceite para protegerla de la evaporación.

b. Pluviógrafo

(Breña & Jacobo, 2006, pág. 66) Este instrumento de medición, nos proporciona un registro continuo de la precipitación siendo posible analizar la variación temporal de la lluvia en intervalos de minutos, es decir, la distribución del tamaño de las gotas de lluvia, el tiempo de inicio y de término de la precipitación, y la cantidad e intensidad de la precipitación, siendo esta última indispensable para la determinación de las tormentas de diseño.

Existen tres tipos de pluviógrafos: de balanza, de flotador y de cubeta basculante; se detallara al pluviógrafo con el que realiza sus mediciones la estación Jaén.

- Pluviógrafo de flotante: (Fattorelli & Fernandez, 2011, pág. 69) tiene una cámara con un flotador que sube cuando se incrementa el nivel del agua en la cámara; este ascenso se registra, al igual que el anterior, en faja de papel, grabada con una pluma con tinta o en sistemas digitales (cinta o disco magnético o memoria sólida). Para poder registrar lluvias de mayor magnitud tienen un sifón que vacían automáticamente la cámara y el flotante retorna a su posición inicial, para luego volver a subir si la lluvia continúa.

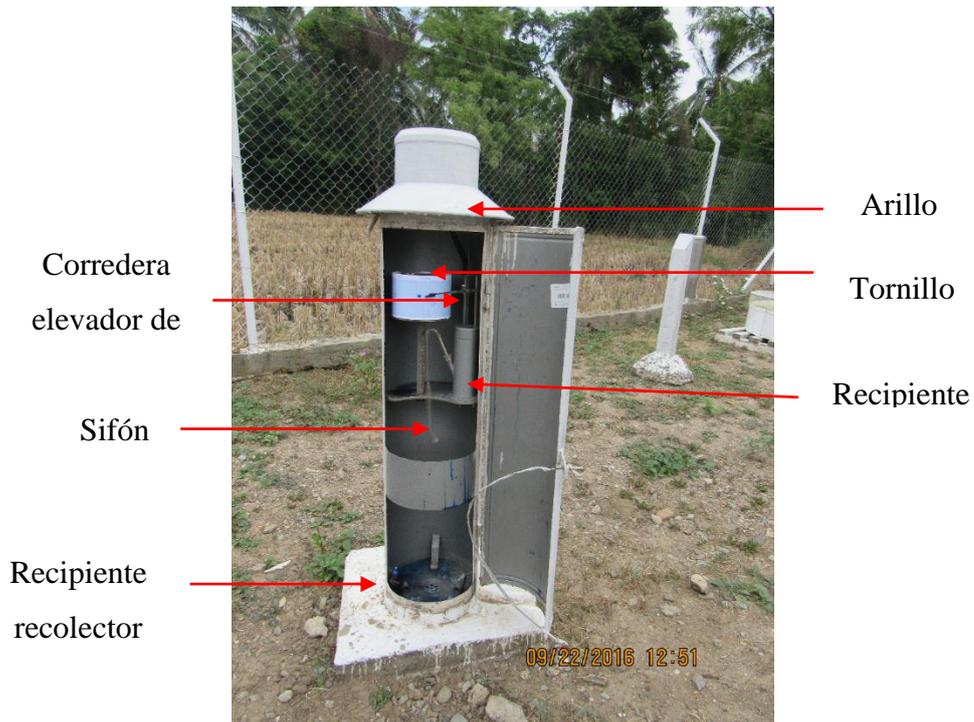


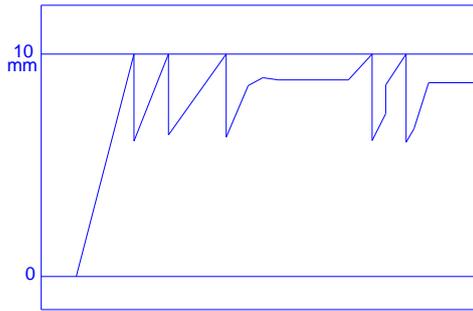
Figura 2. Partes del pluviógrafo
Pluviógrafo de la estación Jaén



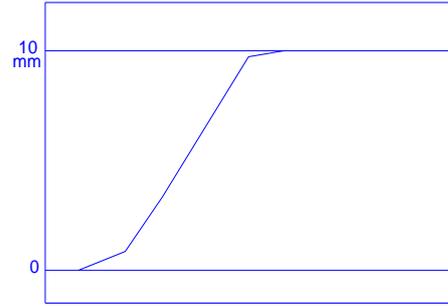
Figura 3. Detalle de banda pluviográfica

b.1. Fallas en el pluviógrafo

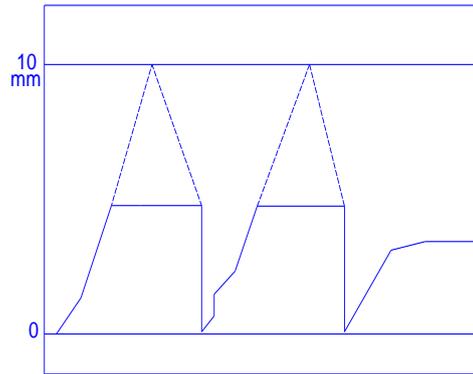
(Aparicio, 1987) Es frecuente que el pluviógrafo tenga alguna falla y por ello los registros resultan defectuosos. En ocasiones es posible recuperar los datos de un registro defectuoso y a veces no, dependiendo del tipo de falla. Tanto para comprobar que el pluviógrafo funciona correctamente como para recuperar los datos de un registro defectuoso, conviene ayudarse de registros pluviométricos.



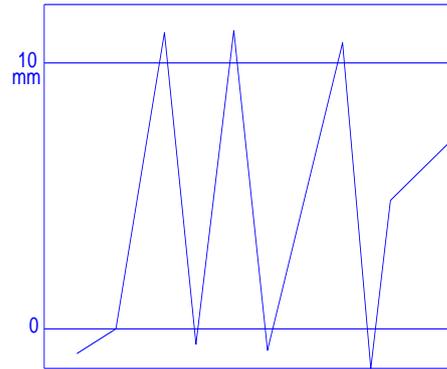
a. Defecto de sifón (recuperable)



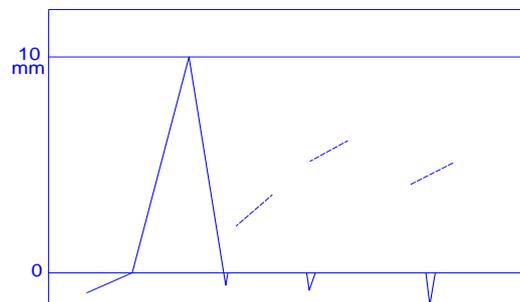
b. Sifón obstruido (no recuperable)



c. Obstrucción en la plumilla o varillas del flotador (recuperable)



d. falla de calibración (recuperable)



d. Falta de suministro de tinta (no recuperable)

Figura 4. Fallas comunes en registros pluviográficos
Fuente: (Aparicio, 1987)

b.2. Hora de observación de la medición:

Para la estación Jaén las observaciones de la medición de lluvia se realizan a las 7:00 a.m. y 7:00a.m. del día siguiente, designándose como día de observación al periodo comprendido entre dos observaciones consecutivas.

2.2.4. Análisis de tormentas

(Perez, 2015, pág. 72) El objetivo del análisis de tormenta consiste, en determinar y analizar sus principales características, tales como: altura, intensidad y duración de la precipitación. En conjunto, dichos análisis constituyen registros útiles para el diseño e investigación de predicciones cuantitativas de lluvia; que pueden representarse en tablas o curvas.

Una tormenta puede durar desde unos pocos minutos hasta varias horas y aun días; pueden abarcar extensiones de terrenos muy variables, desde pequeñas zonas hasta vastas regiones

2.2.4.1. Importancia del análisis de tormenta

Según (Perez, 2015, pág. 72) específica, el análisis de tormenta está íntimamente relacionada con los cálculos o estudios previos al diseño de obras de ingeniería hidráulica, como son:

Estudio de drenaje urbano y de carreteras.

- Determinación de los caudales máximos, que deben pasar por el aliviadero de una presa o encausarse para impedir las inundaciones.
- Determinar la luz de un puente.
- Conservación de suelos

2.2.4.2. Elementos a considerar en el análisis de tormentas

a. La intensidad (mm/hr)

(MTC, 2008, pág. 27) Es la precipitación que ocurre a lo largo del tiempo (mm/hr). Puede ser instantánea o promedio; comúnmente, se utiliza la intensidad instantánea expresada de la siguiente manera

$$I = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad [1]$$

Donde:

I: intensidad en (mm/hr)

Δp : lámina constante de precipitación en un intervalo de tiempo (Δt)

b. La duración (minutos)

(Perez, 2015, pág. 73) Es el tiempo que transcurre entre el comienzo y el fin de la tormenta tomado en minutos u horas.

c. La frecuencia

(Pérez, 2015, pág. 73) Es el número de veces que se repite una tormenta de características de intensidad y duración definidas, en un periodo de tiempo más o menos largo, tomado generalmente en años.

Así se puede decir por ejemplo que, para tal localidad puede presentarse una tormenta de intensidad máxima igual a 56mm/hr con una duración de 30 minutos cada 10 años.

c.1. Análisis de frecuencia

(Fattorelli & Fernandez, 2011) Para realizar un diseño hidrológico se debe conocer la probabilidad de ocurrencia de eventos de determinadas magnitudes, para los cuales se debe diseñar una estructura.

Para mejor seguridad, la estructura debería controlar el evento extremo mayor que pueda ocurrir. Desde el punto de vista económico, por otro lado, el costo de la misma, debe justificar los períodos de retorno que se esperan de su construcción o alcanzar un nivel de seguridad aceptable en función del daño que su falla pueda ocasionar. Por lo tanto, el diseño hidrológico es un compromiso entre seguridad y economía y en ese contexto se incluye el concepto de riesgo calculado o riesgo de falla. En diseño hidrológico la probabilidad de ocurrencia de un evento se estima a través de métodos estadísticos mediante el análisis de frecuencia. Es decir el objetivo principal del análisis de frecuencia de una serie hidrológica es determinar el periodo de retorno de un evento de determinada magnitud.

Frecuencia absoluta y frecuencia relativa

(Fattorelli & Fernandez, 2011) Si de una muestra de N valores X_i de una variable discreta, existen n_j casos de un determinado evento, X_j . Estos n_j números son la frecuencia absoluta de los eventos X_j . Las frecuencias relativas se definen como:

$$f = \frac{n_j}{N} \quad [2]$$

En las frecuencias absolutas $\sum n_j = N$

En las frecuencias relativas $\sum_{i=1}^N f_i = 1$

La suma de los valores de las frecuencias relativas es la frecuencia acumulada así:

$$F = \sum_{i=1}^j f_i \quad [3]$$

Por ejemplo si en una muestra de 200 días, hay 20 días con tormenta y 180 sin tormenta la frecuencia absoluta de días /tormenta es 20 y su frecuencia relativa es $20/200=0.1$ de días con tormenta.

d. Periodo de Retorno (T)

Según (Fattorelli & Fernandez, 2011) el valor del Periodo de Retorno en el diseño de un sistema de evacuación de aguas de lluvia depende del grado de seguridad con se pretende proteger las estructuras proyectadas.

(Villon, 2002) Promedio de tiempo en años, dentro del cual un evento de magnitud X pueda ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio.

$$P(X \geq x) = \frac{1}{T} \quad [4]$$

$$T = \frac{1}{P(X \geq x)} \quad [5]$$

Si un evento igual o mayor a X ocurre una vez en T años su probabilidad de ocurrencia P, es igual a 1 en T años.

En realidad en diseño hidrológico, interesa saber el riesgo de falla en el periodo de vida útil de la estructura. Si la probabilidad de evento es la ecuación N° 4 y la probabilidad de no ocurrencia es:

$$P^{\wedge} = 1 - P(X \geq x) \quad [6]$$

La probabilidad de que un evento igual o mayor a uno dado, para determinado T_r , ocurra en n años es:

$$j = 1 - (P^{\wedge})^n \quad [7]$$

2.2.4.3. Análisis de la Intensidad máxima

(Perez, 2015, pág. 23) La intensidad máxima depende del intervalo de tiempo (Δt); a mayor periodo de duración menor intensidad por unidad de tiempo e inversamente a menor periodo de duración mayor intensidad. Las lluvias que ocasionan la descarga máxima a una cuenca son aquellas cuya duración es igual al tiempo de concentración.

a. Procedimiento para determinar la intensidad máxima: (Perez, 2015, pág. 77)

Identificación de los puntos de cambio de intensidad en las bandas pluviográficas: marcar en el pluviograma los puntos de cambio de intensidad, que se reconoce por los cambios de pendiente de la línea que marca la precipitación.

Tabulación: identificado los puntos de interés, se procede a tabular la información indicando:

- Hora: Corresponde a la hora (indicada en el Pluviógrafo en abscisas) en que la precipitación cambia de intensidad.
- Lluvia acumulada: corresponde a la lluvia registrada en las ordenadas del pluviograma.
- Intervalo de tiempo o tiempo parcial: es el tiempo transcurrido en los cambios de intensidad.
- Tiempo acumulado: suma sucesiva de tiempos parciales.
- Intensidad: se obtiene por el cociente entre lluvia parcial y tiempo parcial.

Cálculo de la intensidad máxima para periodos de duración estandarizados: de 5, 10, 30, 60, 120, 240, 480 minutos, dentro del tiempo total de duración de la tormenta.

Análisis de frecuencias: para esto se procede a analizar 2, 3 o 4 tormentas mayores de cada año registrado en una localidad; es decir que para cada una de esas tormentas se determina la intensidad máxima en diferentes periodos de duración. Estos resultados se tabulan en orden cronológico.

El siguiente paso es ordenar de manera decreciente, e independiente de la duración, los valores de las intensidades máximas correspondientes a cada duración. De la misma manera el periodo de retorno será la inversa de la frecuencia.

2.2.5. Curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF)

Son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con que se puede presentar, es decir su probabilidad ocurrencia o el período de retorno. Según (Temez, 1978, pág. 40) las curvas IDF, son aquellas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todas ellas a una misma frecuencia o Periodo de Retorno.

(Ven Te, Maidment, & Mays, 1994, pág. 465) En los proyectos de diseño hidrológico (diseños de drenaje urbano, construcción de grandes represas para el aprovechamiento del recurso hídrico o el diseño de obras de ingeniería, entre otros), se determinara los eventos de lluvias que serán utilizados. Una forma de hacerlo es a través de las curvas IDF, las cuales son diseñadas para cada lugar en particular.

(Perez, 2015, pág. 85) Con los valores obtenidos dan juicios básicos para la realización de cálculos previos al diseño de obras de ingeniería hidráulica, es decir nos determinan la intensidad de diseño. Estos valores se representan de forma más manejable y de fácil lectura, con el fin de poder interpolar valores que no se encuentran en una tabla.

Esto se consigue mediante dos métodos:

2.2.5.1. Construcción de curvas Intensidad Duración Frecuencia

a. Gráfico llamado familias de curvas intensidad Duración Frecuencia (IDF)

Este gráfico nos permite saber, por ejemplo, cuál será el valor de la intensidad máxima para cualquier periodo de referencia que se presente con una frecuencia determinada.

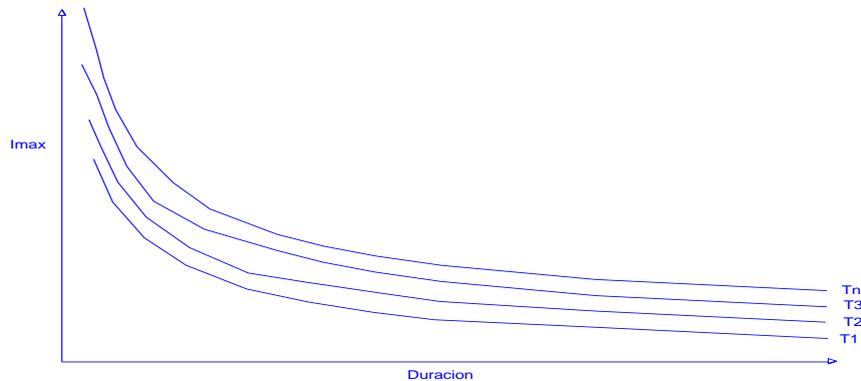


Figura 5. Modelo teórico de una curva IDF

En la Figura 5 se aprecia que el valor de I_{max} aumenta al disminuir duración, de tal forma que presenta una forma exponencial negativa. Esto es explicado por Témez (1978), de la siguiente manera: la probabilidad de encontrar intensidades mayores aumenta a medida que las duraciones disminuyen; por lo contrario, las menores intensidades se encuentran vinculadas a las mayores duraciones.

(Ven Te, Maidment, & Mays, 1994), señalan que las curvas IDF no solo se construyen de forma gráfica, sino también pueden expresarse como ecuaciones, con el fin de evitar la lectura de la intensidad de lluvia de diseño en una gráfica.

b. Empleo de fórmulas empíricas:

Wenzel (1982), citado por (Ven Te, Maidment, & Mays, 1994) dedujo para algunas ciudades de los Estados Unidos, coeficientes para utilizarse en una ecuación de la forma:

$$I = \frac{C}{T_d^e + f} \quad [8]$$

Donde:

I: es la intensidad de lluvia,

Td: es la duración

C, n y f : coeficientes que varían de acuerdo al lugar de aplicación.

Sin embargo, el propio autor plantea la opción de extender la ecuación para incluir el periodo de retorno, quedando la ecuación de la siguiente forma:

$$I = \frac{C * T^m}{T_d + f} \quad [9]$$

$$I = \frac{C * T^m}{T_d^e + f} \quad [10]$$

(Bernard, 1932) Propone un método que relaciona de manera conjunta las variables de intensidad, duración y periodo de retorno en una familia de curvas cuya ecuación es la siguiente:

$$I = \frac{K * T^m}{(d + b)^n} \quad [11]$$

Donde:

I: intensidad de precipitación en mm.

D: duración de precipitación en minutos.

T: periodo de retorno en años.

K, m, n y b: constantes que se deben calcular mediante análisis de regresión.

2.2.5.2. Aplicaciones de las curvas IDF

Según (Varas & Sanchez, 1988) para dimensionar el tamaño de una obra hidráulica, se requiere conocer el caudal máximo de diseño, o en términos hidrológicos la crecida de diseño. Sin embargo, el proyectista no sólo debe calcular la magnitud del o de los valores de diseño, sino que además debe proporcionar una indicación de su probabilidad de excedencia, con el fin de fijar la seguridad de funcionamiento de la obra, lo cual significa una respuesta no solo de lo que puede ocurrir, sino también un pronunciamiento sobre su probabilidad de excedencia.

Según (Ven Te, Maidment, & Mays, 1994) uno de los primeros pasos que se debe seguir en muchos proyectos de diseño hidrológico (diseños de drenaje urbano, construcción de grandes represas para el aprovechamiento del recurso hídrico o el diseño de obras de ingeniería, entre otros), es determinar los eventos de lluvias que serán utilizados. Una forma de hacerlo es a través de las curvas IDF, las cuales son diseñadas para cada lugar en particular.

2.2.6. Análisis estadístico de datos hidrológicos

2.2.6.1. Calculo de la probabilidad Empírica o Experimental

(Villon, 2002) La frecuencia experimental de una muestra es la asignación, a cada uno de los elementos de una serie, de determinados valores basados en el ordenamiento de los mismos, de acuerdo a su magnitud. Para ello, lo primero que se debe realizar es ordenar los valores registrados de mayor a menor para frecuencias de valores altos o de menor a mayor para frecuencia de valores bajos y asignarles una posición 1, 2, 3, ..., N.

Dado un conjunto de datos ordenados:

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$$

Existen varias fórmulas para calcular la probabilidad de ocurrencia de los datos ordenados, se recomienda usar la probabilidad de Weibull, la misma que para datos ordenados descendentemente se expresa como:

$$P(x > X) = \frac{m}{m+1} \quad [12]$$

$P(x > X)$: Probabilidad acumulada de que cualquier evento x será mayor que determinado evento X .

m : orden que ocupa cada dato de la serie descendente.

N : tamaño de la muestra o número de datos.

2.2.6.2. Estadísticos muestrales

Un estadístico muestral es el valor esperado de alguna variable aleatoria, es decir, son estimadores de las muestras para caracterizarlas.

a. Medidas de tendencia hacia un valor central de la serie

Promedio aritmético o media aritmética (μ): (Fattorelli & Fernandez, 2011) es el primer momento alrededor del origen.

Aunque da información sobre la muestra, este parámetro no caracteriza completamente a una variable aleatoria. Si la muestra es pequeña y contiene valores extremos (altos o bajos) el promedio no será un parámetro real en relación con la población. Se calcula mediante la expresión:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad [13]$$

b. Medidas de Dispersión o variabilidad

Desviación Estándar (σ): (Fattorelli & Fernandez, 2011) Es el parámetro de dispersión más usado en hidrología, se llama también desviación cuadrática. Es la raíz cuadrada de la varianza y tiene las unidades de X .

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad [14]$$

c. Medidas de Forma

Coefficiente de variación: es el cociente entre la desviación standard y el promedio, \bar{X} Es adimensional.

$$C_v = \frac{\sigma}{\mu} \quad [15]$$

El coeficiente de asimetría (g): Describe la distribución de los datos alrededor de media. Es una medida de la simetría. Una distribución simétrica tiene un coeficiente de asimetría igual a cero cuando los datos se distribuyen alrededor de la media; negativo cuando la distribución de los datos tiene mayor sesgo a la izquierda y positivo cuando tiene mayor sesgo a la derecha, según como se desvíe hacia valores bajos o altos con relación a la media, se calcula con la expresión:

$$g = \frac{N * \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{(N - 1) * (N - 2) * \sigma^3} \quad [16]$$

2.2.6.3. Modelos de Distribución Estadística

En la estadística existen diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas. Para el cálculo de variables extremas (MTC, 2008)

a. Distribución Log Normal 3 Parámetros

La función de densidad de x es:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-x_0)-u_y}{S_y}\right)^2} \quad [17]$$

Para $x > x_0$

Donde x_0 es parámetros de posición, U_y parámetro de escala o media, S_y^2 parámetro de forma o varianza.

$$x_0 = \frac{x_1 * x_n - x_{mediana}^2}{x_1 + x_n - 2x_{mediana}} \quad [18]$$

Cuando:

$x_1 + x_n - 2x_{mediana} > 0$, x_0 Representa el límite inferior y μ_y y σ se estiman como la media y desviación de $y_i = \ln(x_i - x_0)$.

$x_1 + x_n - 2x_{mediana} < 0$, x_0 representa el limite superior y μ_y Y σ se estiman como la media y desviación de $y_i = \ln(x_0 - x_i)$.

La mediana se calcula como:

$$n = par \rightarrow x_{mediana} = \left(x_{n/2} + x_{\frac{n}{2}+1} \right) \quad [19]$$

$$n = impar \rightarrow x_{mediana} = (x_{n+1/2}) \quad [20]$$

b. Distribución Log Person Tipo III

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \quad [21]$$

Valido para:

$$x_0 \leq x < \infty.$$

$$-\infty < x_0 < \infty.$$

$$0 < \beta < \infty.$$

$$0 < \gamma < \infty.$$

Donde x_0 parámetro de posición, γ parámetro de tiempo, β parámetro de escala.

Media:

$$\bar{x} \ln x = \frac{\sum \ln x}{N} \quad [22]$$

Desviación estándar:

$$S_{\ln x} = \sqrt{\frac{\sum (\ln x - \bar{x} \ln x)^2}{N-1}} \quad [23]$$

Sesgo:

$$C_{S_{\ln x}} = \frac{N \sum ((\ln x - \bar{x} \ln x)^3)}{(N-1)(N-2)S_{\ln x}^3} \quad [24]$$

Además:

$$x_0 = \bar{x} \ln x - \frac{2S_{\ln x}}{C_{S_{\ln x}}} \quad [25]$$

$$\gamma = \frac{4}{C_{S_{\ln x}}^2} \quad [26]$$

$$\beta = \frac{C_{S_{\ln x}} * S_{\ln x}}{2} \quad [27]$$

c. Distribución Gumbel

La distribución de valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad [28]$$

Utilizando el método de momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma} \quad [29]$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma \quad [30]$$

Donde α parámetros de concentración, β parámetro de localización.

Según (Ven Te, Maidment, & Mays, 1994), la distribución puede expresarse de la siguiente manera:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x \quad [31]$$

Donde x valor con una probabilidad dada, \bar{x} media de la serie, k factor de frecuencia.

2.2.6.4. Pruebas de Bondad de Ajuste

(MTC, 2008) Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida.

En la teoría estadística, entre las pruebas de bondad de ajuste tenemos Kolmogorov – Smirnov, la cual se describen a continuación:

a. Prueba Kolmogorov-Smirnov

(Villon, 2002) La prueba de ajuste de Smirnov- Kolmogorv, consiste en comparar las diferencias existentes, entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo es decir:

$$\Delta_0 = \text{MAX.} |F(x < X) - P(x < X)| \quad [32]$$

Donde:

Δ =estadístico de Smirnov-Kolmogorv, cuyo valor es igual a la diferencia máxima existente entre la probabilidad ajustada y la probabilidad empírica.

$F(x < X)$ =probabilidad de la distribución teórica

$P(x < X)$ =probabilidad experimental o empírica de los datos denominada también frecuencia acumulada.

Procedimiento para efectuar el ajuste:

- calcular la probabilidad empírica mediante la fórmula de Weibull.
- calcular las diferencias entre $P(x < X) - F(x < X)$
- seleccionar la máxima diferencia:
- $\Delta_0 = \text{MAX.} |F(x < X) - P(x < X)|$
- Calcular el valor crítico del estadístico Δ_0 , para un $\alpha = 0.05$ y N igual al número de datos los valores de estadístico Δ_0 se muestran en la Tabla 1

Tabla 1
Valores críticos de Kolmogorov-Smirnov

Tamaño de la muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.001$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
28	0.23	0.25	0.36
30	0.22	0.24	0.29
35	0.20	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente: (Aparicio, 1987)

Ventajas y limitaciones (Villon, 2002):

- No requiere un conocimiento a priori de la función de distribución de distribución teórica
- Es aplicable a distribuciones de datos no agrupados, es decir, no se requiere hacer intervalos de clase

2.2.7. Prueba de T de coeficiente de correlación lineal

Tras realizar el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (R) debemos determinar si dicho coeficiente es estadísticamente diferente de cero. Para dicho cálculo se aplica un test basado en la distribución de la t de Student.

$$\text{error estandar de R} = \sqrt{\frac{1 - R^2}{N - 2}} \quad [33]$$

Si el valor del R o' (t_c) calculado supera al valor del error estándar multiplicado por la t de Student con n-2 grados de libertad, diremos que el coeficiente de correlación es significativo. El nivel de significación viene dado por la decisión que adoptemos al buscar el valor en la tabla de la t de Student.

Donde:

$$0 \leq R < 1$$

R: coeficiente de correlación lineal.

Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

HA: Las variables están bien correlacionadas.

HP: Las variables no están correlacionadas

2.2.8. Parámetros adimensionales de transferencia

(Vera, 2015) Las leyes adimensionales que gobiernan los sistemas hidrológicos altoandinos y/o sus combinaciones se convierten en funciones de transferencia en sistemas hidrológicos hidráulicamente similares. En su estudio el autor obtuvo leyes físicas que rigen los sistemas hidrológicos altoandinos, representadas por los parámetros adimensionales de las siguientes ecuaciones:

$$\pi_1 = \frac{Q}{AP} \quad [34]$$

$$\pi_2 = \frac{H}{\sqrt{A}} \quad [35]$$

$$\pi_3 = \frac{It}{H} \quad [36]$$

$$\pi_4 = \frac{Q}{IA} \quad [37]$$

$$\pi_5 = \frac{p}{\sqrt{A}} \quad [38]$$

Donde:

π = parámetro adimensional

Q=caudal de escurrimiento

A=proyección del área receptora-colectora sobre un plano horizontal

P=precipitación pluviométrica

H=altitud media sobre el nivel del mar

I=intensidad de precipitación

t= periodo de duración de intensidad de precipitación

p=perímetro de la cuenca

Las ecuaciones 34, 35, 36, 37 y 38 convierten en funciones de transferencia, dependiendo en qué parámetro se ubique la variable de interés (Streeter & Wilie, 2000; Sotelo-Ávila, 1977; Rodríguez Díaz, 2001) (Vera, 2015).

En ocasiones, con el propósito de mejorar la calidad de transferencia, se pueden realizar combinaciones entre parámetros para obtener otro(s) parámetro adimensional(es) con mayor cantidad de variables, tal como el parámetro adimensional de la ecuación (39), resultado de combinar las ecuaciones (34) y (35), muy importante para transferir escorrentías (Streeter & Wilie, 2000; Sotelo-Ávila, 1977; Rodríguez Díaz, 2001):

$$\pi_{12} = \frac{QH}{A^{3/2}P} \quad [39]$$

Aplicando el principio de similitud para una dupla de cuencas origen y destino, el parámetro adimensional de la ecuación (39) queda conforme lo establece la ecuación (40), o su equivalente (42), en función de escalas (Streeter & Wilie, 2000; Sotelo-Ávila, 1977; Rodríguez Díaz, 2001) (Vera, 2015)

$$\frac{Q_o H_o}{A^{3/2}_o P_o} = \frac{Q_d d}{A^{3/2}_d P_d} \quad [40]$$

Los subíndices de las variables del primer y segundo miembro de esta ecuación corresponden a los sistemas hidrológicos de origen y destino, respectivamente:

$$Q_d = \left(\frac{H_o}{H_d}\right)\left(\frac{P_d}{P_o}\right)\left(\frac{A_d}{A_o}\right)^{3/2} Q_o \quad [41]$$

$$Q_d = H^{-1}_e P_e A_e^{3/2} Q_o \quad [42]$$

Donde:

He = escala de altitudes.

Pe = escala de precipitaciones.

Ae = escala de áreas.

Qo = caudal total en la cuenca de origen.

Qd = caudal total transferido a la cuenca destino.

(Vera, 2015) Otras de las variables de mayor escasez son las intensidades de tormentas máximas, cuya función de transferencia se obtiene a partir de la ecuación (36), la que mediante el principio de similitud se convierte en la ecuación (43) o su equivalente (44), en función de escalas:

$$\frac{I_o t_o}{H_o} = \frac{I_d t_d}{H_d} \quad [43]$$

$$I_d = \left(\frac{H_d}{H_o}\right) \left(\frac{t_o}{t_d}\right) I_o = H_e t^{-1} I_o \quad [44]$$

Donde:

I_d = intensidad de precipitación en la cuenca destino.

I_o = intensidad de precipitación en la cuenca de origen.

t_e = escala de periodos de duración.

H_e = escala de altitudes.

2.2.8.1. Parámetro adimensional de lluvia

(Vera, 2015) Este parámetro, dado por la ecuación 36, describe las características de la precipitación pluviométrica sobre la cuenca como una variable con distribución espacial y temporal. Se observa que las mayores intensidades ocurren en periodos cortos de tiempo y a mayor altitud sobre el nivel del mar y viceversa (Chow, 1993; Aparicio, 1997). Es muy importante en la generación de escorrentías máximas (caudales pico) a partir de datos de precipitación; pero, además, explica que en cuencas altoandinas la precipitación es dependiente de la altitud sobre el nivel del mar.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Año hidrológico: el SENAMHI señala, el año hidrológico inicia el primero de septiembre y culmina el 31 de agosto del siguiente año. (Agraria.pe)

Banda pluviográfica: es una cinta milimetrada donde las ordenadas indican el espesor de la lámina de agua que va desde 0 hasta 10 milímetros cada 0.1mm, y en las abscisas registra el tiempo desde la 7:00 am hasta las 7:00 am del día siguiente en intervalos de 10 minutos.

Curva de masa: es un gráfico de lámina de lluvia acumulada durante determinado tiempo, se obtiene de un registro pluviográfico, al cual se le quitan los descensos. La curva masa es no decreciente y su pendiente en cualquier tiempo, es igual a la intensidad de la lluvia (altura de precipitación por unidad de tiempo) en ese instante.

Frente: se define como la superficie de separación entre masas de aire de diferente temperatura y densidad.

Hietograma: es un gráfico de lámina o intensidad de lluvia en función del tiempo, generalmente se aplica al diseño hidrológico de tormentas individuales. (Fattorelli & Fernandez, 2011, pág. 30)

Lámina o altura de lluvia: se define como el total de la lluvia caída en determinado tiempo (1 hora -24 horas – 1 mes -1 año, etc.) en un punto (lluvia puntual) o sobre un área (lámina

media). Se expresa en milímetros (mm), así 1 mm de lámina sobre un área de 1 hectárea equivale a un volumen de agua de 10m³ (Fattorelli & Fernandez, 2011, pág. 30)

Lluvia: precipitación de partículas de agua en forma de gotas de diámetro superior a 0.5mm, o de gotas más pequeñas y muy dispersas. (MTC, 2008, pág. 199)

Llovizna:

Precipitación media: es la lámina media caída sobre un área dada. Es común en mediciones puntuales asignar a cada punto un área de influencia donde se asume que llueve un valor igual al medido. (Fattorelli & Fernandez, 2011, pág. 30)

Pluviograma: es el registro obtenido de un pluviógrafo.

Registro: un registrador es un aparato o procedimiento que se utiliza para preservar la señal producida por un sensor. El registro manual involucra simplemente a un observador que toma notas del sensor para referencias futuras. El registro automático requiere de un aparato que acepte la señal del sensor y la almacene en una gráfica de papel.

Sensor: es un instrumento que convierte el nivel o intensidad del fenómeno en una señal observable.

Tormenta: se define como conjunto de lluvias que pertenecen a una misma perturbación meteorológica, tiene un inicio y un final; representan información puntual de la ocurrencia de eventos pluviales en el tiempo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la estación Jaén

La Estación Jaén, está ubicada en sus coordenadas UTM según Datum WGS-84; Este: 746307.98 y Norte: 9358062.49, a una altitud de 654 m.s.n.m.

Tabla 2

Ubicación de la Estación Jaén

	Características
Código	105067
Institución responsable	SENAMHI
Departamento	Cajamarca
Provincia	Jaén
Distrito	Jaén
Coordenadas	Latitud: 05° 40' 36"
	Longitud: 78° 46' 27"
	Altitud: 654msnm

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú



Figura 6. Mapa de ubicación de la “Estación Jaén”

Fuente: <http://www.mundivideo.com>.

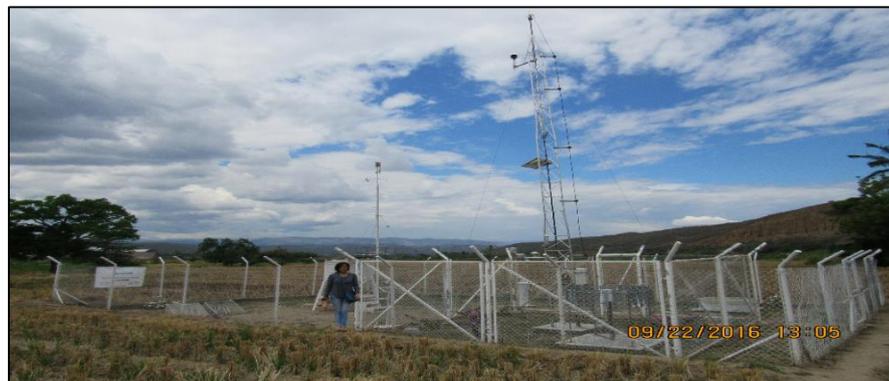


Figura 7. “Estación Jaén”

3.2. Clima

Según el mapa de clasificación climática Cajamarca la ciudad de Jaén se encuentra en la siguiente zona:

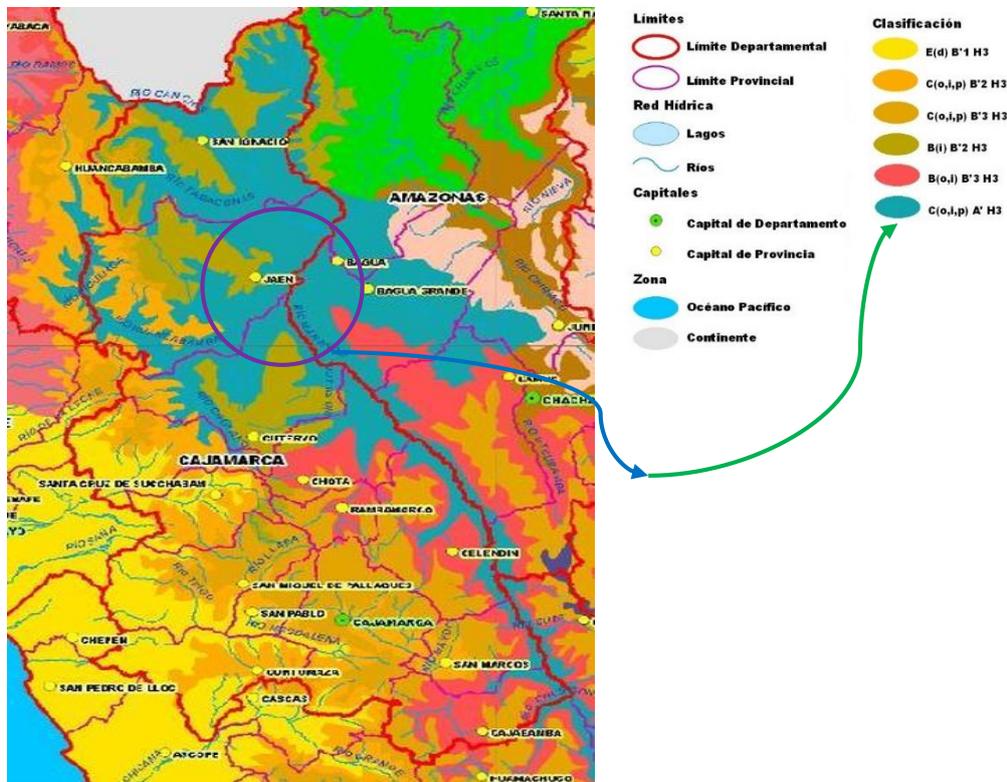


Figura 8. “Mapa climático de Cajamarca”

Fuente: <http://debconsulting.weebly.com/cajamarca.html>

3.2.1. Descripción de la característica C(o,i,p)A'H3

Zona de clima semi seco, cálido, con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda. Corresponde este tipo de clima a los siguientes lugares:

San Ignacio, Jaén, Chontali, Bagua, Río Marañón, Tarapoto, Río Huallaga, Río Biabo.

3.3. Población

Precipitaciones ocurridas desde 1964 hasta el año 1993.

3.4. Muestra

Precipitaciones ocurridas desde 1964 hasta el año 1993.

3.5. Unidad de análisis

Bandas pluviográficas

3.6. Materiales

Registros de bandas pluviográficas de 28 años consecutivos de información con periodos de duración de hasta 30 min, 120 min, 480 min desde el año 1964 hasta 1993.

3.7. Procedimiento

3.7.1. Recopilación de la información

Las bandas pluviográficas de la Estación Jaén fueron proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), en su Sede central Lima.

3.7.2. Tratamiento de la información

3.7.2.1. Procesamiento de bandas pluviográficas

a. Reconocimiento de la banda pluviográfica

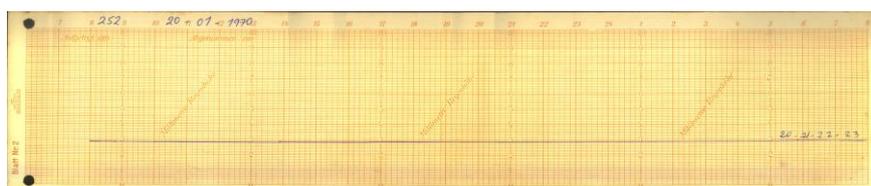


Figura 9. Registro de precipitación, del 20/01/1970 hasta el 23/01/1970
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
En la fecha especificada no se ha percibido precipitación.

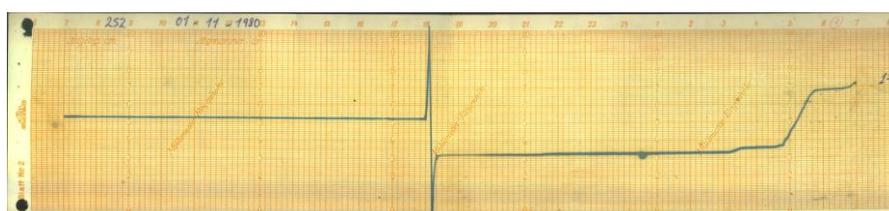


Figura 10. Registro de ascenso y descenso de una precipitación (01/11/1980)
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
Los descensos ocurren cuando se ha llenado el recipiente, esto es, cuando se han alcanzado 10 mm de precipitación y se desaloja el agua contenida en el por medio del sifón.

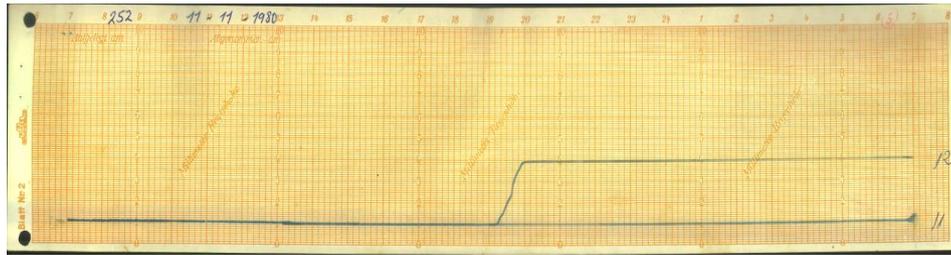


Figura 11. Registro de 2 días consecutivos.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Se acostumbra colocar la banda al día siguiente y así sucesivamente hasta que se registra alguna precipitación; la precipitación registrada corresponde, obviamente, al último día, al 12 de Noviembre de 1980 según (Figura 11)

b. Lectura de bandas pluviográficas

La lectura de la información, se realizó utilizando el programa Origin Pro 8.5.1 de la siguiente manera:

b.1. Digitalización de la banda.

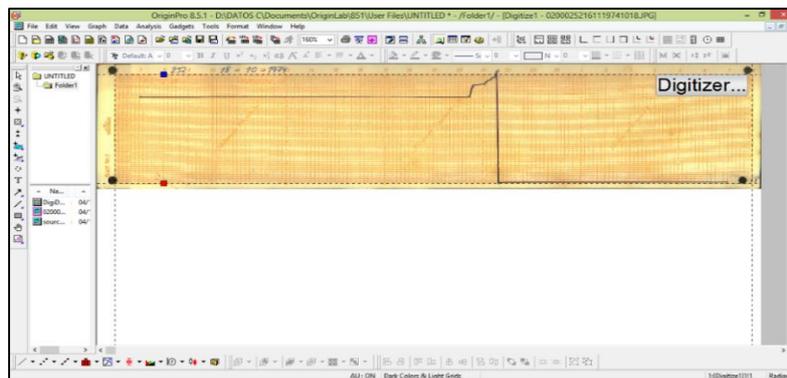


Figura 12. Digitalización de la imagen en Origin Pro 8.5.1

b.2. establecer el rango de las abscisas y ordenadas.

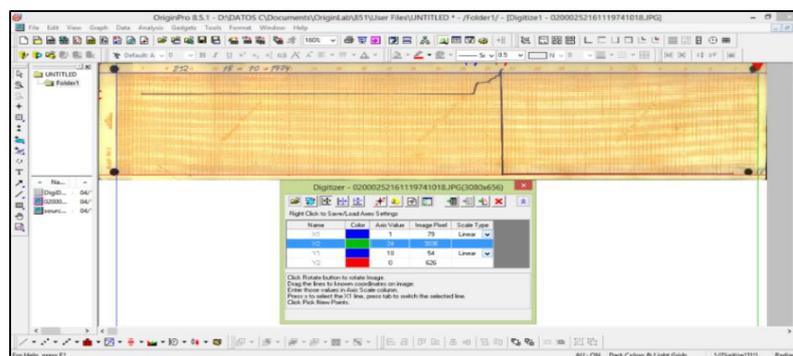


Figura 13. Delimitación de rangos (línea azul y línea roja) con Origin Pro 8.5.1

b.3. Demarcación de la línea de precipitación, considerando cambios de pendiente.

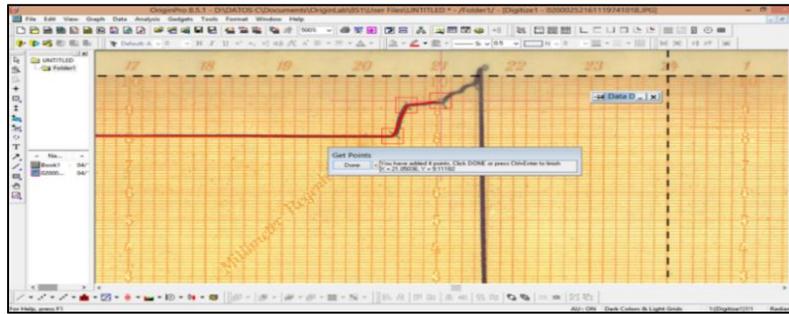


Figura 14. Demarcación de la gráfica

b.4. Visualización de resultados.

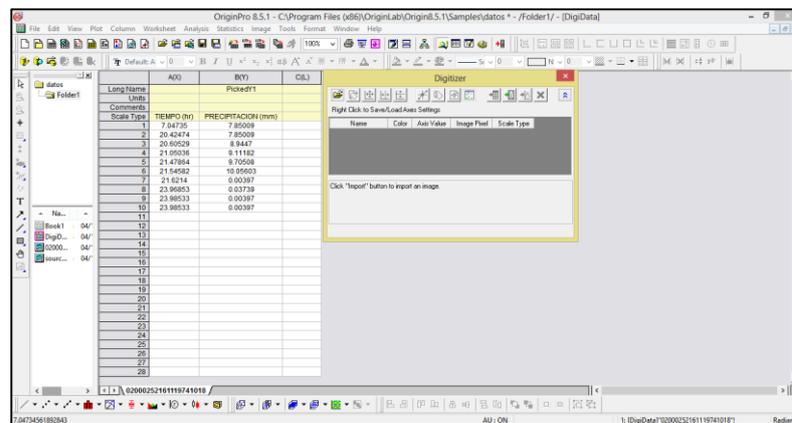


Figura 15. Datos obtenidos

3.7.2.2. Análisis de tormentas

a. Separación de tormentas

(Bonta, 2004) Antes de la generación de intensidades máximas, las tormentas deben estar identificadas y separadas dentro de un registro de precipitación. Estas tormentas se utilizan como la base de datos subyacente para el desarrollo de las curvas de IDF. En un registro de la precipitación, ráfagas continuas de lluvia están separados por períodos sin precipitación (Figura 16) o "duración del período seco" D1. Intuitivamente, en los extremos de un lugar determinado, de tiempos secos, duraciones del orden de minutos pertenecerían a la misma tormenta, pero si las ráfagas de lluvia (LL1), separadas por tiempos mayores a 1/3 del tiempo de duración de la tormenta(TD) o con duraciones del orden de días no pertenecen a la misma tormenta.

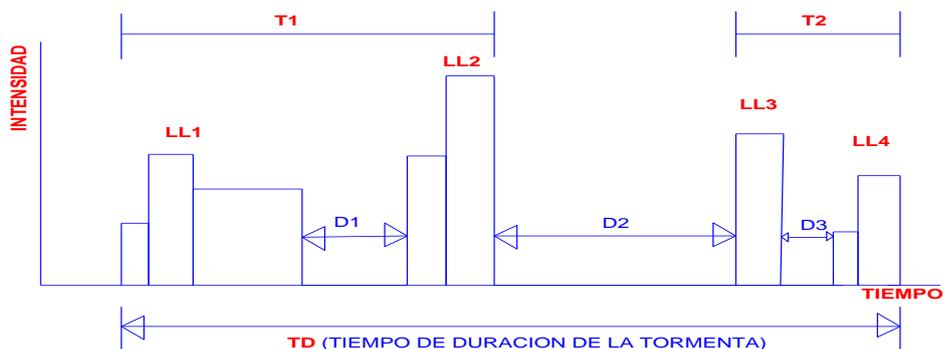


Figura 16. Esquemática utilizada para identificar y separar tormentas

Fuente: (Bonta, 2004)

Se muestra que las ráfagas de lluvia LL1 y LL2 están separadas por duración-periodo seco, D1; estalla LL2 y LL3 están separados por D2; y LL3 y LL4 están separadas por D3. Las D_i separan las ráfagas de lluvia si son mayores a $1/3$ del tiempo de duración de la tormenta (TD) o con duraciones del orden de días, identifican tormentas en un registro de la precipitación. En la Figura 9, $D_3 < D_1 < D_2$, y dos tormentas son evidentes.

A continuación se presenta un ejemplo de identificación y separación de tormentas, donde se utilizó las bandas pluviográficas de la estación Jaén.

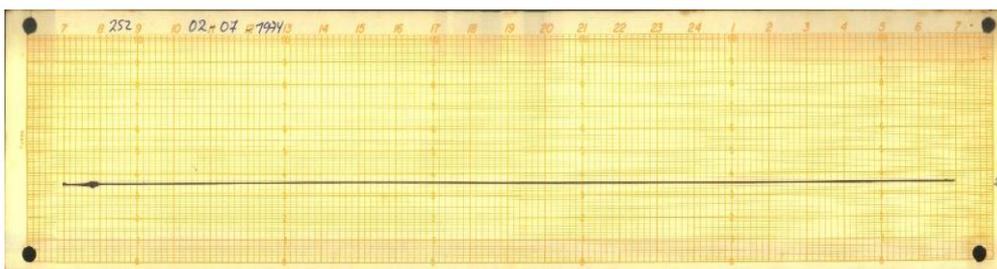


Figura 17. Banda pluviográfica del 02 de junio de 1974 estación Jaén.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

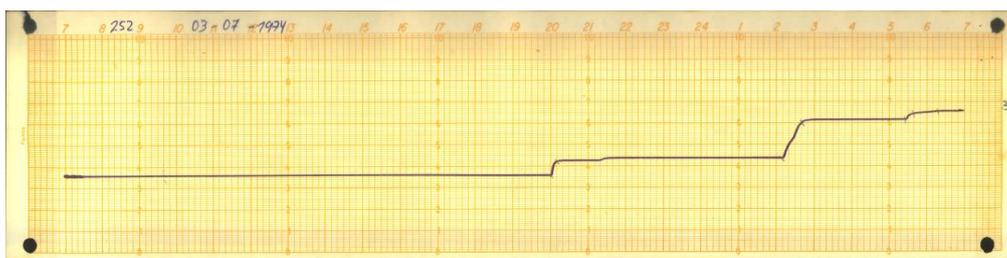


Figura 18. Banda pluviográfica del 03 de junio de 1974 estación Jaén

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

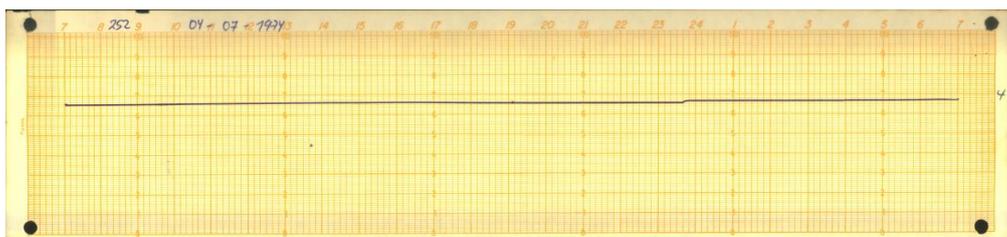


Figura 19. Banda pluviográfica del 04 de junio de 1974 estación Jaén

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Tabla 3
 Separación de tormentas para el año 1974 de la Estación Jaén

Estación : Jaén / CP -252/DRE - 02							
Año:1974		Lat.:5°40'36" "s"			Dpto.: Cajamarca		
Mes: julio		Long.:78°46'2"w"			Prov.: Jaén		
Imax:4.20mm/hr		Alt: 654msnm			Dist: Jaén		
Día	Hora	Inter. de tiempo (min)	Tiempo Acum. (min)	Lluvia parcial (mm)	Lluvia Acum. (mm)	Intensidad (mm/hr)	Tormenta
3	8:00:00 p. m.						
	8:10:00 p. m.	10	10	0.70	0.70	4.20	T1
	9:20:00 p.m.	70	80	0.00	0.70	0.00	
	9:20:00 p.m.						
	9:30:00 p.m.	10	10	0.20	0.90	1.20	T2
	2:10:00 a. m.	270	280	0.00	0.90	0.00	
	2:10:00 a. m.						
	2:40:00 a. m.	30	30	1.70	2.6	3.40	T3
	5:27:00 a. m.	167	197	0.00	2.60	0.00	
	5:27:00 a. m.						
5:40:00 a. m.	13	13	0.30	2.90	1.38	T4	
6:20:00 a. m.	40	53	0.10	3.00	0.15		
4	11:40:00p.m						T5
	11:50:00 p.m	10	1660	0.20	3.20	1.20	

En la Tabla 3 se verifico que existen 5 tormentas con diferentes duraciones, de las cuales la más crítica es T3, mayor duración e intensidad; respecto a T1, elevada intensidad pero baja duración ,no sería suficiente para saturar el suelo ,por lo que no generaría escorrentía.

b. Selección de las tres tormentas críticas de cada año hidrológico.

Tal como indica (Perez, 2015) se seleccionó tres tormentas críticas por cada año hidrológico para su respectivo análisis, teniendo en cuenta la intensidad y duración de la tormenta.

Tabla 4
Tormentas críticas seleccionadas del año 1980

Estación: Jaén / CP - 252/DRE - 02		Latitud : 5°40'36" "S"		Dpto.: Cajamarca		
Año : 1980		Longitud: 78°46'27" "W"		Prov.: Jaén		
Mes : Marzo/Abril		Altitud : 654msnm		Dist: Jaén		
Día	Hora	Intervalo de tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Lluvia parcial (mm)	Lluvia acumulada (mm)	Intensidad (mm/hr)
18/03/1980	7:30:00 p. m.					
	7:38:00 p. m.	8	8	7.00	7.00	52.50
	7:45:00 p. m.	7	15	9.00	16.00	77.14
	7:51:00 p. m.	6	21	9.00	25.00	90.00
	8:05:00 p. m.	14	35	9.00	34.00	38.57
	08:20:00p.m.	15	50	2.00	36.00	8.00
	8:30:00 p. m.	10	60	1.00	37.00	6.00
	8:38:00 p. m.	8	68	0.80	37.80	6.00
	9:00:00 p. m.	22	90	0.20	38.00	0.55
	1:37:00 a. m.	277	367	0.10	38.10	0.02
	1:40:00 a. m.	3	370	0.10	38.20	2.00
	3:05:00 a. m.	85	455	0.00	38.20	0.00
	3:10:00 a. m.	5	460	0.20	38.40	2.40
	3:25:00 a. m.	15	475	1.30	39.70	5.20
	4:10:00 a. m.	45	520	0.10	39.80	0.13
	4:39:00 a. m.	29	549	0.50	40.30	1.03
6:10:00 a. m.	121	670	1.30	41.60	0.64	
31/03/1980	7:25:00 a. m.					
	7:34:00 a. m.	9	9	0.20	0.20	1.33
	8:00:00 a. m.	26	35	0.00	0.20	0.00
	8:30:00 a. m.	30	65	1.90	2.10	3.80
	9:00:00 a. m.	30	95	0.40	2.50	0.80
	11:00:00 a.m.	120	215	0.10	2.60	0.05
	11:02:00 a.m.	2	217	0.20	2.80	6.00
	11:10:00 a.m.	8	225	0.20	3.00	1.50
	11:55:00 a.m.	45	270	3.70	6.70	4.93
	12:25:00 a.m.	30	300	0.00	6.70	0.00
	12:45:00 a.m.	20	320	0.60	7.30	1.80
	5:29:00 p. m.	284	604	0.20	7.50	0.04
	5:31:00 p. m.	2	606	2.90	10.40	87.00
5:34:00 p. m.	3	609	0.30	10.70	6.00	

Continuación Tabla 4						
	5:40:00 p. m.	6	615	1.50	12.20	15.00
	5:50:00 p. m.	10	625	1.70	13.90	10.20
	6:00:00 p. m.	10	635	0.40	14.30	2.40
	7:01:00 a. m.					
	7:10:00 a. m.	9	9	2.56	2.56	17.07
	7:14:00 a. m.	4	13	0.40	2.96	6.03
	7:21:00 a. m.	7	20	2.78	5.74	23.82
	7:32:00 a. m.	11	31	1.63	7.37	8.87
	7:37:00 a. m.	5	36	0.47	7.84	5.66
	7:45:00 a. m.	8	44	0.21	8.05	1.57
	7:49:00 a. m.	4	48	1.05	9.10	15.73
	7:51:00 a. m.	2	50	0.48	9.58	14.42
	7:55:00 a. m.	4	54	5.17	14.74	77.48
	8:02:00 a. m.	3	57	1.85	16.60	37.06
	8:05:00 a. m.	3	60	0.97	17.57	19.40
	8:08:00 a. m.	3	63	0.95	18.52	19.05
	8:15:00 a. m.	7	70	0.95	19.47	8.17
02/04/1980	8:20:00 a. m.	5	75	0.96	20.43	11.54
	8:25:00 a. m.	5	80	0.97	21.41	11.64
	8:28:00 a. m.	3	83	0.45	21.86	9.09
	8:44:00 a. m.	16	99	0.59	22.45	2.23
	8:55:00 a. m.	11	110	0.39	22.85	2.15
	9:10:00 a. m.	15	125	0.76	23.61	3.04
	9:35:00 a. m.	25	150	0.33	23.94	0.80
	9:49:00 a. m.	14	164	0.10	24.04	0.45
	8:51:00 p. m.	662	826	0.20	24.24	0.02
	8:55:00 p. m.	4	830	0.46	24.71	6.95
	9:01:00 p. m.	6	836	0.96	25.67	9.61
	9:03:00 p. m.	2	838	0.38	26.05	11.27
	9:20:00 p. m.	17	855	0.45	26.49	1.57
	9:31:00 p. m.	11	866	0.15	26.64	0.81

Para el año de 1980 las tormentas con mayor duración y mayor intensidad correspondieron a las fechas de: 18 de marzo, 31 de marzo y dos de abril del mismo año.

c. Ordenación de las intensidades en forma descendente

Tabla 5

Tormenta crítica del 02/04/1980, Estación Jaén

Día	Intervalo de tiempo (min)	Intensidad (mm/hr)
	4	77.48
	3	37.06
	7	23.82
	3	19.40
	3	19.05
	9	17.07
	4	15.73
	2	14.42
	5	11.64
	5	11.54
	2	11.27
	6	9.61
	3	9.09
02/04/1980	11	8.87
	7	8.17
	4	6.95
	4	6.03
	5	5.66
	15	3.04
	16	2.23
	11	2.15
	17	1.57
	8	1.57
	11	0.81
	25	0.80
	14	0.45
	662	0.02

Para el 02/04/1980 se verificó una intensidad máxima de 77.48mm/hr con un intervalo de tiempo de 4 min; respecto a una intensidad mínima de 0.02mm/hr para un intervalo de 662 min.

Tabla 6
Tormenta crítica del 31/03/1980, Estación Jaén

Día	Intervalo de tiempo (min)	Intensidad (mm/hr)
31/03/1980	2	87.00
	6	15.00
	10	10.20
	2	6.00
	3	6.00
	45	4.93
	30	3.80
	10	2.40
	20	1.80
	8	1.50
	9	1.33
	30	0.80
	120	0.05
	284	0.04
	26	0.00
30	0.00	

Para el 31/03/1980 se verificó una intensidad máxima de 87.00 mm/hr con un intervalo de tiempo de 2 min; respecto a una intensidad mínima de 0.00mm/hr para un intervalo de 30 min.

Tabla 7
Tormenta crítica del 18/03/1980, Estación Jaén

Día	Intervalo de tiempo (min)	Intensidad (mm/hr)
18/03/1980	6	90.00
	7	77.14
	8	52.50
	14	38.57
	15	8.00
	10	6.00
	8	6.00
	15	5.20
	5	2.40
	3	2.00
	29	1.03
	121	0.64
	22	0.55
	45	0.13
	277	0.02

Para el 18/03/1980 se verificó una intensidad máxima de 90.00 mm/hr con un intervalo de tiempo de 6 min; respecto a una intensidad mínima de 0.02mm/hr para un intervalo de 277 min.

d. Intensidades de tormentas críticas convertidas a periodos estándar de 5, 10, 30, 60, 120,240 y 480 minutos.

Para la tormenta critica de la Tabla 5

Para 5 minutos

$$I_{max} = \frac{77.48 * 4}{5} + \frac{37.06 * 1}{5} = 69.4 \text{ mm/hr}$$

Para 10 minutos

$$I_{max} = \frac{77.48 * 4}{10} + \frac{37.06 * 3}{10} + \frac{23.82 * 3}{10} = 49.3 \text{ mm/hr}$$

Para 30 minutos

$$I_{max} = \frac{77.48 * 4}{30} + \frac{37.06 * 3}{30} + \frac{23.82 * 7}{30} + \frac{19.4 * 3}{30} + \frac{19.05 * 3}{30} + \frac{17.07 * 9}{30} + \frac{15.73 * 1}{30} \\ = 61.60 \text{ mm/hr}$$

Para la tormenta critica de la Tabla 6

Para 5 minutos:

$$I_{max} = \frac{87 * 2}{5} + \frac{15 * 3}{5} = 43.8 \text{ mm/hr}$$

Para 10 minutos

$$I_{max} = \frac{87 * 2}{10} + \frac{15 * 6}{10} + \frac{10.2 * 2}{10} = 28.4 \text{ mm/hr}$$

Para 30 minutos

$$I_{max} = \frac{87 * 2}{30} + \frac{15 * 6}{30} + \frac{10.2 * 10}{30} + \frac{6 * 2}{30} + \frac{6 * 3}{30} + \frac{4.93 * 7}{30} = 14.4 \text{ mm/hr}$$

Para 60 minutos

$$I_{max} = \frac{87 * 2}{60} + \frac{15 * 6}{60} + \frac{10.2 * 10}{60} + \frac{6 * 2}{60} + \frac{6 * 3}{60} + \frac{4.93 * 37}{60} = 37 \text{ mm/hr}$$

Para 120 minutos

$$I_{max} = \frac{87 * 2}{120} + \frac{15 * 6}{120} + \frac{10.2 * 10}{120} + \frac{6 * 2}{120} + \frac{6 * 3}{120} + \frac{4.93 * 45}{120} + \frac{3.8 * 30}{120} + \frac{2.4 * 10}{120} + \frac{1.8 * 12}{120} \\ = 20 \text{ mm/hr}$$

Para la tormenta crítica de la *Tabla 7*

Para 5 minutos:

$$I_{max} = 90mm/hr$$

Para 10 minutos

$$I_{max} = \frac{90 * 6}{10} + \frac{77.14 * 4}{10} = 84.90mm/hr$$

Para 30 minutos

$$I_{max} = \frac{90 * 6}{30} + \frac{77.14 * 7}{30} + \frac{52.50 * 8}{30} + \frac{38.57 * 9}{30} = 61.60mm/hr$$

Para 60 minutos

$$I_{max} = \frac{90 * 6}{60} + \frac{77.14 * 7}{60} + \frac{52.50 * 8}{60} + \frac{38.57 * 14}{60} + \frac{8 * 15}{60} + \frac{6 * 10}{60} = 37mm/hr$$

Para 120 minutos

$$I_{max} = \frac{90 * 6}{120} + \frac{77.14 * 7}{120} + \frac{52.50 * 8}{120} + \frac{38.57 * 14}{120} + \frac{8 * 15}{120} + \frac{6 * 10}{120} + \frac{6 * 8}{120} + \frac{5.2 * 15}{120} + \frac{2.40 * 5}{120} + \frac{2 * 3}{120} + \frac{1.03 * 29}{120} = 20 mm/hr$$

Para 240 minutos

$$I_{max} = \frac{90 * 6}{240} + \frac{77.14 * 7}{240} + \frac{52.50 * 8}{240} + \frac{38.57 * 14}{240} + \frac{8 * 15}{240} + \frac{6 * 10}{240} + \frac{6 * 8}{240} + \frac{5.2 * 15}{240} + \frac{2.40 * 5}{240} + \frac{2 * 3}{240} + \frac{1.03 * 29}{240} + \frac{0.64 * 120}{240} = 10.3 mm/hr$$

Para 480 minutos

$$I_{max} = \frac{90 * 6}{480} + \frac{77.14 * 7}{480} + \frac{52.50 * 8}{480} + \frac{38.57 * 14}{480} + \frac{8 * 15}{480} + \frac{6 * 10}{480} + \frac{6 * 8}{480} + \frac{5.2 * 15}{480} + \frac{2.40 * 5}{480} + \frac{2 * 3}{480} + \frac{1.03 * 29}{480} + \frac{0.64 * 121}{480} + \frac{0.55 * 22}{480} + \frac{0.13 * 45}{480} + \frac{0.02 * 172}{480} = 10.3 mm/hr$$

Tabla 8

Intensidades máximas estándar (mm/hr), para los 28 años de estudio con duración hasta 30min para la Estación Jaén.

Año	Duración		
	5min	10min	30min
1	5.0	4.9	3.7
2	9.4	7.4	3.8
3	8.4	7.2	4.7
4	6.0	4.5	2.5
5	19.6	12.9	6.5
6	13.6	10.2	5.6
7	10.8	7.7	3.8
8	21.9	16.2	8.4
9	18.0	16.8	8.0
10	15.4	10.4	5.9
11	33.0	24.0	17.6
12	13.9	8.8	3.7
13	0.6	0.6	0.4
14	10.8	7.0	3.2
15	25.7	16.4	6.3
16	69.4	49.3	29.1
17	56.4	40.9	18.4
18	92.7	59.9	31.5
19	50.2	43.9	24.5
20	66.2	43.7	16.2
21	1.4	1.4	1.4
22	9.6	6.4	4.0
23	31.2	9.6	6.8
24	9.2	9.2	9.1
25	2.3	2.3	2.3
26	17.2	17.2	17.2
27	22.2	22.2	15.2
28	5.9	5.9	5.9

Se verificó, a menor tiempo de duración mayor intensidad y viceversa. Para el año 16, en 5min de duración la intensidad es 69.4 mm/hr y para 30min ,29.1mm/hr.

Tabla 9

Intensidades máximas estándar (mm/hr), para los 28 años de estudio con duración hasta 120min para la Estación Jaén.

Año	Duración				
	5min	10min	30min	60min	120min
1	5.1	5.1	4.2	3.6	2.3
2	10.2	8.1	3.8	2.7	1.6
3	4.8	4.8	4.8	4.0	2.7
4	9.0	8.4	5.6	3.6	2.1
5	14.4	12.9	6.8	3.7	2.2
6	15.6	10.5	5.5	4.3	3.4
7	84.0	67.6	46.4	28.1	15.4
8	13.2	11.9	5.8	3.0	1.5
9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
10	17.4	17.4	9.8	6.4	4.0
11	42.5	27.9	15.2	10.8	6.3
12	3.0	3.0	2.6	2.3	1.5
13	3.7	3.7	2.6	1.5	0.9
14	4.2	4.2	2.4	1.9	1.1
15	6.0	5.4	1.7	0.9	0.5
16	43.8	28.4	14.4	9.6	6.5
17	30.4	22.9	16.9	13.0	9.5
18	74.6	68.6	50.3	29.3	15.4
19	80.1	76.0	60.1	31.3	15.8
20	64.8	43.0	19.4	10.0	5.2
21	4.6	4.6	3.8	2.7	1.5
22	10.0	8.3	7.2	6.6	5.7
23	46.4	46.4	46.4	40.7	26.7
24	6.0	6.0	5.3	3.5	2.3
25	6.1	6.1	6.1	6.1	5.0
26	3.8	3.8	3.8	3.5	2.5
27	6.9	6.9	6.7	5.7	4.3
28	49.8	49.8	36.4	21.1	12.7

La intensidad máxima que se determinó fue de 84.0 mm/hr para una duración de 5 minutos y la intensidad mínima fue de 0.4mm/hr para una duración de 120 minutos.

Tabla 10

Intensidades máximas estándar (mm/hr), para los 28 años de estudio con duración hasta 480min para la Estación Jaén.

Año	Duración						
	5min	10min	30min	60min	120min	240min	480min
1	35.2	35.2	24.9	15.7	8.8	4.5	2.2
2	33.9	33.9	26.8	19.4	12.1	6.5	3.3
3	4.8	4.4	3.7	3.0	2.4	1.6	1.0
4	4.6	4.4	3.6	2.8	1.9	1.2	0.6
5	9.0	8.3	4.2	2.5	1.6	1.0	0.5
6	6.2	5.0	3.6	2.5	1.3	0.7	0.3
7	24.0	14.0	5.6	3.2	1.8	0.9	0.5
8	11.5	11.5	9.7	6.5	3.8	1.9	1.0
9	4.6	4.6	4.2	2.3	1.2	0.6	0.3
10	5.3	4.9	3.6	2.8	1.6	0.8	0.4
11	9.6	9.6	9.6	9.2	8.0	5.3	3.0
12	3.4	3.3	2.6	2.2	1.6	1.0	0.5
13	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
14	1.80	1.80	1.80	1.0	0.6	0.4	0.2
15	1.5	1.5	1.4	1.0	0.6	0.3	0.2
16	90.0	84.9	61.6	37.0	20.0	10.3	5.2
17	25.9	18.1	7.8	4.5	2.8	1.7	0.9
18	21.0	20.7	14.0	10.2	7.5	4.7	2.5
19	53.6	39.1	14.9	8.4	4.8	2.5	1.3
20	10.9	9.6	6.0	4.6	3.2	1.8	0.9
21	5.3	5.3	3.2	2.0	1.4	0.9	0.5
22	16.6	16.6	16.6	10.9	6.8	4.0	2.0
23	21.0	21.0	18.1	14.3	9.9	5.4	2.8
24	2.0	2.0	2.00	2.00	1.8	1.5	0.8
25	6.6	6.6	6.6	4.6	2.4	1.2	0.6
26	1.9	1.9	1.9	1.8	1.4	0.8	0.4
27	3.4	3.4	3.4	3.4	2.6	1.5	0.8
28	5.9	5.9	5.9	5.9	3.8	2.9	1.5

La intensidad máxima que se determinó fue de 90.0 mm/hr para una duración de 5 minutos y la intensidad mínima fue de 0.1 mm/hr para una duración de 120 minutos.

3.7.2.3. Análisis estadístico de los datos

Se determinó los estadísticos muestrales; media, desviación estándar, coeficiente de variación coeficiente de asimetría y curtosis (K) utilizando las ecuaciones 13,14,15 y 16 respectivamente.

Tabla 11

Estadísticos muestrales de intensidades máximas con duraciones hasta 480min de la estación Jaén.

Estadístico muestral	Duración						
	5min	10min	30min	60min	120min	240min	480min
\bar{X}	14.99	13.49	9.55	6.58	4.13	2.35	1.23
SX	19.41	17.56	12.35	7.67	4.39	2.34	1.20
Cv	1.29	1.30	1.29	1.17	1.06	1.00	0.98
g	2.58	2.83	3.09	2.67	2.14	1.83	1.75
K	7.87	9.74	11.57	8.71	5.35	3.68	3.18
N	28	28	28	28	28	28	28

Se verificó que la desviación estándar es mayor que el valor promedio, indicando la presencia de valores extremos. Además por ejemplo se determinó para 5min de duración; sesgo positivo de 2.58 y la curtosis de 7.87 definen la geometría de un modelo probabilístico sesgado hacia la derecha y muy pronunciado verticalmente hacia arriba, lo cual es la geometría del modelo de valor extremo tipo I (EVI), llamado también Gumbel.

Tabla 12

Estadísticos muestrales de intensidades máximas con duraciones hasta 120 min de la estación Jaén.

Estadístico muestral	Duración				
	5min	10min	30min	60min	120min
X	23.6	20.1	14.1	9.3	5.7
SX	26.12	22.42	17.02	10.67	6.21
Cv	1.11	1.12	1.21	1.15	1.10
g	1.24	1.42	1.66	1.75	1.91
K	0.21	0.82	1.50	2.13	3.76
N	28	28	28	28	28

Se verificó que la desviación estándar es mayor que el valor promedio, indicando la presencia de valores extremos. Además por ejemplo se determinó para 120 min de duración; sesgo positivo de 1.91 y la curtosis de 3.76 definen la geometría de un modelo probabilístico sesgado hacia la derecha y muy pronunciado verticalmente hacia arriba, lo cual es la geometría del modelo de valor extremo tipo I (EVI), llamado también Gumbel.

Tabla 13

Estadísticos muestrales de intensidades máximas con duraciones hasta 30 min de la estación Jaén.

Estadístico muestral	Intensidades máximas ordenadas (mm/hr)		
	5min	10min	30min
X	23.07	16.67	9.49
SX	23.24	15.98	8.44
Cv	1.01	0.96	0.89
g	1.63	1.45	1.35
K	2.12	1.12	0.97
N	28	28	28

Se verificó que la desviación estándar es mayor que el valor promedio, indicando la presencia de valores extremos. Además por ejemplo se determinó para 5 min de duración; sesgo positivo de 1.63 y la curtosis de 2.12 definen la geometría de un modelo probabilístico sesgado hacia la derecha y muy pronunciado verticalmente hacia arriba, lo cual es la geometría del modelo de valor extremo tipo I (EVI), llamado también Gumbel.

3.7.2.4. Modelamiento hidrológico

a. Selección del modelo

Se seleccionó tres modelos de variables extremas máximas o mínimas anuales Log Normal 3 Parámetros, Log Pearson tipo III y Gumbel, por lo que se utilizó las ecuaciones 17,21 y 28 respectivamente.

b. Planteamiento de la Hipótesis (HP)

HP: las intensidades máximas anuales de la estación Jaén se ajustan al modelo seleccionado, al 5% de significación, esto es al 95% de confianza.

HA: las intensidades máximas anuales de la estación Jaén NO se ajustan al modelo seleccionado, al 5% de significación, esto es al 95% de confianza.

3.7.2.5. Prueba de bondad de ajuste del modelo

Se realizó la prueba de bondad de ajuste mediante el modelo empírico de SMIRNOV-KOLGOMOROV. La máxima desviación absoluta entre la probabilidad simulada y observada deberá ser menor que el crítico de KOLGOMOROV (obtenido de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), utilizando la ecuación 32.

3.7.2.6. Estimación de los parámetros del modelo ajustado

Se determinó los parámetros estadísticos del modelo Gumbel, modelo al que se ajustó la muestra, utilizando las ecuaciones 29 y 30.

A continuación se muestra los valores obtenidos según lo especificado en 6.8.2.4, 6.8.2.5 y 6.8.2.6.

a. Prueba de bondad de ajuste al modelo Gumbel

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 30 minutos, se ajustan al Modelo Gumbel.

HA: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 30 minutos, no se ajustan al Modelo Gumbel.

Tabla 14

Modelo Gumbel para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 30 minutos, para la Estación Jaén.

m	MODELO GUMBEL		Duración								
	P(x<X) m/(N+1)	P(x>X) 1-P(x<X)	5 minutos			10 minutos			30 minutos		
			Int.Ord. Desc.	F(x>X)	P(x<X)- F(x<X)	Int.Ord. Desc.	F(x>X)	P(x>X)- F(x>X)	Int.Ord. Desc.	F(x>X)	P(x>X)- F(x>X)
1	0.0345	0.9655	92.74	0.9881	0.0226	59.87	0.9826	0.0171	31.48	0.9804	0.0149
2	0.0690	0.9310	69.40	0.9574	0.0264	49.26	0.9598	0.0287	29.08	0.9719	0.0409
3	0.1034	0.8966	66.15	0.9493	0.0527	43.93	0.9390	0.0424	24.50	0.9444	0.0478
4	0.1379	0.8621	56.39	0.9147	0.0526	43.72	0.9380	0.0759	18.44	0.8660	0.0039
5	0.1724	0.8276	50.17	0.8818	0.0542	40.90	0.9228	0.0952	17.55	0.8482	0.0206
6	0.2069	0.7931	33.00	0.7229	0.0702	24.00	0.7321	0.0610	17.20	0.8404	0.0473
7	0.2414	0.7586	31.20	0.6988	0.0598	22.20	0.6975	0.0612	16.23	0.8177	0.0591
8	0.2759	0.7241	25.68	0.6150	0.1091	17.20	0.5838	0.1404	15.20	0.7901	0.0660
9	0.3103	0.6897	22.20	0.5549	0.1348	16.80	0.5736	0.1160	9.10	0.5512	0.1384
10	0.3448	0.6552	21.90	0.5495	0.1057	16.44	0.5644	0.0908	8.40	0.5155	0.1396
11	0.3793	0.6207	19.60	0.5067	0.1140	16.20	0.5581	0.0626	8.04	0.4971	0.1236
12	0.4138	0.5862	18.00	0.4758	0.1104	12.90	0.4676	0.1186	6.83	0.4313	0.1549
13	0.4483	0.5517	17.20	0.4602	0.0916	10.38	0.3944	0.1573	6.54	0.4153	0.1364
14	0.4828	0.5172	15.36	0.4235	0.0937	10.20	0.3891	0.1282	6.31	0.4028	0.1145
15	0.5172	0.4828	13.92	0.3945	0.0883	9.60	0.3714	0.1114	5.91	0.3801	0.1027
16	0.5517	0.4483	13.60	0.3880	0.0603	9.20	0.3596	0.0887	5.87	0.3778	0.0704
17	0.5862	0.4138	10.80	0.3312	0.0826	8.76	0.3466	0.0672	5.60	0.3627	0.0511
18	0.6207	0.3793	10.80	0.3312	0.0481	7.68	0.3149	0.0644	4.65	0.3098	0.0695
19	0.6552	0.3448	9.60	0.3070	0.0378	7.38	0.3061	0.0387	4.01	0.2749	0.0700
20	0.6897	0.3103	9.36	0.3023	0.0081	7.20	0.3009	0.0094	3.80	0.2636	0.0468

Continuación Tabla 14

21	0.7241	0.2759	9.20	0.2991	0.0232	7.00	0.2951	0.0193	3.76	0.2617	0.0142
22	0.7586	0.2414	8.40	0.2832	0.0418	6.40	0.2779	0.0365	3.67	0.2569	0.0155
23	0.7931	0.2069	6.00	0.2369	0.0300	5.91	0.2640	0.0571	3.65	0.2559	0.0490
24	0.8276	0.1724	5.91	0.2352	0.0627	4.93	0.2367	0.0642	3.17	0.2307	0.0583
25	0.8621	0.1379	5.00	0.2183	0.0803	4.50	0.2250	0.0871	2.48	0.1960	0.0580
26	0.8966	0.1034	2.28	0.1706	0.0671	2.28	0.1682	0.0648	2.28	0.1864	0.0829
27	0.9310	0.0690	1.41	0.1564	0.0875	1.41	0.1480	0.0790	1.41	0.1471	0.0782
28	0.9655	0.0345	0.60	0.1436	0.1092	0.60	0.1301	0.0956	0.44	0.1083	0.0739
$\Delta_{max} = \text{Max } P(x < X) - F(x < X) $				0.1348			0.1573			0.1549	
α				0.0552			0.0803			0.1520	
β				12.6101			9.4816			5.6923	

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.1573$ (calculado); se aceptó la HP, ya que se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ ($0.1573 < 0.24993$).

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 120 minutos, se ajusta al Modelo Gumbel.

HA: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 120 minutos, no se ajustan al Modelo Gumbel.

Tabla 15

Modelo Gumbel para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 120 minutos, para la Estación Jaén.

m	Modelo Gumbel		5 minutos			10 minutos			30 minutos			60 minutos			120 minutos		
	P(x<X) m/(N+1)	P(x<X) 1-P(x>X)	Int. Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)	Int. Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)	Int. Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)	Int. Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)	Int. Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)
1	0.0345	0.9655	84.00	0.9715	0.0060	75.99	0.9774	0.0118	60.09	0.9826	0.0171	40.65	0.9871	0.021	26.65	0.992	0.027
2	0.0690	0.9310	80.12	0.9656	0.0346	68.62	0.9657	0.0346	50.31	0.9640	0.0330	31.25	0.9607	0.029	15.80	0.933	0.002
3	0.1034	0.8966	74.58	0.9551	0.0586	67.64	0.9637	0.0672	46.40	0.9520	0.0555	29.33	0.9508	0.054	15.41	0.927	0.031
4	0.1379	0.8621	64.77	0.9283	0.0663	49.80	0.9026	0.0405	46.35	0.9519	0.0898	28.10	0.9432	0.0811	15.40	0.927	0.065
5	0.1724	0.8276	49.80	0.8564	0.0288	46.40	0.8829	0.0553	36.40	0.9008	0.0732	21.05	0.8724	0.044	12.65	0.875	0.048
6	0.2069	0.7931	46.40	0.8326	0.0395	43.02	0.8598	0.0667	19.41	0.6867	0.1064	12.96	0.6970	0.096	9.50	0.775	0.017
7	0.2414	0.7586	43.80	0.8121	0.0534	28.44	0.7061	0.0525	16.8	0.634	0.125	10.84	0.6274	0.131	6.48	0.622	0.136
8	0.2759	0.7241	42.53	0.8013	0.0771	27.93	0.6990	0.0252	15.24	0.5977	0.1265	10.01	0.5977	0.126	6.28	0.610	0.113
9	0.3103	0.6897	30.38	0.6687	0.0210	22.88	0.6198	0.0698	14.35	0.5767	0.1129	9.64	0.5838	0.105	5.74	0.575	0.114
10	0.3448	0.6552	17.40	0.4671	0.1880	17.40	0.5198	0.1354	9.80	0.4605	0.1947	6.60	0.4603	0.194	5.21	0.539	0.115
11	0.3793	0.6207	15.60	0.4354	0.1853	12.90	0.4289	0.1918	7.16	0.3882	0.2325	6.40	0.4517	0.169	4.96	0.522	0.098
12	0.4138	0.5862	14.40	0.4140	0.1722	11.88	0.4076	0.1786	6.84	0.3793	0.2069	6.10	0.4387	0.147	4.25	0.471	0.114
13	0.4483	0.5517	13.20	0.3924	0.1593	10.50	0.3787	0.1731	6.70	0.3755	0.1763	5.68	0.4204	0.131	3.96	0.450	0.101
14	0.4828	0.5172	10.20	0.3383	0.1790	8.40	0.3345	0.1827	6.13	0.3597	0.1576	4.25	0.3573	0.159	3.42	0.409	0.107
15	0.5172	0.4828	9.96	0.3339	0.1488	8.28	0.3320	0.1508	5.81	0.3509	0.1318	4.02	0.3471	0.1356	2.66	0.352	0.130
16	0.5517	0.4483	9.00	0.3167	0.1316	8.10	0.3282	0.1200	5.60	0.3450	0.1033	3.72	0.3339	0.1144	2.46	0.336	0.111
17	0.5862	0.4138	6.90	0.2795	0.1343	6.90	0.3033	0.1105	5.50	0.3422	0.0716	3.64	0.3303	0.083	2.32	0.326	0.086
18	0.6207	0.3793	6.13	0.2661	0.1132	6.13	0.2874	0.0919	5.30	0.3367	0.0426	3.56	0.3270	0.052	2.27	0.322	0.056
19	0.6552	0.3448	6.00	0.2639	0.0809	6.00	0.2847	0.0601	4.75	0.3215	0.0233	3.46	0.3225	0.022	2.16	0.314	0.030
20	0.6897	0.3103	6.00	0.2639	0.0464	5.40	0.2725	0.0378	4.21	0.3067	0.0036	3.45	0.3220	0.011	2.05	0.306	0.004
21	0.7241	0.2759	5.08	0.2481	0.0278	5.08	0.2660	0.0099	3.84	0.2966	0.0208	3.00	0.3025	0.026	1.60	0.272	0.003

Continuación Tabla 15

22	0.7586	0.2414	4.80	0.2434	0.0020	4.80	0.2604	0.0190	3.82	0.2961	0.0547	2.70	0.2893	0.048	1.50	0.265	0.024
23	0.7931	0.2069	4.56	0.2393	0.0324	4.56	0.2555	0.0486	3.81	0.2959	0.0891	2.69	0.2891	0.082	1.49	0.265	0.058
24	0.8276	0.1724	4.20	0.2333	0.0609	4.20	0.2485	0.0760	2.64	0.2644	0.0920	2.32	0.2731	0.100	1.47	0.263	0.091
25	0.8621	0.1379	3.84	0.2273	0.0894	3.84	0.2414	0.1034	2.60	0.2634	0.1254	1.89	0.2547	0.116	1.12	0.238	0.100
26	0.8966	0.1034	3.69	0.2249	0.1215	3.69	0.2385	0.1350	2.40	0.2581	0.1546	1.53	0.2399	0.1365	0.93	0.224	0.121
27	0.9310	0.0690	3.00	0.2136	0.1446	3.00	0.2250	0.1561	1.70	0.2398	0.1708	0.90	0.2145	0.145	0.45	0.192	0.123
28	0.9655	0.0345	0.36	0.1725	0.1380	0.36	0.1765	0.1420	0.36	0.2061	0.1716	0.36	0.1934	0.158	0.36	0.186	0.152
Max. $ P(x<X)-F(x<X) $					0.1880	0.1918					0.2325	0.194					0.152
α			0.049	0.0572			0.0754			0.1202			0.2064				
β			11.84	9.9872			6.4266			4.4890			2.8652				

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.2325$ (calculado); se aceptó la HP, ya que se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ ($0.2325 < 0.24993$).

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 480 minutos, se ajusta al Modelo Gumbel.

HA: Los datos de Intensidades Máximas de la Estación Jaén para 480 minutos, no se ajustan al Modelo Gumbel.

Tabla 16

Modelo Gumbel para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 480 minutos, para la Estación Jaén.

m	Modelo Gumbel		5 minutos		10 minutos		30 minutos		60 minutos		120 minutos		240 minutos		480 minutos																
	P(x<X) m/(N+1)	P(x<X) 1-P(x>X)	Intensidades Ord. Desc.	F(x<X)	Intensidades Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)	Intensidades Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)	Intensidades Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)	Intensidades Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)															
1	0.0345	0.9655	90.00	0.9961	0.0305	84.86	0.9969	0.0314	61.57	0.9975	0.0320	37.00	0.9965	0.0310	19.95	0.9945	0.0290	10.30	0.9927	0.0272	5.20	0.9919	0.0264								
2	0.0690	0.9310	53.64	0.9572	0.0262	39.11	0.9172	0.0138	26.84	0.9110	0.0201	19.36	0.9360	0.0049	12.05	0.9462	0.0151	6.51	0.9437	0.0127	3.30	0.9406	0.0096								
3	0.1034	0.8966	35.20	0.8626	0.0339	35.20	0.8914	0.0052	24.92	0.8924	0.0042	15.74	0.8858	0.0107	9.85	0.9001	0.0035	5.36	0.8971	0.0006	2.98	0.9170	0.0204								
4	0.1379	0.8621	33.88	0.8511	0.0110	33.88	0.8811	0.0190	18.07	0.7929	0.0691	14.31	0.8574	0.0047	8.78	0.8659	0.0039	5.29	0.8937	0.0316	2.79	0.8995	0.0375								
5	0.1724	0.8276	25.94	0.7614	0.0661	21.00	0.7230	0.1046	16.60	0.7632	0.0643	10.85	0.7598	0.0678	8.00	0.8346	0.0070	4.69	0.8549	0.0273	2.53	0.8696	0.0420								
6	0.2069	0.7931	21.04	0.6862	0.1069	20.71	0.7180	0.0751	14.93	0.7252	0.0679	10.22	0.7372	0.0559	7.48	0.8099	0.0168	4.48	0.8387	0.0456	2.24	0.8265	0.0334								
7	0.2414	0.7586	21.00	0.6855	0.0731	18.07	0.6692	0.0894	13.95	0.7008	0.0578	9.23	0.6974	0.0612	6.75	0.7705	0.0119	4.01	0.7969	0.0383	2.01	0.7849	0.0262								
8	0.2759	0.7241	16.60	0.6035	0.1206	16.60	0.6394	0.0848	9.71	0.5756	0.1485	8.42	0.6619	0.0623	4.81	0.6315	0.0927	2.95	0.6664	0.0578	1.50	0.6569	0.0673								
9	0.3103	0.6897	15.90	0.5893	0.1004	14.00	0.5823	0.1074	9.64	0.5731	0.1166	6.54	0.5686	0.1210	3.77	0.5359	0.1537	2.50	0.5959	0.0937	1.28	0.5873	0.1023								
10	0.3448	0.6552	11.45	0.4919	0.1633	11.45	0.5214	0.1338	7.83	0.5109	0.1443	5.91	0.5341	0.1210	3.76	0.5352	0.1200	1.89	0.4856	0.1696	1.00	0.4896	0.1656								
11	0.3793	0.6207	10.89	0.4789	0.1418	9.64	0.4753	0.1454	6.60	0.4662	0.1545	4.64	0.4604	0.1603	3.24	0.4834	0.1373	1.83	0.4744	0.1463	0.95	0.4726	0.1481								
12	0.4138	0.5862	9.64	0.4493	0.1369	9.59	0.4742	0.1120	6.02	0.4445	0.1417	4.63	0.4593	0.1269	2.79	0.4360	0.1503	1.65	0.4390	0.1472	0.92	0.4595	0.1267								
13	0.4483	0.5517	9.00	0.4342	0.1176	8.28	0.4399	0.1118	5.91	0.4407	0.1111	4.53	0.4538	0.0979	2.57	0.4126	0.1391	1.60	0.4276	0.1241	0.86	0.4351	0.1166								
14	0.4828	0.5172	6.60	0.3762	0.1411	6.60	0.3952	0.1221	5.28	0.4168	0.1005	3.38	0.3833	0.1340	2.35	0.3896	0.1277	1.51	0.4101	0.1071	0.84	0.4276	0.0896								
15	0.5172	0.4828	6.24	0.3674	0.1153	5.91	0.3768	0.1060	4.16	0.3741	0.1086	3.04	0.3625	0.1202	2.35	0.3893	0.0935	1.45	0.3984	0.0843	0.79	0.4074	0.0754								
16	0.5517	0.4483	5.91	0.3595	0.0888	5.26	0.3593	0.0890	4.15	0.3737	0.0745	2.78	0.3464	0.1019	1.91	0.3422	0.1060	1.18	0.3442	0.1041	0.59	0.3323	0.1160								
17	0.5862	0.4138	5.26	0.3437	0.0701	4.98	0.3517	0.0621	3.65	0.3546	0.0592	2.76	0.3455	0.0683	1.75	0.3246	0.0892	1.15	0.3382	0.0755	0.58	0.3265	0.0873								
18	0.6207	0.3793	5.25	0.3434	0.0359	4.85	0.3483	0.0310	3.63	0.3539	0.0254	2.65	0.3387	0.0406	1.64	0.3125	0.0668	1.00	0.3077	0.0716	0.54	0.3127	0.0666								
19	0.6552	0.3448	4.80	0.3325	0.0124	4.62	0.3419	0.0029	3.59	0.3523	0.0075	2.54	0.3317	0.0132	1.63	0.3114	0.0334	0.99	0.3054	0.0394	0.51	0.3006	0.0442								
20	0.6897	0.3103	4.62	0.3280	0.0177	4.40	0.3362	0.0258	3.56	0.3513	0.0410	2.49	0.3290	0.0186	1.58	0.3065	0.0038	0.89	0.2873	0.0231	0.45	0.2781	0.0322								
21	0.7241	0.2759	4.56	0.3267	0.0508	4.38	0.3356	0.0598	3.38	0.3441	0.0683	2.31	0.3179	0.0420	1.43	0.2911	0.0152	0.84	0.2759	0.0000	0.44	0.2721	0.0038								
22	0.7586	0.2414	3.43	0.2995	0.0581	3.38	0.3088	0.0675	3.22	0.3382	0.0968	2.15	0.3084	0.0670	1.42	0.2897	0.0483	0.83	0.2738	0.0324	0.43	0.2672	0.0258								
23	0.7931	0.2069	3.38	0.2982	0.0913	3.30	0.3069	0.1000	2.57	0.3137	0.1068	2.04	0.3018	0.0949	1.35	0.2818	0.0749	0.72	0.2528	0.0459	0.41	0.2625	0.0556								
24	0.8276	0.1724	2.00	0.2658	0.0934	2.00	0.2728	0.1004	2.00	0.2922	0.1198	2.00	0.2991	0.1267	1.33	0.2797	0.1073	0.68	0.2463	0.0739	0.35	0.2391	0.0667								
25	0.8621	0.1379	1.92	0.2640	0.1260	1.92	0.2707	0.1328	1.92	0.2892	0.1513	1.80	0.2871	0.1491	1.17	0.2636	0.1257	0.60	0.2310	0.0930	0.33	0.2336	0.0957								
26	0.8966	0.1034	1.80	0.2612	0.1577	1.80	0.2676	0.1642	1.80	0.2847	0.1813	1.02	0.2411	0.1377	0.63	0.2096	0.1062	0.38	0.1922	0.0888	0.21	0.1905	0.0870								
27	0.9310	0.0690	1.50	0.2542	0.1853	1.50	0.2599	0.1910	1.40	0.2700	0.2010	0.96	0.2378	0.1689	0.57	0.2039	0.1350	0.31	0.1792	0.1102	0.16	0.1743	0.1054								
28	0.9655	0.0345	0.30	0.2271	0.1926	0.30	0.2298	0.1953	0.30	0.2304	0.1959	0.30	0.2011	0.1666	0.19	0.1692	0.1347	0.13	0.1502	0.1157	0.08	0.1469	0.1125								
Max P(x<X)-F(x<X)				0.1926				0.1953				0.2010				0.1689				0.1537				0.1696				0.1656			
α			0.0661				0.0730				0.1038				0.1673				0.2925				0.5470				1.0678				
β			6.2591				5.5826				3.9968				3.1246				2.1530				1.2980				0.6848				

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.2010$ (calculado); se aceptó la HP, ya que se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ ($0.2010 < 0.24993$).

b. Prueba de bondad de ajuste al modelo Log Normal 3 Parámetros

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 30 minutos, se ajusta al Modelo Log Normal 3 Parámetros

HA: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 30 minutos, no se ajustan al Modelo Log Normal 3 Parámetros

Tabla 17

Modelo Log Normal 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 30 minutos, para la Estación Jaén.

Modelo Log 3 Parámetros			5 minutos							10 minutos							30 minutos									
m	P(x<X) m/(N+1)	P(x<X) 1-P(x>X)	Intensidades Ord. Desc.	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_y) ²	F(x<X)	[P(x<X)- F(x<X)]	Intensidades Ord. Desc.	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_y) ²	F(x<X)	[P(x<X)- F(x<X)]	Intensidades Ord. Desc.	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_y) ²	F(x<X)	[P(x<X)- F(x<X)]						
1	0.0345	0.9655	92.7	95.2	4.5562	2.7943	0.0010	0.9645	59.87	61.4	4.1173	2.4146	0.0019	0.9636	31.49	32.7	3.4868	1.9362	0.0040	0.9615						
2	0.0690	0.9310	69.4	71.9	4.2749	1.9331	0.0024	0.9286	49.26	50.8	3.9276	1.8610	0.0035	0.9275	29.09	30.3	3.4105	1.7298	0.0052	0.9259						
3	0.1034	0.8966	66.2	68.6	4.2288	1.8068	0.0028	0.8938	43.93	45.5	3.8168	1.5710	0.0048	0.8917	24.51	25.7	3.2465	1.3251	0.0088	0.8877						
4	0.1379	0.8621	56.4	58.9	4.0754	1.4180	0.0043	0.8578	43.72	45.3	3.8122	1.5595	0.0049	0.8572	18.44	19.6	2.9775	0.7782	0.0191	0.8430						
5	0.1724	0.8276	50.2	52.6	3.9635	1.1642	0.0057	0.8219	40.90	42.4	3.7478	1.4027	0.0058	0.8218	17.56	18.7	2.9312	0.6986	0.0215	0.8061						
6	0.2069	0.7931	33.0	35.5	3.5689	0.4683	0.0135	0.7796	24.00	25.5	3.2397	0.4574	0.0191	0.7740	17.20	18.4	2.9120	0.6670	0.0225	0.7706						
7	0.2414	0.7586	31.2	33.7	3.5168	0.3997	0.0149	0.7437	22.20	23.7	3.1666	0.3638	0.0220	0.7367	16.24	17.4	2.8582	0.5820	0.0257	0.7329						
8	0.2759	0.7241	25.7	28.2	3.3378	0.2054	0.0204	0.7038	17.20	18.7	2.9300	0.1344	0.0328	0.6913	15.20	16.4	2.7969	0.4922	0.0297	0.6945						
9	0.3103	0.6897	22.2	24.7	3.2059	0.1032	0.0249	0.6647	16.80	18.3	2.9084	0.1190	0.0339	0.6557	9.10	10.3	2.3316	0.0558	0.0704	0.6192						
10	0.3448	0.6552	21.9	24.4	3.1936	0.0955	0.0253	0.6298	16.44	18.0	2.8885	0.1057	0.0349	0.6202	8.40	9.6	2.2611	0.0275	0.0776	0.5776						
11	0.3793	0.6207	19.6	22.1	3.0945	0.0441	0.0290	0.5917	16.20	17.7	2.8751	0.0971	0.0356	0.5851	8.05	9.2	2.2237	0.0165	0.0813	0.5394						
12	0.4138	0.5862	18.0	20.5	3.0193	0.0182	0.0318	0.5544	12.90	14.4	2.6691	0.0112	0.0466	0.5396	6.83	8.0	2.0827	0.0002	0.0950	0.4912						
13	0.4483	0.5517	17.2	19.7	2.9794	0.0090	0.0333	0.5184	10.38	11.9	2.4771	0.0074	0.0566	0.4952	6.54	7.7	2.0460	0.0024	0.0984	0.4533						
14	0.4828	0.5172	15.4	17.8	2.8813	0.0000	0.0370	0.4803	10.20	11.7	2.4619	0.0103	0.0573	0.4599	6.32	7.5	2.0164	0.0062	0.1010	0.4162						
15	0.5172	0.4828	13.9	16.4	2.7971	0.0077	0.0400	0.4427	9.60	11.1	2.4094	0.0237	0.0598	0.4229	5.91	7.1	1.9607	0.0181	0.1056	0.3771						
16	0.5517	0.4483	13.6	16.1	2.7774	0.0115	0.0407	0.4076	9.20	10.7	2.3727	0.0364	0.0615	0.3868	5.87	7.1	1.9551	0.0197	0.1061	0.3422						
17	0.5862	0.4138	10.8	13.3	2.5860	0.0891	0.0467	0.3671	8.76	10.3	2.3309	0.0541	0.0633	0.3505	5.60	6.8	1.9160	0.0321	0.1090	0.3047						
18	0.6207	0.3793	10.8	13.3	2.5860	0.0891	0.0467	0.3326	7.68	9.2	2.2199	0.1180	0.0676	0.3117	4.65	5.8	1.7654	0.1089	0.1182	0.2611						
19	0.6552	0.3448	9.6	12.1	2.4913	0.1547	0.0491	0.2957	7.38	8.9	2.1868	0.1418	0.0686	0.2762	4.01	5.2	1.6494	0.1988	0.1222	0.2226						
20	0.6897	0.3103	9.4	11.8	2.4712	0.1708	0.0496	0.2608	7.20	8.7	2.1664	0.1576	0.0693	0.2411	3.80	5.0	1.6082	0.2373	0.1230	0.1874						
21	0.7241	0.2759	9.2	11.7	2.4576	0.1823	0.0499	0.2260	7.00	8.5	2.1432	0.1766	0.0699	0.2059	3.76	5.0	1.6011	0.2442	0.1231	0.1528						
22	0.7586	0.2414	8.4	10.9	2.3866	0.2479	0.0512	0.1902	6.40	7.9	2.0703	0.2432	0.0717	0.1697	3.68	4.9	1.5829	0.2626	0.1232	0.1181						
23	0.7931	0.2069	6.0	8.5	2.1374	0.5583	0.0531	0.1538	5.91	7.4	2.0064	0.3102	0.0728	0.1341	3.66	4.8	1.5790	0.2666	0.1233	0.0836						
24	0.8276	0.1724	5.9	8.4	2.1267	0.5744	0.0531	0.1193	4.93	6.5	1.8649	0.4879	0.0738	0.0986	3.17	4.4	1.4742	0.3859	0.1228	0.0497						
25	0.8621	0.1379	5.0	7.5	2.0118	0.7617	0.0524	0.0855	4.50	6.0	1.7962	0.5886	0.0735	0.0644	2.48	3.7	1.3013	0.6305	0.1167	0.0213						
26	0.8966	0.1034	2.3	4.8	1.5596	1.7555	0.0418	0.0617	2.28	3.8	1.3368	1.5046	0.0602	0.0433	2.28	3.5	1.2453	0.7226	0.1134	0.0100						
27	0.9310	0.0690	1.4	3.9	1.3588	2.3280	0.0345	0.0344	1.41	2.9	1.0789	2.2039	0.0471	0.0219	1.41	2.6	0.9588	1.2918	0.0898	0.0208						
28	0.9655	0.0345	0.6	3.1	1.1239	3.0998	0.0258	0.0087	0.60	2.1	0.7546	3.2717	0.0302	0.0043	0.44	1.6	0.4910	2.5738	0.0444	0.0099						
Max P(x<X)-F(x<X)								0.9645									0.9636									0.9615
$\mu_y =$			2.8846							2.5634							2.0953									
$\sigma_y =$			0.85546							0.83309							0.73946									
$x_0 =$			-2.4770							-1.5268							-1.1940									

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.9645$ (calculado); no se aceptó la HP, porque no se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ (0.9645 > 0.24993).

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 120 minutos, se ajusta al Modelo Log Normal 3 Parámetros.

HA: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 120 minutos, no se ajustan al Modelo Log Normal 3 Parámetros.

Tabla 18

Modelo Log Normal 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 120 minutos, para la Estación Jaén.

Modelo Log Normal 3 Parámetros			5 minutos					
m	$P(x < X)$ $m/(N+1)$	$P(x < X)$ $1-P(x > X)$	Intensidades Ord. Desc.	(x-x0)	$Y=Ln(x-x0)$	$(Ln(x-x0) - \mu_Y)^2$	F(x<X)	$ P(x < X) - F(x < X) $
1	0.0345	0.9655	84.0	85.1	4.4440	3.1907	0.0015	0.9640
2	0.0690	0.9310	80.1	81.2	4.3973	3.0262	0.0017	0.9293
3	0.1034	0.8966	74.6	75.7	4.3266	2.7853	0.0021	0.8945
4	0.1379	0.8621	64.8	65.9	4.1878	2.3411	0.0029	0.8592
5	0.1724	0.8276	49.8	50.9	3.9301	1.6189	0.0051	0.8225
6	0.2069	0.7931	46.4	47.5	3.8610	1.4478	0.0059	0.7872
7	0.2414	0.7586	43.8	44.9	3.8047	1.3156	0.0066	0.7520
8	0.2759	0.7241	42.5	43.6	3.7761	1.2507	0.0070	0.7171
9	0.3103	0.6897	30.4	31.5	3.4496	0.6271	0.0127	0.6769
10	0.3448	0.6552	17.4	18.5	2.9184	0.0680	0.0277	0.6275
11	0.3793	0.6207	15.6	16.7	2.8161	0.0251	0.0312	0.5895
12	0.4138	0.5862	14.4	15.5	2.7416	0.0070	0.0339	0.5523
13	0.4483	0.5517	13.2	14.3	2.6611	0.0000	0.0369	0.5149
14	0.4828	0.5172	10.2	11.3	2.4258	0.0538	0.0456	0.4717
15	0.5172	0.4828	10.0	11.1	2.4044	0.0642	0.0463	0.4364
16	0.5517	0.4483	9.0	10.1	2.3137	0.1184	0.0496	0.3987
17	0.5862	0.4138	6.9	8.0	2.0809	0.3327	0.0569	0.3569
18	0.6207	0.3793	6.1	7.2	1.9798	0.4595	0.0596	0.3197
19	0.6552	0.3448	6.0	7.1	1.9617	0.4844	0.0600	0.2848

Continuación Tabla 18

20	0.6897	0.3103	6.0	7.1	1.9617	0.4844	0.0600	0.2503
21	0.7241	0.2759	5.1	6.2	1.8227	0.6973	0.0629	0.2130
22	0.7586	0.2414	4.8	5.9	1.7769	0.7758	0.0636	0.1778
23	0.7931	0.2069	4.6	5.7	1.7348	0.8517	0.0641	0.1428
24	0.8276	0.1724	4.2	5.3	1.6699	0.9758	0.0648	0.1076
25	0.8621	0.1379	3.8	5.0	1.5997	1.1194	0.0653	0.0726
26	0.8966	0.1034	3.7	4.8	1.5694	1.1844	0.0654	0.0380
27	0.9310	0.0690	3.0	4.1	1.4138	1.5473	0.0652	0.0037
28	0.9655	0.0345	0.4	1.5	0.3864	5.1590	0.0376	0.0031

Max $|P(x < X) - F(x < X)|$

0.9640

$$\mu_y = 2.577$$

$$s_y = 1.069$$

$$x_0 = -1.116$$

Continuación Tabla 18

10 minutos					
Intensidades Ord. Desc.	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y) ²	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)
75.99	76.7	4.3399	3.3814	0.0015	0.9640
68.62	69.3	4.2388	3.0199	0.0020	0.9291
67.64	68.3	4.2245	2.9706	0.0020	0.8945
49.80	50.5	3.9221	2.0195	0.0042	0.8578
46.40	47.1	3.8524	1.8263	0.0050	0.8226
43.02	43.7	3.7780	1.6308	0.0059	0.7872
28.44	29.1	3.3724	0.7592	0.0131	0.7455
27.93	28.6	3.3548	0.7290	0.0135	0.7106
22.88	23.6	3.1606	0.4351	0.0187	0.6709
17.40	18.1	2.8963	0.1563	0.0277	0.6275
12.90	13.6	2.6106	0.0120	0.0394	0.5813
11.88	12.6	2.5327	0.0010	0.0428	0.5434
10.50	11.2	2.4166	0.0071	0.0479	0.5038
8.40	9.1	2.2091	0.0852	0.0569	0.4603
8.28	9.0	2.1958	0.0932	0.0574	0.4253
8.10	8.8	2.1756	0.1059	0.0583	0.3900
6.90	7.6	2.0291	0.2227	0.0640	0.3498
6.13	6.8	1.9224	0.3348	0.0676	0.3117
6.00	6.7	1.9032	0.3574	0.0682	0.2766
5.40	6.1	1.8095	0.4782	0.0709	0.2394
5.08	5.8	1.7551	0.5564	0.0723	0.2036
4.80	5.5	1.7061	0.6320	0.0733	0.1680
4.56	5.3	1.6608	0.7060	0.0742	0.1327
4.20	4.9	1.5907	0.8287	0.0752	0.0972
3.84	4.5	1.5145	0.9732	0.0760	0.0619

Continuación Tabla 18

3.69	4.4	1.4815	1.0394	0.0762	0.0272
3.00	3.7	1.3103	1.4178	0.0761	0.0072
0.36	1.1	0.0650	5.9340	0.0338	0.0007
					0.9640
2.5010					
1.04733					
-0.7072					

Continuación Tabla 18

30 minutos						
Intensidades. Ord. Desc.	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y)^2	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)	
60.09	60.4	4.1008	4.0527	0.0015	0.9640	
50.31	50.6	3.9240	3.3723	0.0024	0.9286	
46.40	46.7	3.8435	3.0831	0.0029	0.8936	
46.35	46.6	3.8426	3.0799	0.0029	0.8591	
36.40	36.7	3.6025	2.2947	0.0053	0.8223	
19.41	19.7	2.9806	0.7974	0.0189	0.7742	
16.85	17.1	2.8419	0.5689	0.0240	0.7346	
15.24	15.5	2.7427	0.4291	0.0281	0.6960	
14.35	14.6	2.6838	0.3554	0.0308	0.6588	
9.80	10.1	2.3115	0.0501	0.0511	0.6041	
7.16	7.4	2.0081	0.0063	0.0705	0.5502	
6.84	7.1	1.9642	0.0152	0.0734	0.5128	
6.70	7.0	1.9444	0.0205	0.0747	0.4770	
6.13	6.4	1.8593	0.0521	0.0802	0.4370	
5.81	6.1	1.8090	0.0777	0.0834	0.3993	
5.60	5.9	1.7731	0.0989	0.0857	0.3626	
5.50	5.8	1.7560	0.1100	0.0867	0.3271	
5.30	5.6	1.7209	0.1345	0.0889	0.2904	
4.75	5.0	1.6173	0.2213	0.0949	0.2499	
4.21	4.5	1.5039	0.3407	0.1009	0.2094	
3.84	4.1	1.4181	0.4483	0.1049	0.1709	
3.82	4.1	1.4132	0.4548	0.1051	0.1362	
3.81	4.1	1.4119	0.4567	0.1052	0.1017	
2.64	2.9	1.0748	1.0260	0.1150	0.0574	
2.60	2.9	1.0610	1.0540	0.1152	0.0228	

Continuación Tabla 18

2.40	2.7	0.9893	1.2064	0.1158	0.0123
1.70	2.0	0.6878	1.9597	0.1127	0.0437
0.36	0.6	-0.4319	6.3481	0.0510	0.0165
<hr/>					0.9640
2.0877					
1.07096					
-0.2893					
<hr/>					

Continuación Tabla 18

60 minutos					
Intensidades Ord. Desc.	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y) ²	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)
40.65	40.6	3.7036	5.4645	0.0011	0.9644
19.36	19.3	2.9603	2.5419	0.0087	0.9223
15.74	15.7	2.7526	1.9226	0.0142	0.8823
14.31	14.3	2.6574	1.6676	0.0176	0.8444
10.85	10.8	2.3790	1.0262	0.0313	0.7963
10.22	10.2	2.3194	0.9089	0.0350	0.7581
9.23	9.2	2.2161	0.7227	0.0423	0.7163
8.42	8.4	2.1235	0.5739	0.0497	0.6744
6.54	6.5	1.8699	0.2539	0.0742	0.6154
5.91	5.9	1.7680	0.1616	0.0858	0.5694
4.64	4.6	1.5235	0.0248	0.1167	0.5040
4.63	4.6	1.5194	0.0235	0.1172	0.4690
4.53	4.5	1.4993	0.0178	0.1199	0.4318
3.38	3.3	1.1998	0.0276	0.1610	0.3562
3.04	3.0	1.0926	0.0747	0.1754	0.3074
2.78	2.7	1.0005	0.1336	0.1872	0.2611
2.76	2.7	0.9949	0.1377	0.1879	0.2259
2.65	2.6	0.9534	0.1702	0.1929	0.1864
2.54	2.5	0.9081	0.2097	0.1982	0.1466
2.49	2.4	0.8902	0.2264	0.2003	0.1101
2.31	2.3	0.8126	0.3062	0.2086	0.0672
2.15	2.1	0.7409	0.3907	0.2156	0.0258
2.04	2.0	0.6877	0.4601	0.2202	0.0133
2.00	1.9	0.6650	0.4914	0.2220	0.0496
1.80	1.7	0.5565	0.6553	0.2295	0.0916

Continuación Tabla 18

1.02	1.0	-0.0381	1.9714	0.2269	0.1235
0.96	0.9	-0.0996	2.1481	0.2225	0.1535
0.30	0.2	-1.4083	7.6969	0.0640	0.0295
					0.9644
1.3660					
1.04215					
0.0554					

Continuación Tabla 18

120 minutos					
Intensidades Ord. Desc.	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y)^2	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)
26.65	26.6	3.2821	4.3186	0.0029	0.9626
15.80	15.8	2.7589	2.4177	0.0115	0.9195
15.41	15.4	2.7337	2.3398	0.0122	0.8843
15.40	15.4	2.7333	2.3385	0.0122	0.8498
12.65	12.6	2.5363	1.7750	0.0191	0.8084
9.50	9.5	2.2492	1.0924	0.0345	0.7586
6.48	6.5	1.8661	0.4383	0.0677	0.6909
6.28	6.3	1.8351	0.3983	0.0711	0.6531
5.74	5.7	1.7445	0.2921	0.0816	0.6081
5.21	5.2	1.6467	0.1959	0.0939	0.5613
4.96	4.9	1.5976	0.1549	0.1004	0.5203
4.25	4.2	1.4429	0.0571	0.1224	0.4638
3.96	3.9	1.3724	0.0284	0.1330	0.4187
3.42	3.4	1.2232	0.0004	0.1564	0.3609
2.66	2.6	0.9731	0.0533	0.1961	0.2866
2.46	2.4	0.8917	0.0976	0.2087	0.2396
2.32	2.3	0.8358	0.1356	0.2170	0.1968
2.27	2.3	0.8113	0.1542	0.2205	0.1588
2.16	2.1	0.7622	0.1952	0.2274	0.1174
2.05	2.0	0.7095	0.2446	0.2346	0.0758
1.60	1.6	0.4568	0.5583	0.2627	0.0131
1.50	1.5	0.3948	0.6549	0.2678	0.0264
1.49	1.5	0.3903	0.6622	0.2682	0.0613
1.47	1.5	0.3749	0.6875	0.2693	0.0969
1.12	1.1	0.0938	1.2325	0.2800	0.1421

Continuación Tabla 18

0.93	0.9	-0.0959	1.6898	0.2764	0.1729
0.45	0.4	-0.8372	4.1666	0.1933	0.1243
0.36	0.3	-1.0703	5.1723	0.1562	0.1217
					0.9626
1.2040					
1.06153					
0.0171					

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.9644$ (Calculado); no se aceptó HP, porque no se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ ($0.9644 > 0.24993$).

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 480 minutos, se ajusta al Modelo Log Normal 3 Parámetros.

HA: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 40 minutos, no se ajustan al Modelo Log Normal 3 Parámetros.

Tabla 19

Modelo Log Normal 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 480 minutos, para la Estación Jaén

Modelo Log Normal 3 Parámetros			5 minutos					
m	$P(x < X)$ $m/(N+1)$	$P(x > X)$ $1 - P(x < X)$	Int. Ord. Desc.	(x-x0)	$Y = \ln(x-x_0)$	$(\ln(x-x_0) - \mu_Y)^2$	F(x>X)	$ P(x > X) - F(x > X) $
1	0.0345	0.9655	90.0	90.2	4.5018	5.8773	0.0006	0.9649
2	0.0690	0.9310	53.6	53.8	3.9857	3.6411	0.0023	0.9288
3	0.1034	0.8966	35.2	35.4	3.5662	2.2163	0.0060	0.8906
4	0.1379	0.8621	33.9	34.1	3.5283	2.1047	0.0065	0.8556
5	0.1724	0.8276	25.9	26.1	3.2627	1.4045	0.0110	0.8165
6	0.2069	0.7931	21.0	21.2	3.0552	0.9559	0.0161	0.7770
7	0.2414	0.7586	21.0	21.2	3.0532	0.9520	0.0162	0.7424
8	0.2759	0.7241	16.6	16.8	2.8204	0.5518	0.0238	0.7003
9	0.3103	0.6897	15.9	16.1	2.7778	0.4904	0.0254	0.6642
10	0.3448	0.6552	11.5	11.6	2.4543	0.1419	0.0401	0.6150
11	0.3793	0.6207	10.9	11.1	2.4050	0.1072	0.0427	0.5780
12	0.4138	0.5862	9.6	9.8	2.2844	0.0428	0.0494	0.5368
13	0.4483	0.5517	9.0	9.2	2.2174	0.0196	0.0533	0.4984
14	0.4828	0.5172	6.6	6.8	1.9145	0.0266	0.0719	0.4453
15	0.5172	0.4828	6.2	6.4	1.8600	0.0473	0.0754	0.4074
16	0.5517	0.4483	5.9	6.1	1.8079	0.0727	0.0786	0.3696
17	0.5862	0.4138	5.3	5.4	1.6948	0.1465	0.0856	0.3282
18	0.6207	0.3793	5.3	5.4	1.6926	0.1482	0.0857	0.2936
19	0.6552	0.3448	4.8	5.0	1.6061	0.2222	0.0909	0.2539
20	0.6897	0.3103	4.6	4.8	1.5684	0.2592	0.0931	0.2173
21	0.7241	0.2759	4.6	4.7	1.5568	0.2712	0.0937	0.1822
22	0.7586	0.2414	3.4	3.6	1.2843	0.6292	0.1073	0.1340
23	0.7931	0.2069	3.4	3.6	1.2693	0.6532	0.1080	0.0989
24	0.8276	0.1724	2.0	2.2	0.7809	1.6811	0.1188	0.0536

Continuación Tabla 19

25	0.8621	0.1379	1.9	2.1	0.7436	1.7793	0.1188	0.0191
26	0.8966	0.1034	1.8	2.0	0.6849	1.9395	0.1185	0.0151
27	0.9310	0.0690	1.5	1.7	0.5209	2.4231	0.1161	0.0471
28	0.9655	0.0345	0.3	0.5	-0.7266	7.8634	0.0506	0.0162
Max $ P(x < X) - F(x < X) $								0.9649
	$\mu_y =$	2.0775						
	$\sigma_y =$	1.14437						
	x_0	-0.1835						

Continuación Tabla 19

10 minutos						
Intensidades Ordenadas Descendentemente	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y)^2	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)	
84.86	85.0	4.4432	5.8522	0.0006	0.9650	
39.11	39.3	3.6712	2.7132	0.0043	0.9267	
35.20	35.4	3.5664	2.3788	0.0055	0.8911	
33.88	34.1	3.5284	2.2632	0.0060	0.8561	
21.00	21.2	3.0535	1.0597	0.0156	0.8120	
20.71	20.9	3.0396	1.0314	0.0160	0.7771	
18.07	18.3	2.9049	0.7759	0.0203	0.7383	
16.60	16.8	2.8207	0.6346	0.0234	0.7007	
14.00	14.2	2.6524	0.3949	0.0305	0.6591	
11.45	11.6	2.4547	0.1855	0.0405	0.6147	
9.64	9.8	2.2849	0.0680	0.0503	0.5704	
9.59	9.8	2.2805	0.0658	0.0506	0.5356	
8.28	8.5	2.1364	0.0126	0.0597	0.4920	
6.60	6.8	1.9152	0.0118	0.0745	0.4427	
5.91	6.1	1.8087	0.0464	0.0817	0.4010	
5.26	5.5	1.6957	0.1078	0.0892	0.3590	
4.98	5.2	1.6426	0.1455	0.0927	0.3211	
4.85	5.0	1.6180	0.1649	0.0942	0.2851	
4.62	4.8	1.5694	0.2067	0.0973	0.2476	
4.40	4.6	1.5236	0.2505	0.1000	0.2103	
4.38	4.6	1.5192	0.2549	0.1003	0.1756	
3.38	3.6	1.2707	0.5675	0.1133	0.1281	
3.30	3.5	1.2495	0.6000	0.1142	0.0927	
2.00	2.2	0.7832	1.5397	0.1243	0.0481	
1.92	2.1	0.7460	1.6335	0.1242	0.0137	

Continuación Tabla 19

1.80	2.0	0.6874	1.7867	0.1238	0.0204
1.50	1.7	0.5239	2.2506	0.1208	0.0518
0.30	0.5	-0.7164	7.5100	0.0494	0.0150
<hr/>					0.9650
2.0241					
1.11021					
-0.1885					
<hr/>					

Continuación Tabla 19

30 minutos						
Intensidades Ordenadas Descendentemente	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y)^2	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)	
61.6	61.6	4.1214	5.7203	0.0006	0.9649	
26.8	26.9	3.2927	2.4431	0.0065	0.9246	
24.9	25.0	3.2186	2.2169	0.0077	0.8888	
18.1	18.1	2.8981	1.3652	0.0159	0.8462	
16.6	16.7	2.8138	1.1753	0.0189	0.8087	
14.9	15.0	2.7083	0.9578	0.0232	0.7699	
14.0	14.0	2.6410	0.8306	0.0264	0.7322	
9.7	9.8	2.2809	0.3039	0.0484	0.6758	
9.6	9.7	2.2731	0.2953	0.0489	0.6407	
7.8	7.9	2.0673	0.1140	0.0654	0.5897	
6.6	6.7	1.8980	0.0283	0.0807	0.5400	
6.0	6.1	1.8063	0.0059	0.0894	0.4968	
5.9	6.0	1.7896	0.0036	0.0910	0.4607	
5.3	5.4	1.6776	0.0027	0.1018	0.4154	
4.2	4.2	1.4428	0.0823	0.1240	0.3587	
4.2	4.2	1.4405	0.0836	0.1242	0.3240	
3.7	3.7	1.3144	0.1724	0.1352	0.2786	
3.6	3.7	1.3094	0.1766	0.1356	0.2437	
3.6	3.7	1.2982	0.1862	0.1365	0.2083	
3.6	3.6	1.2910	0.1925	0.1371	0.1732	
3.4	3.4	1.2377	0.2420	0.1413	0.1345	
3.2	3.3	1.1916	0.2895	0.1447	0.0966	
2.6	2.6	0.9730	0.5725	0.1578	0.0491	
2.0	2.1	0.7288	1.0017	0.1648	0.0076	
1.9	2.0	0.6894	1.0821	0.1651	0.0272	

Continuación Tabla 19

1.8	1.9	0.6273	1.2151	0.1651	0.0616
1.4	1.5	0.3870	1.8026	0.1595	0.0905
0.3	0.4	-0.9872	7.3815	0.0464	0.0119
<hr/>					0.9649
1.7297					
1.03412					
-0.0726					
<hr/>					

Continuación Tabla 19

60 minutos						
Intensidades Ordenadas Descendentemente	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y)^2	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)	
37.00	37.0	3.6102	4.9930	0.0014	0.9642	
19.36	19.3	2.9618	2.5158	0.0085	0.9225	
15.74	15.7	2.7544	1.9009	0.0141	0.8824	
14.31	14.3	2.6594	1.6479	0.0175	0.8445	
10.85	10.8	2.3817	1.0121	0.0314	0.7962	
10.22	10.2	2.3222	0.8959	0.0353	0.7578	
9.23	9.2	2.2193	0.7116	0.0427	0.7159	
8.42	8.4	2.1270	0.5645	0.0503	0.6739	
6.54	6.5	1.8743	0.2486	0.0754	0.6143	
5.91	5.9	1.7729	0.1577	0.0871	0.5680	
4.64	4.6	1.5298	0.0237	0.1185	0.5022	
4.63	4.6	1.5257	0.0225	0.1191	0.4672	
4.53	4.5	1.5057	0.0169	0.1218	0.4299	
3.38	3.3	1.2085	0.0280	0.1631	0.3542	
3.04	3.0	1.1023	0.0748	0.1773	0.3054	
2.78	2.7	1.0110	0.1330	0.1889	0.2594	
2.76	2.7	1.0056	0.1370	0.1896	0.2242	
2.65	2.6	0.9645	0.1691	0.1945	0.1848	
2.54	2.5	0.9197	0.2080	0.1996	0.1452	
2.49	2.5	0.9020	0.2243	0.2016	0.1088	
2.31	2.3	0.8254	0.3029	0.2096	0.0663	
2.15	2.1	0.7546	0.3857	0.2161	0.0252	
2.04	2.0	0.7021	0.4537	0.2205	0.0136	
2.00	2.0	0.6798	0.4843	0.2222	0.0497	

Continuación Tabla 19

1.80	1.8	0.5729	0.6444	0.2289	0.0909
1.02	1.0	-0.0085	1.9159	0.2220	0.1186
0.96	0.9	-0.0682	2.0849	0.2173	0.1483
0.30	0.3	-1.2966	7.1413	0.0652	0.0307
					0.9642
1.3757					
1.01943					
0.0265					

Continuación Tabla 19

120 minutos						
Intensidades Ordenadas Descendentemente	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y)^2	F(x<X)	 P(x<X)-F(x<X) 	
19.95	20.1	2.9991	3.9410	0.0031	0.9624	
12.05	12.2	2.4987	2.2047	0.0140	0.9170	
9.85	10.0	2.2992	1.6522	0.0235	0.8731	
8.78	8.9	2.1857	1.3731	0.0309	0.8312	
8.00	8.1	2.0939	1.1665	0.0381	0.7895	
7.48	7.6	2.0272	1.0268	0.0441	0.7490	
6.75	6.9	1.9267	0.8332	0.0546	0.7040	
4.81	4.9	1.5947	0.3374	0.1012	0.6230	
3.77	3.9	1.3567	0.1176	0.1457	0.5440	
3.76	3.9	1.3547	0.1162	0.1461	0.5091	
3.24	3.4	1.2120	0.0393	0.1761	0.4446	
2.79	2.9	1.0667	0.0028	0.2080	0.3782	
2.57	2.7	0.9882	0.0007	0.2252	0.3265	
2.35	2.5	0.9048	0.0119	0.2433	0.2740	
2.35	2.5	0.9036	0.0122	0.2435	0.2393	
1.91	2.0	0.7085	0.0932	0.2825	0.1658	
1.75	1.9	0.6241	0.1519	0.2971	0.1166	
1.64	1.8	0.5614	0.2047	0.3069	0.0724	
1.63	1.7	0.5555	0.2101	0.3078	0.0371	
1.58	1.7	0.5286	0.2355	0.3116	0.0012	

Continuación Tabla 19

1.43	1.5	0.4382	0.3314	0.3227	0.0469
1.42	1.5	0.4298	0.3412	0.3236	0.0823
1.35	1.5	0.3796	0.4023	0.3285	0.1216
1.33	1.4	0.3657	0.4201	0.3297	0.1573
1.17	1.3	0.2514	0.5814	0.3369	0.1990
0.63	0.7	-0.2961	1.7161	0.3031	0.1997
0.57	0.7	-0.3798	1.9422	0.2894	0.2204
0.19	0.3	-1.1907	4.8599	0.1214	0.0870
					0.9624
1.0139					
0.93208					
-0.1165					

Continuación Tabla 19

240 minutos						
Intensidades Ordenadas Descendentemente	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y)^2	F(x<X)	 P(x<X)-F(x<X) 	
10.30	10.4	2.3430	3.3317	0.0072	0.9583	
6.51	6.6	1.8902	1.8837	0.0288	0.9022	
5.36	5.5	1.6998	1.3973	0.0476	0.8489	
5.29	5.4	1.6881	1.3698	0.0491	0.8130	
4.69	4.8	1.5689	1.1049	0.0655	0.7621	
4.48	4.6	1.5239	1.0125	0.0727	0.7204	
4.01	4.1	1.4167	0.8082	0.0923	0.6663	
2.95	3.1	1.1189	0.3614	0.1656	0.5586	
2.50	2.6	0.9621	0.1975	0.2152	0.4745	
1.89	2.0	0.6969	0.0321	0.3119	0.3432	
1.83	1.9	0.6677	0.0225	0.3232	0.2975	
1.65	1.8	0.5702	0.0028	0.3608	0.2254	
1.60	1.7	0.5373	0.0004	0.3735	0.1783	
1.51	1.6	0.4847	0.0011	0.3935	0.1238	
1.45	1.6	0.4481	0.0048	0.4071	0.0756	
1.18	1.3	0.2588	0.0671	0.4727	0.0245	
1.15	1.3	0.2358	0.0795	0.4799	0.0661	
1.00	1.1	0.1068	0.1688	0.5155	0.1362	
0.99	1.1	0.0964	0.1775	0.5180	0.1732	
0.89	1.0	0.0091	0.2587	0.5366	0.2262	
0.84	1.0	-0.0502	0.3225	0.5465	0.2706	
0.83	0.9	-0.0615	0.3355	0.5481	0.3067	
0.72	0.8	-0.1852	0.4941	0.5602	0.3533	

Continuación Tabla 19

0.68	0.8	-0.2274	0.5552	0.5619	0.3895
0.60	0.7	-0.3361	0.7289	0.5603	0.4224
0.38	0.5	-0.6954	1.4717	0.4982	0.3947
0.31	0.4	-0.8615	1.9021	0.4462	0.3772
0.13	0.2	-1.4099	3.7158	0.2410	0.2065
					0.9583
0.5177					
0.88253					
-0.1153					

Continuación Tabla 19

480 minutos						
Intensidades Ordenadas Descendentemente	(x-x0)	Y=Ln(x-x0)	(Ln(x-x0)- μ_Y) ²	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)	
5.20	5.3	1.6618	3.1083	0.0148	0.9507	
3.30	3.4	1.2162	1.7354	0.0594	0.8716	
2.98	3.0	1.1147	1.4784	0.0785	0.8180	
2.79	2.9	1.0513	1.3281	0.0928	0.7693	
2.53	2.6	0.9560	1.1176	0.1179	0.7097	
2.24	2.3	0.8378	0.8817	0.1561	0.6370	
2.01	2.1	0.7354	0.6998	0.1960	0.5626	
1.50	1.6	0.4513	0.3052	0.3416	0.3825	
1.28	1.3	0.2996	0.1606	0.4392	0.2505	
1.00	1.1	0.0711	0.0297	0.6038	0.0513	
0.95	1.0	0.0282	0.0168	0.6359	0.0153	
0.92	1.0	-0.0060	0.0091	0.6615	0.0753	
0.86	0.9	-0.0719	0.0009	0.7107	0.1590	
0.84	0.9	-0.0930	0.0001	0.7262	0.2089	
0.79	0.9	-0.1517	0.0026	0.7688	0.2860	
0.59	0.7	-0.4039	0.0916	0.9305	0.4822	
0.58	0.7	-0.4263	0.1057	0.9424	0.5286	
0.54	0.6	-0.4821	0.1451	0.9699	0.5906	
0.51	0.6	-0.5340	0.1874	0.9923	0.6475	
0.45	0.5	-0.6394	0.2897	1.0276	0.7173	
0.44	0.5	-0.6703	0.3239	1.0352	0.7594	
0.43	0.5	-0.6957	0.3534	1.0405	0.7991	
0.41	0.5	-0.7211	0.3843	1.0449	0.8380	
0.35	0.4	-0.8603	0.5763	1.0524	0.8800	

Continuación Tabla 19

0.33	0.4	-0.8965	0.6326	1.0497	0.9118
0.21	0.3	-1.2558	1.3330	0.9286	0.8252
0.16	0.2	-1.4430	1.8003	0.8120	0.7430
0.08	0.1	-1.9056	3.2560	0.4738	0.4394
					0.9507
<hr/>					
-0.1012					
0.85259					
-0.0737					

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.9649$ (Calculado); no se aceptó HP, porque no se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ ($0.9649 > 0.24993$).

c. Prueba de bondad de ajuste al modelo Log Pearson 3 Parámetros

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 30 minutos, se ajusta al Modelo Log Pearson 3 Parámetros

HA: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 30 minutos, no se ajustan al Modelo Log Pearson 3 Parámetros

Tabla 20

Modelo Log Pearson 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 30 minutos, para la Estación Jaén

Modelo Log Pearson 3 Parametros			5 minutos										
m	$\frac{P(x<X)}{m/(N+1)}$	$\frac{P(x<X)}{1-P(x>X)}$	Int. Ord. Desc.	Ln x	$\overline{\text{Ln X}}$	$\text{Ln x}-\overline{\text{Ln X}}$	$(\text{Ln x}-\overline{\text{Ln X}})^2$	$(\text{Ln x}-\overline{\text{Ln X}})^3$	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x)-y_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x)-y_0}{\alpha}\right]}$	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)
1	0.0345	0.9655	92.7	4.530	2.622	1.908	3.641	6.948	8.04E-05	8.77E+01	1.06E-01	0.001	0.9648
2	0.0690	0.9310	69.4	4.240	2.622	1.618	2.618	4.237	1.07E-04	3.57E+02	5.52E-02	0.002	0.9289
3	0.1034	0.8966	66.2	4.192	2.622	1.570	2.466	3.872	1.13E-04	4.36E+02	4.95E-02	0.002	0.8941
4	0.1379	0.8621	56.4	4.032	2.622	1.411	1.990	2.807	1.32E-04	8.12E+02	3.46E-02	0.004	0.8584
5	0.1724	0.8276	50.2	3.915	2.622	1.294	1.674	2.165	1.49E-04	1.23E+03	2.67E-02	0.005	0.8227
6	0.2069	0.7931	33.0	3.497	2.622	0.875	0.765	0.670	2.26E-04	4.39E+03	1.04E-02	0.010	0.7828
7	0.2414	0.7586	31.2	3.440	2.622	0.819	0.670	0.549	2.39E-04	5.10E+03	9.19E-03	0.011	0.7474
8	0.2759	0.7241	25.7	3.246	2.622	0.624	0.389	0.243	2.90E-04	8.34E+03	5.94E-03	0.014	0.7098
9	0.3103	0.6897	22.2	3.100	2.622	0.478	0.229	0.109	3.36E-04	1.17E+04	4.29E-03	0.017	0.6728
10	0.3448	0.6552	21.9	3.086	2.622	0.465	0.216	0.100	3.40E-04	1.21E+04	4.16E-03	0.017	0.6381
11	0.3793	0.6207	19.6	2.976	2.622	0.354	0.125	0.044	3.80E-04	1.54E+04	3.24E-03	0.019	0.6016
12	0.4138	0.5862	18.0	2.890	2.622	0.269	0.072	0.019	4.14E-04	1.85E+04	2.68E-03	0.0205	0.5657
13	0.4483	0.5517	17.2	2.845	2.622	0.223	0.050	0.011	4.33E-04	2.03E+04	2.42E-03	0.0213	0.5304
14	0.4828	0.5172	15.4	2.732	2.622	0.110	0.012	0.001	4.85E-04	2.55E+04	1.88E-03	0.0233	0.4940
15	0.5172	0.4828	13.9	2.633	2.622	0.012	0.000	0.000	5.35E-04	3.09E+04	1.51E-03	0.0249	0.4578
16	0.5517	0.4483	13.6	2.610	2.622	-0.012	0.000	0.000	5.48E-04	3.23E+04	1.43E-03	0.0253	0.4230
17	0.5862	0.4138	10.8	2.380	2.622	-0.242	0.059	-0.014	6.90E-04	4.91E+04	8.53E-04	0.0289	0.3849
18	0.6207	0.3793	10.8	2.380	2.622	-0.242	0.059	-0.014	6.90E-04	4.91E+04	8.53E-04	0.0289	0.3504
19	0.6552	0.3448	9.6	2.262	2.622	-0.360	0.130	-0.047	7.76E-04	6.02E+04	6.55E-04	0.0306	0.3142
20	0.6897	0.3103	9.4	2.236	2.622	-0.385	0.148	-0.057	7.96E-04	6.28E+04	6.19E-04	0.0309	0.2794
21	0.7241	0.2759	9.2	2.219	2.622	-0.402	0.162	-0.065	8.10E-04	6.46E+04	5.95E-04	0.0312	0.2447
22	0.7586	0.2414	8.4	2.128	2.622	-0.493	0.244	-0.120	8.87E-04	7.51E+04	4.85E-04	0.0323	0.2090
23	0.7931	0.2069	6.0	1.792	2.622	-0.830	0.689	-0.572	1.24E-03	1.26E+05	2.28E-04	0.0358	0.1711
24	0.8276	0.1724	5.9	1.777	2.622	-0.845	0.714	-0.603	1.26E-03	1.29E+05	2.21E-04	0.0360	0.1364
25	0.8621	0.1379	5.0	1.609	2.622	-1.012	1.025	-1.037	1.49E-03	1.64E+05	1.52E-04	0.0372	0.1008
26	0.8966	0.1034	2.3	0.824	2.622	-1.798	3.231	-5.808	3.27E-03	4.50E+05	2.61E-05	0.0384	0.0650
27	0.9310	0.0690	1.4	0.347	2.622	-2.275	5.175	-11.773	5.27E-03	7.68E+05	8.96E-06	0.0362	0.0327
28	0.9655	0.0345	0.6	-0.511	2.622	-3.133	9.813	-30.738	1.24E-02	1.79E+06	1.31E-06	0.0291	0.0054
Max P(x<X)-F(x<X)													0.9648
$\mu_y =$			2.6217	$\hat{\beta} =$			6.5243						
$\sigma_y =$			1.1396	$\hat{\alpha} =$			-0.4462						
a =			-1.1596	$\hat{\gamma}_0 =$			5.5326						
$\hat{\gamma}_y =$			-0.7830										

Continuación Tabla 20

10 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	$\overline{\text{Ln X}}$	$\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}}$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^2$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^3$	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right]}$	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)
59.87	4.092	2.358	1.735	3.009	5.219	4.17E-07	2.79E+05	1.26E-02	0.0015	0.9641
49.26	3.897	2.358	1.540	2.370	3.649	5.06E-07	7.97E+05	7.08E-03	0.0029	0.9282
43.93	3.783	2.358	1.425	2.031	2.894	5.68E-07	1.40E+06	5.05E-03	0.0040	0.8925
43.72	3.778	2.358	1.420	2.018	2.866	5.70E-07	1.43E+06	4.98E-03	0.0041	0.8580
40.90	3.711	2.358	1.354	1.832	2.480	6.10E-07	1.95E+06	4.09E-03	0.0049	0.8227
24.00	3.178	2.358	0.821	0.673	0.552	1.04E-06	1.66E+07	8.47E-04	0.0146	0.7785
22.20	3.100	2.358	0.743	0.551	0.409	1.12E-06	2.17E+07	6.73E-04	0.0164	0.7422
17.20	2.845	2.358	0.487	0.238	0.116	1.45E-06	5.01E+07	3.17E-04	0.0230	0.7011
16.80	2.821	2.358	0.464	0.215	0.100	1.48E-06	5.39E+07	2.96E-04	0.0236	0.6660
16.44	2.800	2.358	0.442	0.196	0.086	1.52E-06	5.76E+07	2.77E-04	0.0242	0.6310
16.20	2.785	2.358	0.428	0.183	0.078	1.54E-06	6.02E+07	2.65E-04	0.0246	0.5961
12.90	2.557	2.358	0.200	0.040	0.008	1.93E-06	1.17E+08	1.35E-04	0.0307	0.5555
10.38	2.340	2.358	-0.018	0.000	0.000	2.40E-06	2.12E+08	7.13E-05	0.0363	0.5154
10.20	2.322	2.358	-0.035	0.001	0.000	2.45E-06	2.22E+08	6.77E-05	0.0367	0.4805
9.60	2.262	2.358	-0.096	0.009	-0.001	2.60E-06	2.60E+08	5.66E-05	0.0382	0.4446
9.20	2.219	2.358	-0.138	0.019	-0.003	2.71E-06	2.89E+08	4.99E-05	0.0392	0.4091
8.76	2.170	2.358	-0.187	0.035	-0.007	2.85E-06	3.27E+08	4.32E-05	0.0403	0.3735
7.68	2.039	2.358	-0.319	0.102	-0.032	3.25E-06	4.52E+08	2.93E-05	0.0430	0.3363
7.38	1.999	2.358	-0.359	0.129	-0.046	3.38E-06	4.97E+08	2.60E-05	0.0437	0.3011
7.20	1.974	2.358	-0.383	0.147	-0.056	3.46E-06	5.27E+08	2.42E-05	0.0442	0.2662
7.00	1.946	2.358	-0.412	0.169	-0.070	3.56E-06	5.63E+08	2.23E-05	0.0447	0.2312
6.40	1.856	2.358	-0.501	0.251	-0.126	3.90E-06	6.93E+08	1.71E-05	0.0461	0.1952
5.91	1.777	2.358	-0.581	0.337	-0.196	4.22E-06	8.30E+08	1.35E-05	0.0473	0.1596
4.93	1.595	2.358	-0.762	0.581	-0.443	5.06E-06	1.23E+09	7.90E-06	0.0493	0.1231
4.50	1.504	2.358	-0.853	0.728	-0.622	5.54E-06	1.50E+09	6.04E-06	0.0500	0.0879
2.28	0.824	2.358	-1.533	2.351	-3.605	1.09E-05	5.56E+09	8.11E-07	0.0493	0.0542
1.41	0.347	2.358	-2.011	4.043	-8.129	1.76E-05	1.25E+10	1.98E-07	0.0438	0.0252
0.60	-0.511	2.358	-2.868	8.227	-23.599	4.16E-05	4.56E+10	1.57E-08	0.0298	0.0047
										0.9641
	2.358		9.50							
	1.043		-0.34							
	-0.737		5.57							
	-0.649									

Continuación Tabla 20

30 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	Ln X	Ln x-Ln X	(Ln x-Ln X) ²	(Ln x-Ln X) ³	$\frac{1}{x} \left \frac{\alpha}{\Gamma(\beta)} \right $	$\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right]}$	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)
31.5	3.4496	1.8601	1.5894	2.5263	4.0154	2.15E-11	3.14E+11	4.56E-04	0.0031	0.9624
29.1	3.3703	1.8601	1.5102	2.2806	3.4441	2.33E-11	5.27E+11	3.33E-04	0.0041	0.9269
24.5	3.1989	1.8601	1.3388	1.7923	2.3994	2.76E-11	1.51E+12	1.69E-04	0.0071	0.8895
18.4	2.9148	1.8601	1.0546	1.1122	1.1730	3.67E-11	7.33E+12	5.51E-05	0.0148	0.8472
17.6	2.8654	1.8601	1.0052	1.0105	1.0157	3.86E-11	9.46E+12	4.53E-05	0.0165	0.8110
17.2	2.8449	1.8601	0.9848	0.9698	0.9550	3.94E-11	1.05E+13	4.18E-05	0.0173	0.7758
16.2	2.7873	1.8601	0.9271	0.8596	0.7969	4.17E-11	1.40E+13	3.33E-05	0.0195	0.7391
15.2	2.7213	1.8601	0.8611	0.7416	0.6386	4.46E-11	1.94E+13	2.56E-05	0.0222	0.7020
9.1	2.2083	1.8601	0.3481	0.1212	0.0422	7.44E-11	1.89E+14	3.38E-06	0.0475	0.6421
8.4	2.1282	1.8601	0.2681	0.0719	0.0193	8.06E-11	2.61E+14	2.46E-06	0.0518	0.6034
8.0	2.0853	1.8601	0.2252	0.0507	0.0114	8.42E-11	3.09E+14	2.08E-06	0.0540	0.5667
6.8	1.9216	1.8601	0.0615	0.0038	0.0002	9.91E-11	5.78E+14	1.09E-06	0.0623	0.5239
6.5	1.8784	1.8601	0.0182	0.0003	0.0000	1.04E-10	6.79E+14	9.16E-07	0.0644	0.4873
6.3	1.8433	1.8601	-0.0169	0.0003	0.0000	1.07E-10	7.72E+14	7.98E-07	0.0660	0.4512
5.9	1.7766	1.8601	-0.0835	0.0070	-0.0006	1.15E-10	9.83E+14	6.13E-07	0.0690	0.4137
5.9	1.7700	1.8601	-0.0902	0.0081	-0.0007	1.15E-10	1.01E+15	5.97E-07	0.0693	0.3789
5.6	1.7228	1.8601	-0.1374	0.0189	-0.0026	1.21E-10	1.19E+15	4.95E-07	0.0713	0.3425
4.7	1.5369	1.8601	-0.3233	0.1045	-0.0338	1.46E-10	2.26E+15	2.38E-07	0.0782	0.3011
4.0	1.3888	1.8601	-0.4714	0.2222	-0.1047	1.69E-10	3.68E+15	1.32E-07	0.0823	0.2625
3.8	1.3350	1.8601	-0.5251	0.2758	-0.1448	1.78E-10	4.38E+15	1.07E-07	0.0835	0.2269
3.8	1.3257	1.8601	-0.5345	0.2857	-0.1527	1.80E-10	4.51E+15	1.03E-07	0.0837	0.1922
3.7	1.3016	1.8601	-0.5586	0.3120	-0.1743	1.84E-10	4.87E+15	9.37E-08	0.0841	0.1573
3.7	1.2964	1.8601	-0.5638	0.3178	-0.1792	1.85E-10	4.95E+15	9.18E-08	0.0842	0.1227
3.2	1.1548	1.8601	-0.7054	0.4975	-0.3509	2.13E-10	7.69E+15	5.25E-08	0.0861	0.0863
2.5	0.9083	1.8601	-0.9519	0.9061	-0.8625	2.73E-10	1.60E+16	1.98E-08	0.0866	0.0513
2.3	0.8242	1.8601	-1.0360	1.0732	-1.1118	2.97E-10	2.04E+16	1.42E-08	0.0860	0.0175
1.4	0.3468	1.8601	-1.5133	2.2902	-3.4659	4.79E-10	7.39E+16	2.15E-09	0.0762	0.0072
0.4	-0.8210	1.8601	-2.6811	7.1885	-19.2732	1.54E-09	1.10E+18	2.13E-11	0.0360	0.0016
										0.9624
1.860			13.98							
0.946			-0.25							
-0.453			5.40							
-0.535										

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.24993$ (Calculado); no se aceptó HP, porque no se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ (0.9647 > 0.24993).

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 120 minutos, se ajusta al Modelo Log Pearson 3 Parámetros

HA: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 120 minutos, no se ajustan al Modelo Log Pearson 3 Parámetros

Tabla 21

Modelo Log Pearson 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 120 minutos, para la Estación Jaén

Modelo Log Pearson 3 Parametros			5 minutos										
m	$P(x<X)$ $m/(N+1)$	$P(x<X)$ $1-P(x>X)$	Int. Ord. Desc.	Ln x	$\overline{Ln X}$	$Ln x - \overline{Ln X}$	$(Ln x - \overline{Ln X})^2$	$(Ln x - \overline{Ln X})^3$	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]}$	F(x<X)	$ P(x<X) - F(x<X) $
1	0.0345	0.9655	84.0	4.431	2.495	1.936	3.748	7.255	7.68E-28	1.72E+32	9.13E-09	0.001	0.9643
2	0.0690	0.9310	80.1	4.384	2.495	1.889	3.567	6.737	8.05E-28	2.24E+32	7.52E-09	0.001	0.9297
3	0.1034	0.8966	74.6	4.312	2.495	1.817	3.301	5.998	8.65E-28	3.33E+32	5.61E-09	0.002	0.8949
4	0.1379	0.8621	64.8	4.171	2.495	1.676	2.809	4.707	9.96E-28	7.14E+32	3.15E-09	0.002	0.8598
5	0.1724	0.8276	49.8	3.908	2.495	1.413	1.997	2.822	1.29E-27	2.78E+33	1.07E-09	0.004	0.8237
6	0.2069	0.7931	46.4	3.837	2.495	1.342	1.802	2.419	1.39E-27	3.96E+33	8.05E-10	0.004	0.7887
7	0.2414	0.7586	43.8	3.780	2.495	1.285	1.651	2.121	1.47E-27	5.27E+33	6.36E-10	0.005	0.7537
8	0.2759	0.7241	42.5	3.750	2.495	1.255	1.576	1.979	1.52E-27	6.08E+33	5.64E-10	0.005	0.7189
9	0.3103	0.6897	30.4	3.414	2.495	0.919	0.844	0.776	2.12E-27	2.99E+34	1.42E-10	0.009	0.6806
10	0.3448	0.6552	17.4	2.856	2.495	0.362	0.131	0.047	3.71E-27	3.43E+35	1.45E-11	0.018	0.6367
11	0.3793	0.6207	15.6	2.747	2.495	0.252	0.064	0.016	4.13E-27	5.38E+35	9.30E-12	0.021	0.6000
12	0.4138	0.5862	14.4	2.667	2.495	0.172	0.030	0.005	4.48E-27	7.45E+35	6.70E-12	0.0224	0.5638
13	0.4483	0.5517	13.2	2.580	2.495	0.085	0.007	0.001	4.89E-27	1.06E+36	4.69E-12	0.0242	0.5275
14	0.4828	0.5172	10.2	2.322	2.495	-0.173	0.030	-0.005	6.32E-27	2.90E+36	1.63E-12	0.0299	0.4873
15	0.5172	0.4828	10.0	2.299	2.495	-0.196	0.039	-0.008	6.47E-27	3.18E+36	1.48E-12	0.0305	0.4523
16	0.5517	0.4483	9.0	2.197	2.495	-0.298	0.089	-0.026	7.16E-27	4.66E+36	9.79E-13	0.0327	0.4156
17	0.5862	0.4138	6.9	1.932	2.495	-0.563	0.317	-0.179	9.35E-27	1.24E+37	3.30E-13	0.0384	0.3754
18	0.6207	0.3793	6.1	1.813	2.495	-0.682	0.465	-0.317	1.05E-26	1.90E+37	2.03E-13	0.0407	0.3386
19	0.6552	0.3448	6.0	1.792	2.495	-0.703	0.494	-0.348	1.07E-26	2.05E+37	1.86E-13	0.0411	0.3037
20	0.6897	0.3103	6.0	1.792	2.495	-0.703	0.494	-0.348	1.07E-26	2.05E+37	1.86E-13	0.0411	0.2692
21	0.7241	0.2759	5.1	1.625	2.495	-0.870	0.757	-0.659	1.27E-26	3.69E+37	9.41E-14	0.0441	0.2318
22	0.7586	0.2414	4.8	1.569	2.495	-0.926	0.858	-0.795	1.34E-26	4.48E+37	7.48E-14	0.0450	0.1964
23	0.7931	0.2069	4.6	1.517	2.495	-0.978	0.957	-0.937	1.42E-26	5.36E+37	6.04E-14	0.0458	0.1611
24	0.8276	0.1724	4.2	1.435	2.495	-1.060	1.123	-1.190	1.54E-26	7.07E+37	4.33E-14	0.0470	0.1255
25	0.8621	0.1379	3.8	1.345	2.495	-1.149	1.321	-1.519	1.68E-26	9.55E+37	3.00E-14	0.0481	0.0898
26	0.8966	0.1034	3.7	1.306	2.495	-1.189	1.413	-1.679	1.75E-26	1.09E+38	2.56E-14	0.0486	0.0549
27	0.9310	0.0690	3.0	1.099	2.495	-1.396	1.950	-2.722	2.15E-26	2.15E+38	1.09E-14	0.0505	0.0185
28	0.9655	0.0345	0.4	-1.022	2.495	-3.517	12.366	-43.486	1.79E-25	9.37E+40	1.86E-18	0.0313	0.0032

Max P(x<X)-F(x<X)													0.9643
$\mu_y =$		2.4949		$\hat{\beta} =$	26.4339								
$\sigma_y =$		1.2564		$\hat{\alpha} =$	-0.2444								
a =		-0.7712		$\hat{\gamma}_0 =$	8.9545								
$\hat{\gamma}_y =$		-0.3890											

Continuación Tabla 21

10 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	Ln X	Ln x-Ln X	(Ln x-Ln X)²	(Ln x-Ln X)³	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x)-y_o}{\alpha}\right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x)-y_o}{\alpha}\right]}$	F(x<X)	 P(x<X)- F(x<X)
75.99	4.331	2.384	1.946	3.788	7.374	9.44E-29	1.45E+33	8.43E-09	0.0012	0.9644
68.62	4.229	2.384	1.844	3.401	6.273	1.05E-28	2.71E+33	5.39E-09	0.0015	0.9295
67.64	4.214	2.384	1.830	3.349	6.128	1.06E-28	2.95E+33	5.06E-09	0.0016	0.8950
49.80	3.908	2.384	1.524	2.322	3.538	1.44E-28	1.74E+34	1.32E-09	0.0033	0.8588
46.40	3.837	2.384	1.453	2.111	3.068	1.55E-28	2.58E+34	9.69E-10	0.0039	0.8237
43.02	3.762	2.384	1.378	1.898	2.614	1.67E-28	3.90E+34	6.96E-10	0.0045	0.7886
28.44	3.348	2.384	0.964	0.928	0.895	2.52E-28	3.38E+35	1.13E-10	0.0097	0.7490
27.93	3.330	2.384	0.946	0.894	0.845	2.57E-28	3.69E+35	1.05E-10	0.0099	0.7142
22.88	3.130	2.384	0.746	0.556	0.415	3.14E-28	9.81E+35	4.36E-11	0.0134	0.6762
17.40	2.856	2.384	0.472	0.223	0.105	4.12E-28	3.54E+36	1.31E-11	0.0192	0.6360
12.90	2.557	2.384	0.173	0.030	0.005	5.56E-28	1.34E+37	3.54E-12	0.0264	0.5943
11.88	2.475	2.384	0.091	0.008	0.001	6.04E-28	1.92E+37	2.46E-12	0.0285	0.5577
10.50	2.351	2.384	-0.033	0.001	0.000	6.83E-28	3.24E+37	1.43E-12	0.0317	0.5200
8.40	2.128	2.384	-0.256	0.066	-0.017	8.54E-28	8.13E+37	5.39E-13	0.0374	0.4798
8.28	2.114	2.384	-0.270	0.073	-0.020	8.67E-28	8.62E+37	5.06E-13	0.0378	0.4450
8.10	2.092	2.384	-0.292	0.085	-0.025	8.86E-28	9.42E+37	4.59E-13	0.0383	0.4099
6.90	1.932	2.384	-0.453	0.205	-0.093	1.04E-27	1.78E+38	2.27E-13	0.0422	0.3716
6.13	1.813	2.384	-0.571	0.326	-0.186	1.17E-27	2.83E+38	1.35E-13	0.0449	0.3345
6.00	1.792	2.384	-0.592	0.351	-0.208	1.20E-27	3.08E+38	1.23E-13	0.0453	0.2995
5.40	1.686	2.384	-0.698	0.487	-0.340	1.33E-27	4.60E+38	7.76E-14	0.0475	0.2629
5.08	1.625	2.384	-0.760	0.577	-0.438	1.41E-27	5.81E+38	5.92E-14	0.0486	0.2272
4.80	1.569	2.384	-0.816	0.665	-0.543	1.50E-27	7.17E+38	4.63E-14	0.0496	0.1918
4.56	1.517	2.384	-0.868	0.753	-0.653	1.57E-27	8.70E+38	3.68E-14	0.0505	0.1564
4.20	1.435	2.384	-0.949	0.901	-0.855	1.71E-27	1.17E+39	2.58E-14	0.0517	0.1207
3.84	1.345	2.384	-1.039	1.079	-1.121	1.87E-27	1.63E+39	1.74E-14	0.0529	0.0850
3.69	1.306	2.384	-1.078	1.162	-1.253	1.94E-27	1.87E+39	1.47E-14	0.0534	0.0501
3.00	1.099	2.384	-1.286	1.653	-2.125	2.39E-27	3.91E+39	5.89E-15	0.0552	0.0138
0.36	-1.022	2.384	-3.406	11.600	-39.508	1.99E-26	2.67E+42	5.40E-19	0.0288	0.0057
										0.9644
2.384			27.13							
1.188			-0.23							
-0.643			8.57							
-0.384										

Continuación Tabla 21

30 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	Ln X	Ln x-Ln X	(Ln x-Ln X)2	(Ln x-Ln X)3	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x)-y_o}{\alpha}\right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x)-y_o}{\alpha}\right]}$	F(x<X)	 P(x<X)- F(x<X)
60.1	4.0960	2.0192	2.0768	4.3132	8.9577	9.05E-69	1.53E+82	7.72E-18	0.0011	0.9644
50.3	3.9183	2.0192	1.8991	3.6067	6.8496	1.08E-68	6.50E+82	2.52E-18	0.0018	0.9293
46.4	3.8373	2.0192	1.8181	3.3056	6.0101	1.17E-68	1.24E+83	1.51E-18	0.0022	0.8944
46.4	3.8364	2.0192	1.8172	3.3023	6.0011	1.17E-68	1.25E+83	1.50E-18	0.0022	0.8599
36.4	3.5946	2.0192	1.5754	2.4819	3.9100	1.49E-68	8.19E+83	3.26E-19	0.0040	0.8236
19.4	2.9658	2.0192	0.9467	0.8962	0.8484	2.80E-68	8.08E+85	6.17E-21	0.0140	0.7791
16.9	2.8249	2.0192	0.8057	0.6492	0.5230	3.23E-68	2.14E+86	2.53E-21	0.0175	0.7411
15.2	2.7239	2.0192	0.7048	0.4967	0.3501	3.57E-68	4.26E+86	1.34E-21	0.0204	0.7038
14.4	2.6638	2.0192	0.6447	0.4156	0.2679	3.79E-68	6.39E+86	9.17E-22	0.0222	0.6675
9.8	2.2824	2.0192	0.2632	0.0693	0.0182	5.55E-68	7.77E+87	8.25E-23	0.0356	0.6196
7.2	1.9685	2.0192	-0.0506	0.0026	-0.0001	7.59E-68	5.56E+88	1.14E-23	0.0481	0.5726
6.8	1.9228	2.0192	-0.0964	0.0093	-0.0009	7.95E-68	7.37E+88	8.53E-24	0.0500	0.5362
6.7	1.9021	2.0192	-0.1171	0.0137	-0.0016	8.12E-68	8.36E+88	7.49E-24	0.0508	0.5009
6.1	1.8132	2.0192	-0.2060	0.0424	-0.0087	8.87E-68	1.43E+89	4.27E-24	0.0544	0.4629
5.8	1.7604	2.0192	-0.2588	0.0670	-0.0173	9.35E-68	1.97E+89	3.06E-24	0.0564	0.4263
5.6	1.7228	2.0192	-0.2964	0.0878	-0.0260	9.71E-68	2.47E+89	2.41E-24	0.0579	0.3904
5.5	1.7047	2.0192	-0.3144	0.0989	-0.0311	9.89E-68	2.75E+89	2.15E-24	0.0586	0.3552
5.3	1.6677	2.0192	-0.3515	0.1235	-0.0434	1.03E-67	3.43E+89	1.71E-24	0.0600	0.3193
4.8	1.5581	2.0192	-0.4610	0.2125	-0.0980	1.14E-67	6.55E+89	8.54E-25	0.0640	0.2808
4.2	1.4375	2.0192	-0.5817	0.3384	-0.1968	1.29E-67	1.32E+90	3.99E-25	0.0681	0.2422
3.8	1.3455	2.0192	-0.6737	0.4539	-0.3058	1.42E-67	2.25E+90	2.23E-25	0.0710	0.2049
3.8	1.3403	2.0192	-0.6789	0.4609	-0.3129	1.42E-67	2.31E+90	2.16E-25	0.0711	0.1702
3.8	1.3388	2.0192	-0.6804	0.4629	-0.3150	1.43E-67	2.33E+90	2.14E-25	0.0712	0.1357
2.6	0.9708	2.0192	-1.0484	1.0991	-1.1523	2.06E-67	1.84E+91	2.10E-26	0.0794	0.0930
2.6	0.9555	2.0192	-1.0636	1.1313	-1.2034	2.09E-67	2.00E+91	1.90E-26	0.0796	0.0583
2.4	0.8755	2.0192	-1.1437	1.3080	-1.4960	2.27E-67	3.10E+91	1.15E-26	0.0806	0.0228
1.7	0.5306	2.0192	-1.4885	2.2157	-3.2982	3.20E-67	1.96E+92	1.30E-27	0.0816	0.0126
0.4	-1.0217	2.0192	-3.0408	9.2465	-28.1169	1.51E-66	3.79E+95	7.25E-32	0.0415	0.0070
										0.9644
2.019			52.51							
1.148			-0.16							
-0.513			10.34							
-0.276										

Continuación Tabla 21

60 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	Ln X	Ln x - Ln X	(Ln x - Ln X)²	(Ln x - Ln X)³	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right]}$	F(x<X)	 P(x<X)- F(x<X)
40.65	3.7050	1.6701	2.0349	4.1409	8.4265	1.26E-149	6.61E+179	1.77E-34	0.0015	0.9640
31.25	3.4421	1.6701	1.7720	3.1399	5.5639	1.64E-149	1.16E+181	1.64E-35	0.0031	0.9279
29.33	3.3787	1.6701	1.7086	2.9193	4.9879	1.75E-149	2.29E+181	9.25E-36	0.0037	0.8928
28.10	3.3358	1.6701	1.6657	2.7745	4.6215	1.83E-149	3.61E+181	6.28E-36	0.0041	0.8579
21.05	3.0469	1.6701	1.3768	1.8957	2.6100	2.44E-149	7.38E+182	4.61E-37	0.0083	0.8193
12.96	2.5622	1.6701	0.8921	0.7959	0.7101	3.96E-149	9.48E+184	5.76E-39	0.0216	0.7715
10.84	2.3830	1.6701	0.7129	0.5083	0.3624	4.74E-149	5.37E+185	1.14E-39	0.0290	0.7296
10.01	2.3040	1.6701	0.6340	0.4019	0.2548	5.13E-149	1.14E+186	5.58E-40	0.0327	0.6915
9.64	2.2662	1.6701	0.5961	0.3553	0.2118	5.33E-149	1.64E+186	3.96E-40	0.0345	0.6551
6.60	1.8871	1.6701	0.2170	0.0471	0.0102	7.78E-149	5.57E+187	1.29E-41	0.0557	0.5995
6.40	1.8563	1.6701	0.1862	0.0347	0.0065	8.03E-149	7.37E+187	9.73E-42	0.0576	0.5631
6.10	1.8083	1.6701	0.1382	0.0191	0.0026	8.42E-149	1.14E+188	6.31E-42	0.0606	0.5256
5.68	1.7370	1.6701	0.0669	0.0045	0.0003	9.04E-149	2.17E+188	3.31E-42	0.0650	0.4867
4.25	1.4469	1.6701	-0.2232	0.0498	-0.0111	1.21E-148	2.86E+189	2.40E-43	0.0830	0.4343
4.02	1.3913	1.6701	-0.2788	0.0777	-0.0217	1.28E-148	4.65E+189	1.45E-43	0.0863	0.3965
3.72	1.3137	1.6701	-0.3563	0.1270	-0.0453	1.38E-148	9.12E+189	7.21E-44	0.0907	0.3576
3.64	1.2915	1.6701	-0.3786	0.1433	-0.0543	1.41E-148	1.10E+190	5.89E-44	0.0919	0.3219
3.56	1.2705	1.6701	-0.3996	0.1597	-0.0638	1.44E-148	1.32E+190	4.87E-44	0.0931	0.2862
3.46	1.2413	1.6701	-0.4288	0.1839	-0.0788	1.48E-148	1.70E+190	3.74E-44	0.0946	0.2502
3.45	1.2384	1.6701	-0.4317	0.1864	-0.0805	1.49E-148	1.75E+190	3.65E-44	0.0948	0.2156
3.00	1.0994	1.6701	-0.5707	0.3257	-0.1859	1.71E-148	5.73E+190	1.04E-44	0.1017	0.1742
2.70	0.9929	1.6701	-0.6772	0.4586	-0.3105	1.90E-148	1.41E+191	3.96E-45	0.1062	0.1352
2.69	0.9904	1.6701	-0.6797	0.4620	-0.3140	1.91E-148	1.44E+191	3.87E-45	0.1063	0.1006
2.32	0.8416	1.6701	-0.8285	0.6864	-0.5687	2.21E-148	4.99E+191	1.01E-45	0.1114	0.0610
1.89	0.6343	1.6701	-1.0358	1.0728	-1.1112	2.72E-148	2.74E+192	1.55E-46	0.1157	0.0222
1.53	0.4246	1.6701	-1.2455	1.5513	-1.9321	3.36E-148	1.49E+193	2.32E-47	0.1167	0.0132
0.90	-0.1054	1.6701	-1.7754	3.1522	-5.5965	5.71E-148	9.50E+194	1.93E-49	0.1046	0.0356
0.36	-1.0217	1.6701	-2.6917	7.2454	-19.5026	1.43E-147	8.35E+197	4.87E-53	0.0579	0.0235
										0.9640
1.670			96.12							
1.084			-0.11							
-0.476			12.30							
-0.204										

Continuación Tabla 21

120 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	$\overline{\text{Ln X}}$	$\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}}$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^2$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^3$	$\frac{l}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]}$	F(x<X)	$ \text{P}(x<X) - \text{F}(x<X) $
26.65	3.2828	1.2128	2.0699	4.2847	8.8690	1.44E-167	1.12E+201	1.19E-37	0.0019	0.9636
15.80	2.7600	1.2128	1.5472	2.3937	3.7035	2.43E-167	4.79E+203	7.27E-40	0.0085	0.9226
15.41	2.7348	1.2128	1.5219	2.3162	3.5251	2.49E-167	6.36E+203	5.69E-40	0.0090	0.8875
15.40	2.7344	1.2128	1.5215	2.3150	3.5224	2.49E-167	6.39E+203	5.66E-40	0.0090	0.8530
12.65	2.5377	1.2128	1.3248	1.7551	2.3252	3.03E-167	5.69E+204	8.33E-41	0.0144	0.8132
9.50	2.2510	1.2128	1.0382	1.0778	1.1189	4.04E-167	1.27E+206	5.10E-42	0.0262	0.7669
6.48	1.8687	1.2128	0.6559	0.4302	0.2821	5.92E-167	6.97E+207	1.23E-43	0.0508	0.7078
6.28	1.8378	1.2128	0.6250	0.3906	0.2441	6.11E-167	9.57E+207	9.11E-44	0.0533	0.6709
5.74	1.7475	1.2128	0.5346	0.2858	0.1528	6.69E-167	2.40E+208	3.78E-44	0.0607	0.6289
5.21	1.6499	1.2128	0.4371	0.1911	0.0835	7.37E-167	6.44E+208	1.46E-44	0.0694	0.5858
4.96	1.6011	1.2128	0.3882	0.1507	0.0585	7.74E-167	1.05E+209	9.07E-45	0.0739	0.5468
4.25	1.4469	1.2128	0.2341	0.0548	0.0128	9.03E-167	4.87E+209	2.02E-45	0.0888	0.4974
3.96	1.3767	1.2128	0.1639	0.0269	0.0044	9.69E-167	9.71E+209	1.02E-45	0.0959	0.4559
3.42	1.2282	1.2128	0.0153	0.0002	0.0000	1.12E-166	4.12E+210	2.40E-46	0.1110	0.4062
2.66	0.9796	1.2128	-0.2333	0.0544	-0.0127	1.44E-166	4.43E+211	2.13E-47	0.1358	0.3469
2.46	0.8986	1.2128	-0.3142	0.0987	-0.0310	1.56E-166	9.49E+211	9.67E-48	0.1434	0.3049
2.32	0.8432	1.2128	-0.3697	0.1366	-0.0505	1.65E-166	1.59E+212	5.63E-48	0.1483	0.2654
2.27	0.8189	1.2128	-0.3939	0.1552	-0.0611	1.69E-166	2.00E+212	4.44E-48	0.1504	0.2289
2.16	0.7701	1.2128	-0.4427	0.1960	-0.0868	1.78E-166	3.15E+212	2.76E-48	0.1545	0.1903
2.05	0.7178	1.2128	-0.4950	0.2450	-0.1213	1.87E-166	5.10E+212	1.66E-48	0.1587	0.1517
1.60	0.4676	1.2128	-0.7452	0.5554	-0.4139	2.41E-166	5.01E+213	1.45E-49	0.1746	0.1012
1.50	0.4062	1.2128	-0.8066	0.6506	-0.5248	2.56E-166	8.70E+213	7.97E-50	0.1775	0.0639
1.49	0.4018	1.2128	-0.8111	0.6579	-0.5336	2.57E-166	9.06E+213	7.63E-50	0.1776	0.0293
1.47	0.3865	1.2128	-0.8263	0.6828	-0.5642	2.61E-166	1.04E+214	6.58E-50	0.1783	0.0058
1.12	0.1093	1.2128	-1.1036	1.2179	-1.3441	3.44E-166	1.21E+215	4.42E-51	0.1841	0.0461
0.93	-0.0773	1.2128	-1.2901	1.6644	-2.1474	4.15E-166	6.12E+215	7.17E-52	0.1822	0.0787
0.45	-0.7985	1.2128	-2.0114	4.0455	-8.1370	8.53E-166	2.57E+218	6.37E-55	0.1395	0.0705
0.36	-1.0217	1.2128	-2.2345	4.9930	-11.1568	1.07E-165	1.55E+219	7.24E-56	0.1199	0.0854
										0.9636
1.213			105.19							
1.053			-0.10							
-0.415			12.01							
-0.195										

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.24993$ (Calculado); no se aceptó HP, porque no se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ ($0.9644 > 0.24993$).

Hipótesis:

HP: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 480 minutos, se ajusta al Modelo Log Pearson 3 Parámetros

HA: las Intensidades Máximas de la Estación Jaén con duración hasta 480 minutos, no se ajustan al Modelo Log Pearson 3 Parámetros

Tabla 22

Modelo Log Pearson 3 Parámetros para Intensidades máximas (mm/hr) con duración de hasta 480 minutos, para la Estación Jaén

Modelo Log Pearson 3 Parametros				5 minutos									
m	P(x<X) m/(N+1)	P(x<X) 1-P(x>X)	Int. Ord. Desc.	Ln x	$\overline{\text{Ln X}}$	$\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}}$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^2$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^3$	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]}$	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)
1	0.0345	0.9655	90.0	4.500	2.028	2.472	6.109	15.098	1.95E-57	1.28E+67	1.50E-14	0.000	0.9651
2	0.0690	0.9310	53.6	3.982	2.028	1.954	3.818	7.461	3.26E-57	6.24E+68	8.30E-16	0.002	0.9293
3	0.1034	0.8966	35.2	3.561	2.028	1.533	2.350	3.601	4.97E-57	1.17E+70	7.87E-17	0.005	0.8920
4	0.1379	0.8621	33.9	3.523	2.028	1.495	2.234	3.339	5.17E-57	1.51E+70	6.36E-17	0.005	0.8571
5	0.1724	0.8276	25.9	3.256	2.028	1.227	1.506	1.849	6.75E-57	8.75E+70	1.43E-17	0.008	0.8192
6	0.2069	0.7931	21.0	3.047	2.028	1.018	1.037	1.056	8.32E-57	3.29E+71	4.43E-18	0.012	0.7810
7	0.2414	0.7586	21.0	3.045	2.028	1.016	1.033	1.050	8.34E-57	3.34E+71	4.38E-18	0.012	0.7464
8	0.2759	0.7241	16.6	2.809	2.028	0.781	0.610	0.477	1.05E-56	1.42E+72	1.18E-18	0.018	0.7066
9	0.3103	0.6897	15.9	2.766	2.028	0.738	0.545	0.402	1.10E-56	1.84E+72	9.24E-19	0.019	0.6710
10	0.3448	0.6552	11.5	2.438	2.028	0.410	0.168	0.069	1.53E-56	1.27E+73	1.48E-19	0.029	0.6266
11	0.3793	0.6207	10.9	2.388	2.028	0.360	0.130	0.047	1.61E-56	1.69E+73	1.12E-19	0.030	0.5905
12	0.4138	0.5862	9.6	2.266	2.028	0.237	0.056	0.013	1.82E-56	3.39E+73	5.61E-20	0.0345	0.5517
13	0.4483	0.5517	9.0	2.197	2.028	0.169	0.029	0.005	1.95E-56	4.97E+73	3.83E-20	0.0370	0.5147
14	0.4828	0.5172	6.6	1.887	2.028	-0.141	0.020	-0.003	2.65E-56	2.72E+74	6.76E-21	0.0488	0.4685
15	0.5172	0.4828	6.2	1.831	2.028	-0.197	0.039	-0.008	2.81E-56	3.67E+74	4.94E-21	0.0509	0.4319
16	0.5517	0.4483	5.9	1.777	2.028	-0.251	0.063	-0.016	2.96E-56	4.89E+74	3.66E-21	0.0529	0.3953
17	0.5862	0.4138	5.3	1.661	2.028	-0.368	0.135	-0.050	3.33E-56	9.05E+74	1.90E-21	0.0573	0.3565
18	0.6207	0.3793	5.3	1.658	2.028	-0.370	0.137	-0.051	3.34E-56	9.15E+74	1.88E-21	0.0574	0.3219
19	0.6552	0.3448	4.8	1.569	2.028	-0.460	0.211	-0.097	3.65E-56	1.46E+75	1.14E-21	0.0606	0.2842
20	0.6897	0.3103	4.6	1.529	2.028	-0.499	0.249	-0.124	3.79E-56	1.79E+75	9.14E-22	0.0620	0.2483
21	0.7241	0.2759	4.6	1.517	2.028	-0.511	0.261	-0.133	3.84E-56	1.90E+75	8.55E-22	0.0624	0.2134
22	0.7586	0.2414	3.4	1.232	2.028	-0.796	0.634	-0.505	5.11E-56	8.07E+75	1.73E-22	0.0714	0.1699
23	0.7931	0.2069	3.4	1.216	2.028	-0.812	0.659	-0.535	5.19E-56	8.72E+75	1.59E-22	0.0719	0.1350
24	0.8276	0.1724	2.0	0.693	2.028	-1.335	1.782	-2.380	8.76E-56	1.10E+77	8.51E-24	0.0816	0.0908
25	0.8621	0.1379	1.9	0.652	2.028	-1.376	1.893	-2.605	9.12E-56	1.33E+77	6.77E-24	0.0819	0.0560
26	0.8966	0.1034	1.8	0.588	2.028	-1.440	2.075	-2.989	9.73E-56	1.79E+77	4.72E-24	0.0823	0.0211
27	0.9310	0.0690	1.5	0.405	2.028	-1.623	2.633	-4.273	1.17E-55	4.15E+77	1.70E-24	0.0825	0.0136
28	0.9655	0.0345	0.3	-1.204	2.028	-3.232	10.447	-33.767	5.84E-55	3.73E+80	2.10E-28	0.0456	0.0111
Max P(x<X)-F(x<X)													0.9651
$\mu_y =$			2.0282	$\hat{\beta} =$			45.6538						
$\sigma_y =$			1.2081	$\hat{\alpha} =$			-0.1788						
a =			-0.5212	$\hat{\gamma}_0 =$			10.1908						
$\hat{\gamma}_Y =$			-0.2960										

Continuación Tabla 22

10 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	$\overline{\text{Ln X}}$	$\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}}$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^2$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^3$	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha}\right]}$	F(x<X)	$ \text{P}(x<X) - \text{F}(x<X) $
84.86	4.441	1.973	2.468	6.093	15.040	1.34E-52	1.01E+61	2.56E-13	0.0003	0.9652
39.11	3.666	1.973	1.694	2.869	4.860	2.90E-52	3.27E+63	3.45E-15	0.0033	0.9278
35.20	3.561	1.973	1.588	2.523	4.008	3.23E-52	6.77E+63	1.92E-15	0.0042	0.8924
33.88	3.523	1.973	1.550	2.404	3.726	3.35E-52	8.79E+63	1.55E-15	0.0046	0.8575
21.00	3.045	1.973	1.072	1.149	1.232	5.41E-52	2.02E+65	1.09E-16	0.0118	0.8157
20.71	3.031	1.973	1.058	1.119	1.184	5.48E-52	2.20E+65	1.01E-16	0.0121	0.7810
18.07	2.895	1.973	0.922	0.850	0.784	6.28E-52	5.14E+65	4.72E-17	0.0152	0.7434
16.60	2.809	1.973	0.837	0.700	0.586	6.84E-52	8.67E+65	2.94E-17	0.0174	0.7067
14.00	2.639	1.973	0.666	0.444	0.296	8.11E-52	2.42E+66	1.14E-17	0.0223	0.6673
11.45	2.438	1.973	0.466	0.217	0.101	9.91E-52	7.83E+66	3.74E-18	0.0290	0.6262
9.64	2.266	1.973	0.293	0.086	0.025	1.18E-51	2.10E+67	1.43E-18	0.0354	0.5853
9.59	2.261	1.973	0.289	0.083	0.024	1.18E-51	2.16E+67	1.39E-18	0.0356	0.5506
8.28	2.114	1.973	0.141	0.020	0.003	1.37E-51	4.91E+67	6.15E-19	0.0414	0.5104
6.60	1.887	1.973	-0.085	0.007	-0.001	1.72E-51	1.69E+68	1.74E-19	0.0506	0.4666
5.91	1.777	1.973	-0.195	0.038	-0.007	1.92E-51	3.03E+68	9.47E-20	0.0551	0.4277
5.26	1.661	1.973	-0.312	0.097	-0.030	2.16E-51	5.60E+68	4.94E-20	0.0598	0.3885
4.98	1.605	1.973	-0.367	0.135	-0.049	2.28E-51	7.46E+68	3.64E-20	0.0619	0.3519
4.85	1.580	1.973	-0.393	0.154	-0.061	2.34E-51	8.51E+68	3.16E-20	0.0629	0.3164
4.62	1.529	1.973	-0.443	0.196	-0.087	2.46E-51	1.10E+69	2.38E-20	0.0648	0.2800
4.40	1.482	1.973	-0.491	0.241	-0.118	2.58E-51	1.41E+69	1.83E-20	0.0665	0.2438
4.38	1.477	1.973	-0.496	0.246	-0.122	2.59E-51	1.44E+69	1.78E-20	0.0667	0.2092
3.38	1.216	1.973	-0.756	0.572	-0.432	3.36E-51	5.34E+69	4.19E-21	0.0752	0.1661
3.30	1.194	1.973	-0.779	0.606	-0.472	3.44E-51	5.97E+69	3.69E-21	0.0759	0.1310
2.00	0.693	1.973	-1.279	1.637	-2.094	5.68E-51	6.57E+70	2.28E-22	0.0851	0.0873
1.92	0.652	1.973	-1.320	1.743	-2.301	5.91E-51	7.94E+70	1.82E-22	0.0854	0.0525
1.80	0.588	1.973	-1.385	1.918	-2.655	6.31E-51	1.07E+71	1.27E-22	0.0857	0.0177
1.50	0.405	1.973	-1.567	2.456	-3.848	7.57E-51	2.46E+71	4.61E-23	0.0857	0.0167
0.30	-1.204	1.973	-3.177	10.090	-32.052	3.79E-50	1.98E+74	5.99E-27	0.0449	0.0104
										0.9652
1.973			42.72							
1.176			-0.18							
-0.497			9.66							
-0.306										

Continuación Tabla 22

30 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	Ln X	Ln x - Ln X̄	(Ln x - Ln X̄)²	(Ln x - Ln X̄)³	$\frac{1}{x} \left \frac{1}{\alpha} \Gamma(\beta) \right $	$\left[\frac{\ln(x) - y_o}{\alpha} \right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_o}{\alpha} \right]}$	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)
61.5714	4.1202	1.7060	2.4142	5.8285	14.0714	3.21E-230	2.13E+273	5.65E-48	0.0004	0.9651
26.8429	3.2900	1.7060	1.5840	2.5092	3.9746	7.37E-230	1.01E+278	6.41E-52	0.0048	0.9263
24.9200	3.2157	1.7060	1.5097	2.2792	3.4409	7.94E-230	2.53E+278	2.84E-52	0.0057	0.8908
18.0667	2.8941	1.7060	1.1881	1.4116	1.6771	1.09E-229	1.28E+280	8.43E-54	0.0118	0.8503
16.6000	2.8094	1.7060	1.1034	1.2176	1.3435	1.19E-229	3.52E+280	3.34E-54	0.0140	0.8136
14.9318	2.7035	1.7060	0.9975	0.9951	0.9926	1.32E-229	1.24E+281	1.05E-54	0.0172	0.7759
13.9549	2.6358	1.7060	0.9299	0.8647	0.8040	1.42E-229	2.74E+281	4.99E-55	0.0194	0.7392
9.7133	2.2735	1.7060	0.5675	0.3221	0.1828	2.04E-229	1.81E+283	9.48E-57	0.0349	0.6892
9.6364	2.2655	1.7060	0.5596	0.3131	0.1752	2.05E-229	1.98E+283	8.69E-57	0.0353	0.6543
7.8308	2.0581	1.7060	0.3521	0.1240	0.0437	2.53E-229	2.06E+284	8.97E-58	0.0466	0.6085
6.6000	1.8871	1.7060	0.1811	0.0328	0.0059	3.00E-229	1.37E+285	1.38E-58	0.0568	0.5638
6.0154	1.7943	1.7060	0.0884	0.0078	0.0007	3.29E-229	3.80E+285	5.01E-59	0.0626	0.5236
5.9143	1.7774	1.7060	0.0714	0.0051	0.0004	3.34E-229	4.57E+285	4.16E-59	0.0637	0.4881
5.2800	1.6639	1.7060	-0.0420	0.0018	-0.0001	3.75E-229	1.57E+286	1.20E-59	0.0708	0.4465
4.1600	1.4255	1.7060	-0.2804	0.0787	-0.0221	4.76E-229	2.02E+287	8.85E-61	0.0852	0.3975
4.1500	1.4231	1.7060	-0.2829	0.0800	-0.0226	4.77E-229	2.08E+287	8.62E-61	0.0853	0.3629
3.6500	1.2947	1.7060	-0.4112	0.1691	-0.0695	5.42E-229	8.06E+287	2.12E-61	0.0924	0.3213
3.6313	1.2896	1.7060	-0.4164	0.1734	-0.0722	5.45E-229	8.51E+287	2.00E-61	0.0927	0.2866
3.5900	1.2782	1.7060	-0.4278	0.1830	-0.0783	5.51E-229	9.59E+287	1.77E-61	0.0933	0.2515
3.5636	1.2708	1.7060	-0.4352	0.1894	-0.0824	5.55E-229	1.04E+288	1.63E-61	0.0937	0.2166
3.3750	1.2164	1.7060	-0.4896	0.2397	-0.1173	5.86E-229	1.83E+288	8.98E-62	0.0964	0.1794
3.2197	1.1693	1.7060	-0.5367	0.2880	-0.1546	6.14E-229	2.99E+288	5.37E-62	0.0987	0.1427
2.5733	0.9452	1.7060	-0.7608	0.5788	-0.4403	7.69E-229	3.02E+289	4.62E-63	0.1074	0.0995
2.0000	0.6931	1.7060	-1.0128	1.0258	-1.0389	9.89E-229	3.89E+290	2.93E-64	0.1127	0.0597
1.9200	0.6523	1.7060	-1.0536	1.1102	-1.1697	1.03E-228	5.85E+290	1.87E-64	0.1131	0.0249
1.8000	0.5878	1.7060	-1.1182	1.2503	-1.3981	1.10E-228	1.11E+291	9.25E-65	0.1134	0.0099
1.4000	0.3365	1.7060	-1.3695	1.8755	-2.5685	1.41E-228	1.33E+292	5.92E-66	0.1113	0.0423
0.3000	-1.2040	1.7060	-2.9099	8.4677	-24.6406	6.59E-228	2.11E+298	2.83E-73	0.0393	0.0048
										0.9651
1.706			135.21							
1.063			-0.09							
-0.206			14.06							
-0.172										

Continuación Tabla 22

60 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	Ln X	Ln x - Ln X	(Ln x - Ln X) ²	(Ln x - Ln X) ³	$\frac{1}{x} \left \frac{\alpha}{\Gamma(\beta)} \right $	$\left[\frac{\ln(x) - y_o}{\alpha} \right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_o}{\alpha} \right]}$	F(x<X)	$\left \frac{P(x<X) - F(x<X)}{F(x<X)} \right $
37.00	3.6109	1.3872	2.2237	4.9449	10.9960	4.27E-235	3.85E+280	6.44E-50	0.0011	0.9645
19.36	2.9632	1.3872	1.5760	2.4838	3.9145	8.17E-235	1.54E+284	5.38E-53	0.0067	0.9243
15.74	2.7561	1.3872	1.3689	1.8739	2.5652	1.00E-234	1.96E+285	5.58E-54	0.0110	0.8855
14.31	2.6613	1.3872	1.2741	1.6232	2.0681	1.10E-234	6.20E+285	1.98E-54	0.0136	0.8485
10.85	2.3842	1.3872	0.9970	0.9939	0.9909	1.46E-234	1.70E+287	9.54E-56	0.0236	0.8040
10.22	2.3248	1.3872	0.9376	0.8791	0.8243	1.55E-234	3.41E+287	4.98E-56	0.0263	0.7668
9.23	2.2222	1.3872	0.8350	0.6972	0.5821	1.71E-234	1.13E+288	1.62E-56	0.0314	0.7272
8.42	2.1302	1.3872	0.7430	0.5520	0.4101	1.88E-234	3.29E+288	5.92E-57	0.0366	0.6876
6.54	1.8784	1.3872	0.4912	0.2412	0.1185	2.42E-234	5.83E+289	3.77E-58	0.0531	0.6365
5.91	1.7774	1.3872	0.3902	0.1522	0.0594	2.67E-234	1.82E+290	1.25E-58	0.0606	0.5945
4.64	1.5355	1.3872	0.1483	0.0220	0.0033	3.40E-234	2.67E+291	8.85E-60	0.0803	0.5404
4.63	1.5315	1.3872	0.1443	0.0208	0.0030	3.42E-234	2.79E+291	8.46E-60	0.0806	0.5056
4.53	1.5116	1.3872	0.1244	0.0155	0.0019	3.49E-234	3.47E+291	6.81E-60	0.0823	0.4694
3.38	1.2164	1.3872	-0.1708	0.0292	-0.0050	4.68E-234	8.51E+292	2.69E-61	0.1074	0.4099
3.04	1.1110	1.3872	-0.2762	0.0763	-0.0211	5.20E-234	2.62E+293	8.51E-62	0.1159	0.3668
2.78	1.0207	1.3872	-0.3666	0.1344	-0.0493	5.70E-234	6.82E+293	3.16E-62	0.1230	0.3253
2.76	1.0152	1.3872	-0.3720	0.1384	-0.0515	5.73E-234	7.22E+293	2.98E-62	0.1234	0.2904
2.65	0.9746	1.3872	-0.4126	0.1703	-0.0703	5.97E-234	1.11E+294	1.91E-62	0.1264	0.2529
2.54	0.9302	1.3872	-0.4570	0.2089	-0.0955	6.24E-234	1.77E+294	1.18E-62	0.1295	0.2153
2.49	0.9128	1.3872	-0.4744	0.2251	-0.1068	6.35E-234	2.12E+294	9.72E-63	0.1307	0.1796
2.31	0.8369	1.3872	-0.5503	0.3028	-0.1666	6.85E-234	4.68E+294	4.24E-63	0.1358	0.1401
2.15	0.7670	1.3872	-0.6202	0.3846	-0.2385	7.34E-234	9.66E+294	1.97E-63	0.1400	0.1014
2.04	0.7152	1.3872	-0.6720	0.4516	-0.3035	7.73E-234	1.65E+295	1.12E-63	0.1428	0.0641
2.00	0.6931	1.3872	-0.6941	0.4817	-0.3343	7.91E-234	2.07E+295	8.79E-64	0.1440	0.0284
1.80	0.5878	1.3872	-0.7994	0.6391	-0.5109	8.78E-234	6.10E+295	2.78E-64	0.1488	0.0108
1.02	0.0179	1.3872	-1.3693	1.8749	-2.5672	1.55E-233	1.82E+298	5.44E-67	0.1539	0.0505
0.96	-0.0402	1.3872	-1.4274	2.0375	-2.9083	1.65E-233	3.22E+298	2.88E-67	0.1524	0.0835
0.30	-1.2040	1.3872	-2.5912	6.7142	-17.3977	5.27E-233	1.75E+303	8.50E-73	0.0784	0.0440
										0.9645
1.387			137.60							
1.072			-0.09							
-0.207			13.96							
-0.171										

Continuación Tabla 22

120 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	$\overline{\text{Ln X}}$	$\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}}$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^2$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^3$	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x) - y_o}{\alpha} \right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_o}{\alpha} \right]}$	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)
19.95	2.9932	0.9431	2.0502	4.2032	8.6172	1.54E-130	3.04E+156	4.70E-30	0.0022	0.9633
12.05	2.4891	0.9431	1.5460	2.3901	3.6951	2.54E-130	9.30E+158	4.39E-32	0.0104	0.9207
9.85	2.2875	0.9431	1.3444	1.8074	2.4299	3.11E-130	8.27E+159	6.77E-33	0.0174	0.8791
8.78	2.1725	0.9431	1.2294	1.5114	1.8582	3.49E-130	2.81E+160	2.33E-33	0.0229	0.8392
8.00	2.0794	0.9431	1.1364	1.2913	1.4675	3.83E-130	7.45E+160	9.85E-34	0.0281	0.7995
7.48	2.0117	0.9431	1.0686	1.1420	1.2204	4.10E-130	1.51E+161	5.26E-34	0.0325	0.7606
6.75	1.9095	0.9431	0.9665	0.9341	0.9028	4.54E-130	4.31E+161	2.04E-34	0.0399	0.7188
4.81	1.5708	0.9431	0.6277	0.3940	0.2473	6.37E-130	1.28E+163	8.83E-36	0.0721	0.6520
3.77	1.3263	0.9431	0.3832	0.1468	0.0563	8.13E-130	1.37E+164	9.15E-37	0.1020	0.5877
3.76	1.3242	0.9431	0.3811	0.1452	0.0554	8.15E-130	1.40E+164	8.98E-37	0.1023	0.5529
3.24	1.1767	0.9431	0.2336	0.0546	0.0128	9.45E-130	5.65E+164	2.29E-37	0.1222	0.4985
2.79	1.0257	0.9431	0.0827	0.0068	0.0006	1.10E-129	2.31E+165	5.65E-38	0.1432	0.4430
2.57	0.9439	0.9431	0.0008	0.0000	0.0000	1.19E-129	4.90E+165	2.65E-38	0.1545	0.3972
2.35	0.8565	0.9431	-0.0866	0.0075	-0.0006	1.30E-129	1.09E+166	1.18E-38	0.1665	0.3508
2.35	0.8553	0.9431	-0.0878	0.0077	-0.0007	1.30E-129	1.10E+166	1.16E-38	0.1666	0.3161
1.91	0.6494	0.9431	-0.2936	0.0862	-0.0253	1.60E-129	6.98E+166	1.73E-39	0.1929	0.2554
1.75	0.5596	0.9431	-0.3835	0.1470	-0.0564	1.75E-129	1.54E+167	7.51E-40	0.2030	0.2108
1.64	0.4927	0.9431	-0.4504	0.2029	-0.0914	1.87E-129	2.78E+167	4.04E-40	0.2100	0.1694
1.63	0.4863	0.9431	-0.4568	0.2087	-0.0953	1.88E-129	2.94E+167	3.80E-40	0.2106	0.1342
1.58	0.4574	0.9431	-0.4856	0.2358	-0.1145	1.94E-129	3.78E+167	2.91E-40	0.2134	0.0970
1.43	0.3600	0.9431	-0.5831	0.3400	-0.1982	2.14E-129	8.79E+167	1.18E-40	0.2218	0.0541
1.42	0.3509	0.9431	-0.5921	0.3506	-0.2076	2.16E-129	9.51E+167	1.09E-40	0.2225	0.0189
1.35	0.2965	0.9431	-0.6465	0.4180	-0.2702	2.28E-129	1.52E+168	6.56E-41	0.2264	0.0195
1.33	0.2814	0.9431	-0.6617	0.4378	-0.2897	2.31E-129	1.73E+168	5.70E-41	0.2274	0.0550
1.17	0.1564	0.9431	-0.7867	0.6189	-0.4869	2.62E-129	5.00E+168	1.79E-41	0.2342	0.0962
0.63	-0.4665	0.9431	-1.4096	1.9870	-2.8009	4.89E-129	8.26E+170	5.56E-44	0.2243	0.1209
0.57	-0.5665	0.9431	-1.5096	2.2788	-3.4401	5.40E-129	1.82E+171	2.20E-44	0.2167	0.1477
0.19	-1.6740	0.9431	-2.6170	6.8489	-17.9239	1.63E-128	7.46E+174	7.66E-49	0.0934	0.0590
										0.9633
0.943			86.53							
1.004			-0.11							
-0.217			10.28							
-0.215										

Continuación Tabla 22

240 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	$\overline{\text{Ln X}}$	$\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}}$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^2$	$(\text{Ln x} - \overline{\text{Ln X}})^3$	$\frac{1}{x} \left \frac{1}{\alpha} \Gamma(\beta) \right $	$\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right]}$	F(x<X)	$ \text{P}(x<X) - \text{F}(x<X) $
10.30	2.3319	0.4058	1.9261	3.7097	7.1452	3.03E-130	8.62E+156	2.05E-30	0.0054	0.9602
6.51	1.8726	0.4058	1.4668	2.1515	3.1558	4.79E-130	1.66E+159	2.69E-32	0.0214	0.9097
5.36	1.6785	0.4058	1.2727	1.6197	2.0614	5.82E-130	1.39E+160	4.31E-33	0.0349	0.8616
5.29	1.6666	0.4058	1.2608	1.5895	2.0040	5.89E-130	1.58E+160	3.85E-33	0.0359	0.8261
4.69	1.5446	0.4058	1.1387	1.2967	1.4766	6.66E-130	5.86E+160	1.22E-33	0.0476	0.7800
4.48	1.4985	0.4058	1.0927	1.1940	1.3046	6.97E-130	9.56E+160	7.89E-34	0.0526	0.7405
4.01	1.3884	0.4058	0.9826	0.9654	0.9486	7.78E-130	3.04E+161	2.79E-34	0.0661	0.6925
2.95	1.0805	0.4058	0.6747	0.4552	0.3071	1.06E-129	7.16E+162	1.53E-35	0.1158	0.6084
2.50	0.9170	0.4058	0.5112	0.2614	0.1336	1.25E-129	3.65E+163	3.27E-36	0.1488	0.5408
1.89	0.6378	0.4058	0.2320	0.0538	0.0125	1.65E-129	5.52E+164	2.34E-37	0.2131	0.4420
1.83	0.6067	0.4058	0.2009	0.0404	0.0081	1.70E-129	7.43E+164	1.75E-37	0.2206	0.4000
1.65	0.5028	0.4058	0.0970	0.0094	0.0009	1.89E-129	1.99E+165	6.56E-38	0.2459	0.3403
1.60	0.4675	0.4058	0.0617	0.0038	0.0002	1.95E-129	2.77E+165	4.70E-38	0.2545	0.2972
1.51	0.4110	0.4058	0.0052	0.0000	0.0000	2.07E-129	4.71E+165	2.76E-38	0.2682	0.2490
1.45	0.3716	0.4058	-0.0343	0.0012	0.0000	2.15E-129	6.79E+165	1.90E-38	0.2776	0.2051
1.18	0.1655	0.4058	-0.2403	0.0577	-0.0139	2.64E-129	4.51E+166	2.72E-39	0.3243	0.1240
1.15	0.1402	0.4058	-0.2656	0.0705	-0.0187	2.71E-129	5.68E+166	2.14E-39	0.3296	0.0842
1.00	-0.0026	0.4058	-0.4084	0.1668	-0.0681	3.13E-129	2.05E+167	5.56E-40	0.3570	0.0223
0.99	-0.0142	0.4058	-0.4200	0.1764	-0.0741	3.16E-129	2.28E+167	4.99E-40	0.3591	0.0142
0.89	-0.1122	0.4058	-0.5180	0.2683	-0.1390	3.49E-129	5.43E+167	1.98E-40	0.3748	0.0644
0.84	-0.1795	0.4058	-0.5853	0.3426	-0.2005	3.73E-129	9.82E+167	1.05E-40	0.3840	0.1082
0.83	-0.1924	0.4058	-0.5982	0.3578	-0.2141	3.78E-129	1.10E+168	9.28E-41	0.3856	0.1443
0.72	-0.3346	0.4058	-0.7404	0.5482	-0.4059	4.36E-129	3.78E+168	2.42E-41	0.4000	0.1931
0.68	-0.3838	0.4058	-0.7896	0.6235	-0.4923	4.58E-129	5.78E+168	1.52E-41	0.4034	0.2310
0.60	-0.5120	0.4058	-0.9179	0.8425	-0.7733	5.21E-129	1.73E+169	4.54E-42	0.4084	0.2705
0.38	-0.9583	0.4058	-1.3641	1.8608	-2.5383	8.13E-129	7.00E+170	6.74E-44	0.3837	0.2802
0.31	-1.1802	0.4058	-1.5860	2.5153	-3.9892	1.02E-128	4.16E+171	8.31E-45	0.3510	0.2820
0.13	-2.0491	0.4058	-2.4550	6.0268	-14.7955	2.42E-128	3.20E+174	2.28E-48	0.1768	0.1423
										0.9602
0.406			86.53							
0.986			-0.11							
-0.206			9.58							
-0.215										

Continuación Tabla 22

480 minutos										
Int. Ord. Desc.	Ln x	Ln X	Ln x-Ln X	(Ln x-Ln X) ²	(Ln x-Ln X) ³	$\frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)}$	$\left[\frac{\ln(x)-y_o}{\alpha}\right]^{\beta-1}$	$e^{-\left[\frac{\ln(x)-y_o}{\alpha}\right]}$	F(x<X)	P(x<X)-F(x<X)
5.20	1.6477	-0.2314	1.8791	3.5311	6.6355	3.19E-207	2.16E+249	1.64E-45	0.0113	0.9542
3.30	1.1941	-0.2314	1.4255	2.0319	2.8965	5.03E-207	1.00E+252	8.66E-48	0.0436	0.8874
2.98	1.0902	-0.2314	1.3216	1.7467	2.3085	5.58E-207	3.92E+252	2.61E-48	0.0570	0.8395
2.79	1.0251	-0.2314	1.2565	1.5789	1.9839	5.95E-207	9.15E+252	1.23E-48	0.0670	0.7951
2.53	0.9272	-0.2314	1.1586	1.3424	1.5554	6.57E-207	3.24E+253	3.96E-49	0.0843	0.7433
2.24	0.8054	-0.2314	1.0367	1.0748	1.1143	7.42E-207	1.53E+254	9.69E-50	0.1103	0.6828
2.01	0.6994	-0.2314	0.9308	0.8663	0.8063	8.25E-207	5.84E+254	2.85E-50	0.1371	0.6215
1.50	0.4032	-0.2314	0.6346	0.4027	0.2556	1.11E-206	2.27E+256	9.28E-52	0.2339	0.4902
1.28	0.2434	-0.2314	0.4747	0.2254	0.1070	1.30E-206	1.57E+257	1.46E-52	0.2987	0.3910
1.00	0.0000	-0.2314	0.2314	0.0535	0.0124	1.66E-206	2.81E+258	8.79E-54	0.4093	0.2458
0.95	-0.0461	-0.2314	0.1852	0.0343	0.0064	1.74E-206	4.81E+258	5.16E-54	0.4313	0.1894
0.92	-0.0830	-0.2314	0.1484	0.0220	0.0033	1.80E-206	7.39E+258	3.37E-54	0.4489	0.1373
0.86	-0.1545	-0.2314	0.0769	0.0059	0.0005	1.94E-206	1.69E+259	1.47E-54	0.4832	0.0685
0.84	-0.1773	-0.2314	0.0540	0.0029	0.0002	1.98E-206	2.20E+259	1.13E-54	0.4941	0.0232
0.79	-0.2414	-0.2314	-0.0100	0.0001	0.0000	2.11E-206	4.60E+259	5.40E-55	0.5244	0.0417
0.59	-0.5209	-0.2314	-0.2895	0.0838	-0.0243	2.79E-206	1.08E+261	2.14E-56	0.6470	0.1987
0.58	-0.5461	-0.2314	-0.3148	0.0991	-0.0312	2.87E-206	1.44E+261	1.60E-56	0.6568	0.2430
0.54	-0.6093	-0.2314	-0.3779	0.1428	-0.0540	3.05E-206	2.90E+261	7.69E-57	0.6800	0.3007
0.51	-0.6685	-0.2314	-0.4371	0.1910	-0.0835	3.24E-206	5.57E+261	3.88E-57	0.7001	0.3553
0.45	-0.7900	-0.2314	-0.5586	0.3120	-0.1743	3.66E-206	2.11E+262	9.53E-58	0.7352	0.4248
0.44	-0.8259	-0.2314	-0.5945	0.3535	-0.2102	3.79E-206	3.12E+262	6.29E-58	0.7439	0.4680
0.43	-0.8557	-0.2314	-0.6243	0.3897	-0.2433	3.91E-206	4.31E+262	4.46E-58	0.7504	0.5090
0.41	-0.8855	-0.2314	-0.6541	0.4279	-0.2799	4.02E-206	5.95E+262	3.16E-58	0.7564	0.5495
0.35	-1.0518	-0.2314	-0.8204	0.6731	-0.5522	4.75E-206	3.55E+263	4.62E-59	0.7788	0.6064
0.33	-1.0959	-0.2314	-0.8645	0.7473	-0.6461	4.97E-206	5.67E+263	2.78E-59	0.7815	0.6435
0.21	-1.5553	-0.2314	-1.3239	1.7527	-2.3204	7.86E-206	6.77E+265	1.37E-61	0.7308	0.6274
0.16	-1.8171	-0.2314	-1.5857	2.5144	-3.9871	1.02E-205	9.53E+266	6.66E-63	0.6491	0.5802
0.08	-2.5903	-0.2314	-2.3589	5.5643	-13.1256	2.21E-205	1.72E+270	8.77E-67	0.3339	0.2994
										0.9542
	-0.231		124.84							
	0.967		-0.09							
	-0.161		10.57							
	-0.179									

El Nivel de significancia es de 5%, para N=28 el valor de Kolmogorov es $\Delta_0 = 0.24993$; comparando con $\Delta_{max} = 0.24993$ (Calculado); no se aceptó HP, porque no se cumplió la condición $\Delta_{max} < \Delta_0$ ($0.9652 > 0.24993$).

3.7.2.7. Simulación del modelo

La simulación del modelo se determinó de la siguiente manera:

Calculando probabilidad de ocurrencia de un evento, en función de la variable y de los parámetros estadísticos:

$$F(x > X) = f(x, \alpha, \beta)$$

Se realiza comparando la probabilidad simulada $F(x < X)$ obtenida a partir de la ecuación

$$F(x < X) = \exp(-\exp(-\alpha(x - \beta))) \quad [45]$$

Y la probabilidad observada $P(x < X)$ obtenido de un modelo empírico de probabilidad acumulada; que para muestras pequeñas no agrupadas, se recomienda usar la probabilidad de Weibull, la misma que para datos ordenados descendientemente se expresa como:

$$P(x < X) = 1 - P(x > X) \quad [46]$$

$P(x > X)$: probabilidad acumulada de que cualquier evento x será mayor que determinado evento X .

$P(x < X)$: probabilidad acumulada de que cualquier evento x será menor que determinado evento X .

El tiempo de retorno es la inversa de la probabilidad, pero, el tiempo de retorno depende de dos variables importantes, la falla de predicción de la variable ($J\%$) y el número de años (N) en que se puede presentar dicho variable.

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - J)^{\frac{1}{N}}}$$

J =riesgo de falla al predecir la variable

N =numero de años en que se puede presentar el evento

3.7.2.8. Diseño gráfico de las curvas IDF para la Estación Jaén

Una vez simulado el modelo probabilístico para la estación y las duraciones respectivas, se graficó y se determinó las ecuaciones de las curvas Intensidad – Duración –Frecuencia utilizando el Software Excel.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Selección del modelo de variable extrema

Tabla 23

Máxima desviación absoluta (Δ_{max}) Vs valor crítico de Kolmogorov (Δ_0) para Intensidades máximas (mm/hr) con duración hasta 480 minutos de la Estación Jaén.

Duración (minutos)	Máxima desviación absoluta Δ_{max}			valor crítico de Kolmogorov Δ_0
	Gumbel	Log Normal 3 parámetros	Log Pearson 3 parámetros	
5	0.1926	0.9649	0.9651	0.2499
10	0.1953	0.9650	0.9652	0.2499
30	0.2010	0.9649	0.9651	0.2499
60	0.1689	0.9642	0.9645	0.2499
120	0.1537	0.9624	0.9633	0.2499
240	0.1696	0.9583	0.9602	0.2499
480	0.1656	0.9507	0.9542	0.2499
Si $\Delta_{max} < \Delta_0$, se acepta el modelo probabilístico	$0.2010 < \Delta_0$	$0.9650 > \Delta_0$	$0.9652 > \Delta_0$	

Para la Distribución de Variable Extrema Gumbel se cumplió $0.2010 < \Delta_0$, indicando que la prueba del modelo es no significativa; lo que significa, que el modelo describe con precisión las características muestrales al 5% de significancia.

Tabla 24

Máxima desviación absoluta (Δ_{max}) Vs valor crítico de Kolmogorov (Δ_0) para Intensidades máximas (mm/hr) con duración hasta 120 minutos de la Estación Jaén.

Duración (minutos)	Máxima desviación absoluta (Δ_{max})			valor crítico de Kolmogorov Δ_0
	Gumbel	Log Normal 3 parámetros	Log Pearson 3 parámetros	
5	0.1880	0.9640	0.9643	0.2499
10	0.1918	0.9640	0.9644	0.2499
30	0.2325	0.9640	0.9644	0.2499
60	0.1949	0.9644	0.9640	0.2499
120	0.1524	0.9626	0.9636	0.2499
Si $\Delta_{max} < \Delta_0$, se acepta el modelo probabilístico	$0.2325 < \Delta_0$	$0.9644 > \Delta_0$	$0.9644 > \Delta_0$	

Para la Distribución de Variable Extrema Gumbel se observó $0.2325 < \Delta_0$, indicando que la prueba del modelo es no significativa; lo que significa, que el modelo describe con precisión las características muestrales al 5% de significancia.

Tabla 25

Máxima desviación absoluta ($\Delta_{m\acute{a}x}$) Vs valor crítico de Kolmogorov (Δ_0) para Intensidades máximas (mm/hr) con duración hasta 30 minutos.

Duración (minutos)	Máxima desviación absoluta ($\Delta_{m\acute{a}x}$)			valor crítico de Kolmogorov Δ_0
	Gumbel	Log Normal 3 parámetros	Log Pearson 3 parámetros	
5	0.1348	0.9645	0.9648	0.2499
10	0.1573	0.9636	0.9641	0.2499
30	0.1549	0.9615	0.9624	0.2499
Si $\Delta_{m\acute{a}x} < \Delta_0$, se acepta el modelo probabilístico	$0.1573 < \Delta_0$	$0.9645 > \Delta_0$	$0.9648 > \Delta_0$	

Para la Distribución de Variable Extrema Gumbel se observó $0.1573 < \Delta_0$, indicando que la prueba del modelo es no significativa; lo que significa, que el modelo describe con precisión las características muestrales al 5% de significancia.

4.2. Estimación de parámetros del modelo Gumbel

Tabla 26

Parámetros estadísticos, de intensidades con duraciones hasta 480min para la estación Jaén

Año	Duración						
	5min	10min	30min	60min	120min	240min	480min
α	0.0661	0.0730	0.1038	0.1673	0.2925	0.5470	1.0679
β	6.2581	5.5817	3.9962	3.1242	2.1527	1.2979	0.6847
N	28	28	28	28	28	28	28

Tabla 27

Parámetros estadísticos, de intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos para la Estación Jaén

Año	Duración				
	5min	10min	30min	60min	120min
α	0.0491	0.0572	0.0754	0.1202	0.2064
β	11.8413	9.9872	6.4266	4.4890	2.8652
N	28	28	28	28	28

Tabla 28

Parámetros estadísticos, de intensidades máximas con duraciones hasta 30 minutos para la Estación Jaén.

Año	Intensidades máximas ordenadas (mm/hr)		
	5min	10min	30min
α	0.0552	0.0803	0.1520
β	12.6101	9.4816	5.6923
N	28	28	28

4.3. Simulación del modelo Gumbel

Tabla 29

Intensidades máximas con duraciones hasta 480 minutos para la Estación Jaén.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración						
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min	240 min	480 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr)						
			$x = \beta - \frac{1}{\alpha} \times \ln \times \left[-\ln \times \left(1 - \frac{1}{Tr} \right) \right]$						
5	2	247	89.68	81.05	57.07	36.07	21.00	11.37	5.85
	5	97	75.57	68.29	48.10	30.50	17.81	9.67	4.97
	10	47	64.68	58.44	41.17	26.20	15.35	8.35	4.30
	15	31	58.12	52.50	36.99	23.61	13.87	7.56	3.89
	20	22	53.32	48.16	33.94	21.71	12.78	6.98	3.60
	25	17	49.48	44.68	31.49	20.19	11.92	6.52	3.36
	30	14	46.22	41.74	29.42	18.91	11.18	6.12	3.16
	40	10	40.79	36.82	25.96	16.76	9.95	5.47	2.82
	50	7	36.17	32.64	23.02	14.94	8.91	4.91	2.54
	60	5	31.94	28.82	20.34	13.27	7.95	4.40	2.27
	70	4	27.81	25.08	17.71	11.64	7.02	3.90	2.02
	75	4	25.67	23.15	16.35	10.79	6.54	3.64	1.89
	80	3	23.42	21.10	14.91	9.90	6.03	3.37	1.75
	90	2	17.99	16.20	11.46	7.76	4.80	2.72	1.41
100	1	-	-	-	-	-	-	-	
10	2	495	100.17	90.54	63.75	40.22	23.37	12.64	6.49
	5	195	86.07	77.78	54.77	34.65	20.18	10.94	5.62
	10	95	75.17	67.93	47.84	30.34	17.72	9.62	4.95
	15	62	68.61	61.99	43.67	27.75	16.24	8.83	4.54
	20	4	63.81	57.65	40.61	25.86	15.15	8.25	4.25
	25	35	59.97	54.17	38.17	24.34	14.29	7.78	4.01
	30	28	56.71	51.23	36.10	23.05	13.55	7.39	3.81
	40	20	51.28	46.31	32.64	20.91	12.32	6.74	3.47
	50	14	46.66	42.13	29.70	19.08	11.28	6.18	3.18
	60	11	42.43	38.31	27.01	17.41	10.32	5.67	2.92
	70	8	38.30	34.57	24.38	15.78	9.39	5.17	2.67
	75	7	36.17	32.64	23.02	14.94	8.91	4.91	2.54
	80	6	33.91	30.60	21.59	14.05	8.40	4.64	2.40
	90	4	28.49	25.69	18.14	11.90	7.17	3.98	2.06
100	1	-	-	-	-	-	-	-	
15	2	742	106.31	96.10	67.65	42.64	24.75	13.38	6.87
	5	292	92.20	83.34	58.68	37.07	21.57	11.68	6.00
	10	142	81.31	73.48	51.75	32.77	19.11	10.36	5.33
	15	92	74.75	67.55	47.57	30.18	17.62	9.57	4.92
	20	67	69.95	63.20	44.52	28.28	16.54	8.99	4.63
	25	52	66.10	59.73	42.07	26.76	15.67	8.53	4.39
	30	42	62.85	56.78	40.00	25.48	14.94	8.13	4.19
	40	29	57.41	51.86	36.54	23.33	13.71	7.48	3.85
	50	22	52.79	47.68	33.60	21.51	12.66	6.92	3.56
	60	16	48.57	43.86	30.92	19.84	11.71	6.41	3.30
70	12	44.44	40.12	28.29	18.20	10.78	5.91	3.05	

Continuación Tabla 29

75	11	42.30	38.19	26.93	17.36	10.29	5.65	2.91	
80	9	40.04	36.15	25.49	16.47	9.78	5.38	2.78	
90	7	34.62	31.24	22.04	14.33	8.56	4.72	2.44	
100	1	-	-	-	-	-	-	-	
20	2	990	110.66	100.04	70.42	44.36	25.74	13.91	7.14
	5	390	96.56	87.28	61.45	38.79	22.55	12.20	6.27
	10	190	85.66	77.42	54.52	34.49	20.09	10.89	5.60
	15	123	79.10	71.48	50.34	31.90	18.61	10.10	5.19
	20	90	74.30	67.14	47.29	30.00	17.52	9.52	4.89
	25	70	70.46	63.66	44.84	28.48	16.66	9.05	4.66
	30	56	67.20	60.72	42.77	27.20	15.92	8.66	4.46
	40	39	61.77	55.80	39.31	25.05	14.69	8.00	4.12
	50	29	57.15	51.62	36.37	23.23	13.65	7.44	3.83
	60	22	52.92	47.80	33.69	21.56	12.69	6.93	3.57
	70	17	48.79	44.06	31.06	19.92	11.76	6.43	3.32
	75	14	46.66	42.13	29.70	19.08	11.28	6.18	3.18
	80	12	44.40	40.09	28.26	18.19	10.77	5.90	3.04
	90	9	38.98	35.18	24.81	16.05	9.54	5.25	2.71
	100	1	-	-	-	-	-	-	-
30	2	1485	116.80	105.59	74.32	46.79	27.12	14.65	7.52
	5	585	102.69	92.83	65.35	41.22	23.94	12.95	6.65
	10	285	91.80	82.97	58.42	36.91	21.48	11.63	5.98
	15	185	85.24	77.04	54.25	34.32	19.99	10.84	5.57
	20	134	80.44	72.70	51.19	32.43	18.91	10.26	5.27
	25	104	76.60	69.22	48.75	30.91	18.04	9.79	5.04
	30	84	73.34	66.27	46.68	29.62	17.31	9.40	4.84
	40	59	67.91	61.35	43.22	27.47	16.08	8.74	4.50
	50	43	63.29	57.18	40.28	25.65	15.03	8.19	4.21
	60	33	59.06	53.35	37.59	23.98	14.08	7.68	3.95
	70	25	54.93	49.61	34.96	22.35	13.15	7.18	3.70
	75	22	52.79	47.68	33.60	21.51	12.66	6.92	3.56
	80	19	50.54	45.64	32.17	20.61	12.15	6.65	3.42
	90	13	45.11	40.74	28.72	18.47	10.93	5.99	3.09
	100	1	-	-	-	-	-	-	-
40	2	1980	121.15	109.53	77.10	48.51	28.11	15.17	7.79
	5	780	107.05	96.77	68.12	42.94	24.92	13.47	6.92
	10	380	96.15	86.91	61.19	38.63	22.46	12.16	6.25
	15	246	89.59	80.98	57.02	36.04	20.98	11.36	5.84
	20	179	84.80	76.64	53.96	34.15	19.89	10.78	5.54
	25	139	80.95	73.16	51.52	32.63	19.02	10.32	5.31
	30	112	77.70	70.21	49.45	31.34	18.29	9.93	5.10
	40	78	72.26	65.29	45.99	29.19	17.06	9.27	4.77
	50	58	67.64	61.11	43.05	27.37	16.02	8.71	4.48
	60	44	63.42	57.29	40.36	25.70	15.06	8.20	4.22
	70	33	59.28	53.55	37.73	24.07	14.13	7.70	3.97
	75	29	57.15	51.62	36.37	23.23	13.65	7.44	3.83
	80	25	54.89	49.58	34.94	22.33	13.14	7.17	3.69
	90	17	49.47	44.67	31.49	20.19	11.91	6.52	3.36
	100	1	-	-	-	-	-	-	-

Continuación Tabla 29

50	2	2475	124.53	112.58	79.24	49.84	28.87	15.58	8.00
	5	975	110.43	99.82	70.27	44.27	25.68	13.88	7.13
	10	475	99.53	89.97	63.34	39.97	23.22	12.56	6.46
	15	30	92.97	84.03	59.17	37.37	21.74	11.77	6.05
	20	224	88.17	79.69	56.11	35.48	20.66	11.19	5.75
	25	174	84.33	76.21	53.67	33.96	19.79	10.73	5.51
	30	140	81.07	73.27	51.60	32.68	19.05	10.33	5.31
	40	98	75.64	68.35	48.14	30.53	17.82	9.68	4.98
	50	72	71.02	64.17	45.20	28.70	16.78	9.12	4.69
	60	55	66.79	60.35	42.51	27.03	15.83	8.61	4.43
	70	42	62.66	56.61	39.88	25.40	14.89	8.11	4.17
	75	36	60.53	54.68	38.52	24.56	14.41	7.85	4.04
	80	31	58.27	52.63	37.09	23.67	13.90	7.58	3.90
90	22	52.85	47.73	33.64	21.53	12.68	6.92	3.57	
100	1	-	-	-	-	-	-	-	
60	2	2970	127.29	115.08	81.00	50.93	29.49	15.92	8.17
	5	1170	113.19	102.32	72.03	45.36	26.31	14.21	7.30
	10	569	102.29	92.46	65.10	41.06	23.85	12.90	6.63
	15	369	95.73	86.53	60.92	38.46	22.36	12.10	6.22
	20	269	90.93	82.19	57.87	36.57	21.28	11.52	5.92
	25	209	87.09	78.71	55.42	35.05	20.41	11.06	5.69
	30	168	83.83	75.77	53.35	33.77	19.68	10.67	5.48
	40	117	78.40	70.85	49.89	31.62	18.45	10.01	5.15
	50	87	73.78	66.67	46.95	29.79	17.40	9.45	4.86
	60	65	69.55	62.85	44.27	28.12	16.45	8.94	4.60
	70	50	65.42	59.11	41.64	26.49	15.52	8.44	4.35
	75	43	63.29	57.18	40.28	25.65	15.03	8.19	4.21
	80	37	61.03	55.13	38.84	24.76	14.52	7.91	4.07
90	26	55.61	50.23	35.39	22.62	13.30	7.26	3.74	
100	1	-	-	-	-	-	-	-	
70	2	3465	129.62	117.19	82.48	51.85	30.02	16.20	8.32
	5	1365	115.52	104.43	73.51	46.28	26.83	14.49	7.44
	10	664	104.62	94.57	66.58	41.98	24.37	13.18	6.77
	15	431	98.06	88.64	62.41	39.39	22.89	12.39	6.36
	20	314	93.27	84.30	59.35	37.49	21.81	11.81	6.07
	25	243	89.42	80.82	56.91	35.97	20.94	11.34	5.83
	30	196	86.17	77.88	54.84	34.69	20.20	10.95	5.63
	40	137	80.73	72.96	51.38	32.54	18.98	10.29	5.29
	50	101	76.11	68.78	48.44	30.71	17.93	9.73	5.01
	60	76	71.89	64.96	45.75	29.05	16.98	9.22	4.75
	70	58	67.75	61.22	43.12	27.41	16.04	8.72	4.49
	75	51	65.62	59.29	41.76	26.57	15.56	8.47	4.36
	80	44	63.36	57.24	40.33	25.68	15.05	8.19	4.22
90	30	57.94	52.34	36.88	23.54	13.83	7.54	3.88	
100	1	-	-	-	-	-	-	-	
75	2	3712	130.67	118.14	83.15	52.26	30.26	16.32	8.38
	5	1462	116.56	105.38	74.18	46.69	27.07	14.62	7.51
	10	712	105.67	95.52	67.24	42.39	24.61	13.30	6.84
	15	461	99.11	89.58	63.07	39.80	23.13	12.51	6.43
	20	336	94.31	85.24	60.02	37.90	22.04	11.93	6.13

Continuación Tabla 29

25	261	90.46	81.76	57.57	36.38	21.17	11.47	5.89
30	210	87.21	78.82	55.50	35.10	20.44	11.08	5.69
40	147	81.77	73.90	52.04	32.95	19.21	10.42	5.36
50	108	77.15	69.72	49.10	31.13	18.17	9.86	5.07
60	82	72.93	65.90	46.42	29.46	17.21	9.35	4.81
70	62.	68.80	62.16	43.79	27.83	16.28	8.85	4.55
75	54	66.66	60.23	42.43	26.98	15.80	8.59	4.42
80	47	64.40	58.19	40.99	26.09	15.29	8.32	4.28
90	33	58.98	53.28	37.54	23.95	14.06	7.67	3.95
100	1	-	-	-	-	-	-	-
2	3960	131.64	119.02	83.77	52.65	30.48	16.44	8.44
5	1560	117.54	106.26	74.80	47.08	27.29	14.74	7.57
10	759	106.64	96.40	67.87	42.78	24.83	13.42	6.90
15	492	100.08	90.47	63.69	40.18	23.35	12.63	6.49
20	359	95.29	86.13	60.64	38.29	22.26	12.05	6.19
25	278	91.44	82.65	58.19	36.77	21.39	11.59	5.95
30	224	88.19	79.70	56.12	35.49	20.66	11.19	5.75
80	40	82.75	74.79	52.66	33.34	19.43	10.54	5.42
	50	78.13	70.61	49.72	31.51	18.39	9.98	5.13
	60	73.91	66.78	47.04	29.84	17.43	9.47	4.87
	70	69.77	63.05	44.41	28.21	16.50	8.97	4.61
	75	67.64	61.11	43.05	27.37	16.02	8.71	4.48
	80	65.38	59.07	41.61	26.48	15.51	8.44	4.34
	90	59.96	54.17	38.16	24.34	14.28	7.78	4.01
100	1	-	-	-	-	-	-	-
2	4455	133.43	120.63	84.90	53.35	30.88	16.66	8.55
5	1755	119.32	107.87	75.93	47.78	27.69	14.95	7.68
10	854	108.43	98.02	69.00	43.48	25.23	13.64	7.01
15	554	101.87	92.08	64.83	40.89	23.75	12.85	6.60
20	403	97.07	87.74	61.77	38.99	22.67	12.27	6.30
25	313	93.22	84.26	59.33	37.47	21.80	11.80	6.07
30	252	89.97	81.32	57.26	36.19	21.06	11.41	5.86
90	40	84.53	76.40	53.80	34.04	19.83	10.75	5.53
	50	79.91	72.22	50.86	32.22	18.79	10.19	5.24
	60	75.69	68.40	48.17	30.55	17.84	9.68	4.98
	70	71.56	64.66	45.54	28.92	16.90	9.18	4.72
	75	69.42	62.73	44.18	28.07	16.42	8.93	4.59
	80	67.16	60.68	42.75	27.18	15.91	8.65	4.45
	90	61.74	55.78	39.30	25.04	14.69	8.00	4.12
100	1	-	-	-	-	-	-	-
2	4950	135.02	122.07	85.92	53.98	31.24	16.85	8.65
5	1950	120.92	109.32	76.95	48.41	28.05	15.15	7.78
10	949	110.02	99.46	70.01	44.11	25.59	13.83	7.10
15	615	103.46	93.52	65.84	41.52	24.11	13.04	6.70
20	448	98.66	89.18	62.79	39.62	23.03	12.46	6.40
100	25	94.82	85.70	60.34	38.10	22.16	11.99	6.16
	30	91.57	82.76	58.27	36.82	21.42	11.60	5.96
	40	86.13	77.84	54.81	34.67	20.19	10.94	5.63
	50	81.51	73.66	51.87	32.85	19.15	10.39	5.34
	60	77.28	69.84	49.19	31.18	18.20	9.88	5.08
	70	73.15	66.10	46.56	29.55	17.26	9.38	4.82

Continuación Tabla 29								
75	72	71.02	64.17	45.20	28.70	16.78	9.12	4.69
80	62	68.76	62.13	43.76	27.81	16.27	8.85	4.55
90	43	63.34	57.22	40.31	25.67	15.05	8.19	4.22
100	1	-	-	-	-	-	-	-

Se verificó para un cierto número de años consecutivos(N), los mayores eventos son de menor duración y menos frecuentes, es decir de mayor tiempo de retorno; y viceversa, para una misma incertidumbre de diseño. Para un mismo periodo de años consecutivos, a mayor incertidumbre de diseño menor intensidad y viceversa. Por ejemplo para 100 años, asumiendo un riesgo del 2% y una duración de 5 minutos se determinó una intensidad máxima de diseño de 135.02mm/hr y un tiempo de retorno de del evento de 4950.33 años. Muy por el contrario para 20 años, asumiendo un riesgo de 25% y una duración de 30 minutos se determinó una intensidad máxima de diseño de 44.84mm/hr y un tiempo de retorno de 70.02 años.

Tabla 30

Intensidades máximas con duraciones hasta 120 minutos para la Estación Jaén.

Años	Riesgo	Tiempo de Retorno	Duración				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
"N"	J (%)	Tr(Años)	Intensidades máximas (mm/hr) $x = \beta - \frac{1}{\alpha} \times \ln \times \left[-\ln \times \left(1 - \frac{1}{Tr} \right) \right]$				
5	2	247	124.08	106.32	79.56	50.33	29.57
	5	97	105.10	90.03	67.20	42.58	25.05
	10	47	90.45	77.45	57.65	36.59	21.57
	15	31	81.62	69.88	51.89	32.99	19.47
	20	22	75.16	64.34	47.69	30.35	17.93
	25	17	69.99	59.90	44.32	28.24	16.70
	30	14	65.61	56.14	41.46	26.45	15.66
	40	10	58.30	49.86	36.70	23.46	13.92
	50	7	52.08	44.52	32.65	20.92	12.44
	60	5	46.40	39.65	28.94	18.60	11.09
	70	4	40.84	34.87	25.32	16.33	9.76
	75	4	37.97	32.41	23.45	15.16	9.08
	80	3	34.93	29.80	21.47	13.92	8.36
	90	2	27.63	23.54	16.72	10.94	6.62
	100	1	1	-	-	-	-
10	2	495	138.19	118.44	88.76	56.09	32.93
	5	195	119.22	102.15	76.40	48.34	28.41
	10	95	104.56	89.57	66.84	42.36	24.93
	15	62	95.73	81.99	61.09	38.75	22.83
	20	45	89.28	76.45	56.89	36.11	21.29
	25	35	84.11	72.01	53.51	34.00	20.06
	30	28	79.73	68.25	50.66	32.21	19.02
	40	20	72.41	61.98	45.89	29.23	17.28
	50	14	66.20	56.64	41.84	26.69	15.80
	60	11	60.51	51.76	38.14	24.37	14.45
	70	8	54.95	46.99	34.52	22.10	13.12
	75	7	52.08	44.52	32.65	20.92	12.44
	80	6	49.04	41.92	30.67	19.68	11.72
	90	4	41.75	35.66	25.91	16.70	9.98
	100	1	1	-	-	-	-
15	2	742	146.45	125.52	94.14	59.46	34.89
	5	292	127.48	109.24	81.78	51.72	30.38
	10	142	112.82	96.66	72.22	45.73	26.89
	15	92	103.99	89.08	66.47	42.12	24.79
	20	67	97.54	83.54	62.27	39.49	23.25
	25	52	92.36	79.10	58.89	37.37	22.02
	30	42	87.98	75.34	56.04	35.59	20.98
	40	29	80.67	69.06	51.28	32.60	19.24
	50	22	74.45	63.73	47.23	30.06	17.76
	60	16	68.77	58.85	43.52	27.74	16.41
	70	12	63.21	54.08	39.90	25.47	15.09
	75	11	60.34	51.61	38.03	24.30	14.40
	80	9	57.30	49.00	36.05	23.05	13.68
	90	7	50.01	42.74	31.29	20.08	11.95
	100	1	1	-	-	-	-

Continuación Tabla 30							
20	2	990	152.31	130.55	97.96	61.86	36.29
	5	390	133.34	114.27	85.59	54.11	31.77
	10	190	118.68	101.68	76.04	48.12	28.28
	15	123	109.85	94.11	70.29	44.52	26.18
	20	90	103.39	88.57	66.08	41.88	24.65
	25	70	98.22	84.13	62.71	39.77	23.42
	30	56	93.84	80.37	59.86	37.98	22.38
	40	39	86.53	74.09	55.09	34.99	20.64
	50	29	80.31	68.76	51.04	32.45	19.16
	60	22	74.63	63.88	47.34	30.13	17.80
	70	17	69.07	59.10	43.72	27.86	16.48
	75	14	66.20	56.64	41.84	26.69	15.80
	80	12	63.16	54.03	39.86	25.45	15.07
	90	9	55.86	47.77	35.11	22.47	13.34
100	1	-	-	-	-	-	
30	2	1485	160.57	137.64	103.34	65.23	38.25
	5	585	141.59	121.35	90.97	57.48	33.74
	10	285	126.93	108.77	81.42	51.49	30.25
	15	185	118.11	101.20	75.67	47.89	28.15
	20	134	111.65	95.65	71.46	45.25	26.61
	25	104	106.48	91.21	68.09	43.14	25.38
	30	84	102.10	87.46	65.24	41.35	24.34
	40	59	94.79	81.18	60.47	38.36	22.60
	50	43	88.57	75.84	56.42	35.83	21.12
	60	33	82.89	70.96	52.72	33.50	19.77
	70	25	77.33	66.19	49.10	31.23	18.45
	75	22	74.45	63.73	47.23	30.06	17.76
	80	19	71.41	61.12	45.24	28.82	17.04
	90	13	64.12	54.86	40.49	25.84	15.30
100	1	-	-	-	-	-	
40	2	1980	166.43	142.67	107.15	67.62	39.64
	5	780	147.45	126.38	94.79	59.87	35.13
	10	380	132.79	113.80	85.24	53.89	31.64
	15	246	123.97	106.22	79.49	50.28	29.54
	20	179	117.51	100.68	75.28	47.64	28.01
	25	139	112.34	96.24	71.91	45.53	26.78
	30	112	107.96	92.48	69.06	43.74	25.73
	40	78	100.64	86.21	64.29	40.76	23.99
	50	58	94.43	80.87	60.24	38.22	22.51
	60	44	88.74	75.99	56.54	35.90	21.16
	70	33	83.18	71.22	52.91	33.63	19.84
	75	29	80.31	68.76	51.04	32.45	19.16
	80	25	77.27	66.15	49.06	31.21	18.43
	90	17	69.98	59.89	44.31	28.23	16.70
100	1	-	-	-	-	-	
50	2	2475	170.97	146.57	110.12	69.48	40.73
	5	975	152.00	130.28	97.75	61.73	36.21
	10	475	137.34	117.70	88.20	55.74	32.72
	15	308	128.51	110.12	82.45	52.14	30.62
	20	224	122.05	104.58	78.24	49.50	29.09

Continuación Tabla 30

25	174	116.88	100.14	74.87	47.39	27.86
30	140	112.50	96.38	72.02	45.60	26.82
40	98	105.19	90.11	67.25	42.61	25.07
50	72	98.97	84.77	63.20	40.07	23.60
60	55	93.29	79.89	59.50	37.75	22.24
70	42	87.73	75.12	55.87	35.48	20.92
75	36	84.86	72.66	54.00	34.31	20.24
80	31	81.82	70.05	52.02	33.07	19.51
90	22	74.52	63.79	47.27	30.09	17.78
100	1	-	-	-	-	-
2	2970	174.68	149.75	112.54	70.99	41.61
5	1170	155.71	133.47	100.17	63.24	37.09
10	569	141.05	120.89	90.62	57.26	33.61
15	369	132.22	113.31	84.87	53.65	31.51
20	269	125.77	107.77	80.66	51.02	29.97
25	209	120.59	103.33	77.29	48.90	28.74
30	168	116.22	99.57	74.44	47.12	27.70
60	117	108.90	93.29	69.67	44.13	25.96
50	87	102.69	87.96	65.62	41.59	24.48
60	65	97.00	83.08	61.92	39.27	23.13
70	50	91.44	78.31	58.29	37.00	21.80
75	43	88.57	75.84	56.42	35.83	21.12
80	37	85.53	73.23	54.44	34.58	20.40
90	26	78.24	66.97	49.69	31.61	18.66
100	1	-	-	-	-	-
2	3465	177.82	152.45	114.58	72.28	42.36
5	1365	158.85	136.16	102.22	64.53	37.84
10	664	144.19	123.58	92.66	58.54	34.35
15	431	135.36	116.00	86.91	54.94	32.25
20	314	128.91	110.46	82.71	52.30	30.72
25	243	123.73	106.02	79.34	50.19	29.49
30	196	119.36	102.27	76.48	48.40	28.45
70	137	112.04	95.99	71.72	45.41	26.71
50	101	105.82	90.65	67.67	42.87	25.23
60	76	100.14	85.77	63.96	40.55	23.87
70	58	94.58	81.00	60.34	38.28	22.55
75	51	91.71	78.54	58.47	37.11	21.87
80	44	88.67	75.93	56.49	35.87	21.14
90	30	81.38	69.67	51.74	32.89	19.41
100	1	-	-	-	-	-
2	3712	179.23	153.65	115.50	72.85	42.69
5	1462	160.25	137.37	103.13	65.10	38.18
10	712	145.59	124.79	93.58	59.11	34.69
15	461	136.77	117.21	87.83	55.51	32.59
20	336	130.31	111.67	83.62	52.87	31.05
75	261	125.14	107.23	80.25	50.76	29.82
30	210	120.76	103.47	77.40	48.97	28.78
40	147	113.45	97.19	72.63	45.98	27.04
50	108	107.23	91.86	68.58	43.45	25.56
60	82	101.55	86.98	64.88	41.12	24.21

Continuación Tabla 30							
	70	62	95.99	82.21	61.26	38.85	22.89
	75	54	93.11	79.74	59.38	37.68	22.20
	80	47	90.07	77.13	57.40	36.44	21.48
	90	33	82.78	70.87	52.65	33.46	19.74
	100	1	-	-	-	-	-
80	2	3960	180.54	154.78	116.35	73.39	43.00
	5	1560	161.57	138.50	103.99	65.64	38.49
	10	759	146.91	125.91	94.44	59.65	35.00
	15	492	138.08	118.34	88.69	56.05	32.90
	20	359	131.63	112.80	84.48	53.41	31.37
	25	278	126.45	108.36	81.11	51.30	30.13
	30	224	122.07	104.60	78.26	49.51	29.09
	40	157	114.76	98.32	73.49	46.52	27.35
	50	115	108.54	92.99	69.44	43.98	25.87
	60	87	102.86	88.11	65.74	41.66	24.52
	70	66	97.30	83.34	62.11	39.39	23.20
	75	58	94.43	80.87	60.24	38.22	22.51
	80	50	91.39	78.26	58.26	36.98	21.79
	90	35	84.10	72.00	53.51	34.00	20.06
	100	1	-	-	-	-	-
90	2	4455	182.94	156.84	117.92	74.37	43.57
	5	1755	163.97	140.55	105.55	66.62	39.06
	10	854	149.31	127.97	96.00	60.63	35.57
	15	554	140.48	120.40	90.25	57.03	33.47
	20	403	134.02	114.86	86.04	54.39	31.94
	25	313	128.85	110.42	82.67	52.28	30.70
	30	252	124.47	106.66	79.82	50.49	29.66
	40	176	117.16	100.38	75.05	47.50	27.92
	50	130	110.94	95.05	71.00	44.96	26.44
	60	98	105.26	90.17	67.30	42.64	25.09
	70	75	99.70	85.39	63.67	40.37	23.77
	75	65	96.83	82.93	61.80	39.20	23.09
	80	56	93.79	80.32	59.82	37.96	22.36
	90	39	86.49	74.06	55.07	34.98	20.63
	100	1	-	-	-	-	-
100	2	4950	185.09	158.68	119.31	75.24	44.08
	5	1950	166.11	142.40	106.95	67.49	39.57
	10	949	151.45	129.81	97.40	61.51	36.08
	15	615	142.63	122.24	91.65	57.90	33.98
	20	448	136.17	116.70	87.44	55.27	32.45
	25	348	131.00	112.26	84.07	53.15	31.22
	30	280	126.62	108.50	81.22	51.36	30.17
	40	196	119.30	102.22	76.45	48.38	28.43
	50	144	113.09	96.89	72.40	45.84	26.95
	60	109	107.40	92.01	68.70	43.52	25.60
	70	83	101.84	87.24	65.07	41.25	24.28
	75	72	98.97	84.77	63.20	40.07	23.60
	80	62	95.93	82.16	61.22	38.83	22.87
	90	43	88.64	75.90	56.47	35.85	21.14
	100	1	-	-	-	-	-

En la Tabla 30 se verificó para cierto número de años consecutivos, los mayores eventos son de menor duración y menos frecuentes, es decir de mayor tiempo de retorno; y viceversa, para una misma incertidumbre de diseño. Para un mismo periodo de años consecutivos, a mayor incertidumbre de diseño menor intensidad y viceversa.

Tabla 31

Intensidades máximas con duraciones hasta 30 minutos para la Estación Jaén.

Años	Riesgo	Tiempo De Retorno	Duración		
			5 min	10min	30 min
"N"	J (%)	Tr (Años)	Intensidades máximas (mm/hr)		
5	2	247	112.46	78.15	41.94
	5	97	95.58	66.54	35.81
	10	47	82.54	57.57	31.08
	15	31	74.68	52.17	28.23
	20	22	68.94	48.22	26.14
	25	17	64.34	45.06	24.47
	30	14	60.44	42.38	23.06
	40	10	53.94	37.90	20.70
	50	7	48.41	34.10	18.69
	60	5	43.35	30.62	16.85
	70	4	38.40	27.22	15.06
	75	4	35.85	25.46	14.13
	80	3	33.15	23.60	13.15
	90	2	26.66	19.14	10.79
100			-	-	-
10	2	495	125.01	86.79	46.50
	5	195	108.13	75.18	40.37
	10	95	95.09	66.21	35.64
	15	62	87.24	60.81	32.79
	20	45	81.50	56.86	30.70
	25	35	76.90	53.69	29.03
	30	28	73.00	51.02	27.62
	40	20	66.49	46.54	25.25
	50	14	60.97	42.74	23.25
	60	11	55.91	39.26	21.41
	70	8	50.96	35.86	19.62
	75	7	48.41	34.10	18.69
	80	6	45.70	32.24	17.71
	90	4	39.22	27.78	15.35
100		1	-	-	-
15	2	742	132.36	91.84	49.17
	5	292	115.48	80.23	43.04
	10	142	102.44	71.26	38.30
	15	92	94.59	65.86	35.45
	20	67	88.84	61.91	33.37
	25	52	84.24	58.75	31.70
	30	42	80.35	56.07	30.28
	40	29	73.84	51.59	27.92
	50	22	68.31	47.79	25.91
	60	16	63.25	44.31	24.08
70	12	58.31	40.91	22.28	

Continuación Tabla 31					
	75	11	55.75	39.15	21.35
	80	9	53.05	37.29	20.37
	90	7	46.56	32.83	18.02
	100	1	-	-	-
20	2	990	137.57	95.42	51.06
	5	390	120.69	83.81	44.93
	10	190	107.65	74.84	40.20
	15	123	99.80	69.44	37.34
	20	90	94.06	65.49	35.26
	25	70	89.45	62.33	33.59
	30	56	85.56	59.65	32.18
	40	39	79.05	55.18	29.81
	50	29	73.52	51.37	27.81
	60	22	68.47	47.90	25.97
	70	17	63.52	44.49	24.17
	75	14	60.97	42.74	23.25
	80	12	58.26	40.88	22.27
	90	9	51.77	36.42	19.91
	100	1	-	-	-
30	2	1485	144.92	100.47	53.72
	5	585	128.04	88.87	47.60
	10	285	115.00	79.90	42.86
	15	185	107.15	74.50	40.01
	20	134	101.40	70.55	37.93
	25	104	96.80	67.38	36.26
	30	84	92.91	64.70	34.84
	40	59	86.40	60.23	32.48
	50	43	80.87	56.42	30.47
	60	33	75.81	52.95	28.64
	70	25	70.87	49.55	26.84
	75	22	68.31	47.79	25.91
	80	19	65.61	45.93	24.93
	90	13	59.12	41.47	22.58
	100	1	-	-	-
40	2	1980	150.13	104.06	55.62
	5	780	133.25	92.45	49.49
	10	380	120.21	83.48	44.75
	15	246	112.36	78.08	41.90
	20	179	106.61	74.13	39.82
	25	139	102.01	70.97	38.15
	30	112	98.12	68.29	36.73
	40	78	91.61	63.81	34.37
	50	58	86.08	60.01	32.36
	60	44	81.02	56.53	30.53
	70	33	76.08	53.13	28.73
	75	29	73.52	51.37	27.81
	80	25	70.82	49.51	26.82
	90	17	64.33	45.05	24.47
	100	1	-	-	-
50	2	2475	154.17	106.84	57.08

Continuación Tabla 31					
	5	975	137.29	95.23	50.96
	10	475	124.25	86.26	46.22
	15	308	116.40	80.86	43.37
	20	224	110.66	76.91	41.29
	25	174	106.05	73.75	39.62
	30	140	102.16	71.07	38.20
	40	98	95.65	66.59	35.84
	50	72	90.12	62.79	33.83
	60	55	85.07	59.31	32.00
	70	42	80.12	55.91	30.20
	75	36	77.57	54.15	29.27
	80	31	74.86	52.29	28.29
	90	22	68.37	47.83	25.94
	100	1	-	-	-
	2	2970	157.48	109.11	58.28
	5	1170	140.60	97.50	52.16
	10	569	127.55	88.53	47.42
	15	369	119.70	83.13	44.57
	20	269	113.96	79.18	42.49
	25	209	109.36	76.02	40.81
	30	168	105.46	73.34	39.40
60	40	117	98.96	68.86	37.04
	50	87	93.43	65.06	35.03
	60	65	88.37	61.58	33.20
	70	50	83.42	58.18	31.40
	75	43	80.87	56.42	30.47
	80	37	78.16	54.57	29.49
	90	26	71.68	50.10	27.14
	100	1	-	-	-
	2	3465	160.27	111.03	59.30
	5	1365	143.39	99.42	53.17
	10	664	130.35	90.45	48.43
	15	431	122.50	85.05	45.58
	20	314	116.75	81.10	43.50
	25	243	112.15	77.94	41.83
	30	196	108.26	75.26	40.41
70	40	137	101.75	70.78	38.05
	50	101	96.22	66.98	36.04
	60	76	91.16	63.50	34.21
	70	58	86.22	60.10	32.41
	75	51	83.66	58.35	31.49
	80	44	80.96	56.49	30.50
	90	30	74.47	52.02	28.15
	100	1	-	-	-
	2	3712	161.52	111.89	59.75
	5	1462	144.64	100.28	53.62
	10	712	131.60	91.31	48.89
75	15	461	123.75	85.91	46.04
	20	336	118.00	81.96	43.95
	25	261	113.40	78.80	42.28

Continuación Tabla 31					
	30	210	109.51	76.12	40.87
	40	147	103.00	71.64	38.51
	50	108.	97.47	67.84	36.50
	60	82	92.41	64.36	34.66
	70	62	87.47	60.96	32.87
	75	54	84.91	59.21	31.94
	80	47	82.21	57.35	30.96
	90	33	75.72	52.88	28.60
	100	1	-	-	-
	2	3960	162.69	112.69	60.18
	5	1560	145.81	101.09	54.05
	10	759	132.77	92.12	49.31
	15	492	124.91	86.72	46.46
	20	359	119.17	82.77	44.38
	25	278	114.57	79.60	42.71
	30	224	110.67	76.92	41.29
80	40	157	104.17	72.45	38.93
	50	115	98.64	68.65	36.92
	60	87	93.58	65.17	35.09
	70	66	88.63	61.77	33.29
	75	58	86.08	60.01	32.36
	80	50	83.38	58.15	31.38
	90	35	76.89	53.69	29.03
	100	1	-	-	-
	2	4455	164.82	114.16	60.95
	5	1755	147.94	102.55	54.82
	10	854	134.90	93.58	50.09
	15	554	127.05	88.18	47.24
	20	403	121.31	84.23	45.15
	25	313	116.70	81.07	43.48
	30	252	112.81	78.39	42.07
90	40	176	106.30	73.92	39.70
	50	130	100.77	70.11	37.70
	60	98	95.72	66.64	35.86
	70	75	90.77	63.23	34.07
	75	65	88.21	61.48	33.14
	80	56	85.51	59.62	32.16
	90	39	79.02	55.15	29.80
	100	1	-	-	-
	2	4950	166.73	115.47	61.64
	5	1950	149.85	103.87	55.51
	10	949	136.81	94.90	50.78
	15	615	128.96	89.50	47.93
	20	448	123.21	85.55	45.85
100	25	348	118.61	82.38	44.17
	30	280	114.72	79.70	42.76
	40	196	108.21	75.23	40.40
	50	144	102.68	71.43	38.39
	60	109	97.62	67.95	36.56
	70	83	92.68	64.55	34.76
	75	72	90.12	62.79	33.83

80	62	87.42	60.93	32.85
90	43	80.93	56.47	30.49
100	1	-	-	-

Se verificó para un cierto número de años consecutivos, los mayores eventos son de menor duración y menos frecuentes, es decir de mayor tiempo de retorno; y viceversa, para una misma incertidumbre de diseño. Para un mismo periodo de años consecutivos, a mayor incertidumbre de diseño menor intensidad y viceversa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La intensidad máxima determinada para la Estación Jaén en base a la data 1964-1993 fue de 185.09mm/hr con D=5min, para N=100 años, con J (%)=2% y Tr= 4950 años y una I min=1.41mm/hr con D=480 min, para N=5 años, con J (%) =90%, y un Tr= 2 años, para un registro pluviográfico histórico de 28 años (1964 hasta 1993) utilizando 255 bandas pluviográficas.
- La información pluviográfica de la estación de estudio, fue proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).
- Para las tres tormentas críticas analizadas con duraciones de hasta 30 min, 120min y 480 min, se encontró por ejemplo que: para un mismo número de años (N=20 años), un mismo riesgo (J=25%), misma duración (D=30 min); el tiempo de retorno es el mismo para las tres tormentas críticas (Tr=70 años), pero las intensidades varían, donde $I_{tormenta\ hasta\ 30min} = 33.59\ mm/hr$, $I_{tormenta\ hasta\ 120min} = 62.71\ mm/hr$ y $I_{tormenta\ hasta\ 480min} = 44.84mm/hr$.
- La función de distribución Gumbel, aseguró una buena estimación y pronóstico de intensidades máximas de precipitación para la Estación Jaén para un nivel de significancia del 5%.
- El estudio demostró que con la metodología propuesta por Témez, es posible conseguir la modelación de las curvas IDF de la estación estudiada, además no existen diferencias en cuanto al tipo y forma de la gráfica apreciándose solamente diferencias en relación a la escala de intensidad de precipitación utilizada.
- Se determinó el coeficiente de determinación $R^2 > 90\%$. Esto hace posible la estimación de intensidades máximas de precipitación, para una duración y periodo de retorno determinado, y ello con un alto grado de precisión.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda para los que deseen realizar el mismo trabajo aseguren resultados más precisos, significaría contar con registros históricos más amplios posibles.
- Se recomienda el uso de los modelos ajustados en esta investigación. Asimismo, estos modelos pueden ser extrapolados a zonas cercanas con regímenes climáticos similares.
- Se recomienda utilizar la información determinada en este estudio con suma precaución, para mejor precisión complementar con información desde el año 1993 en adelante, con el fin de añadirle nueva información, la que podría modificar sus resultados.
- Es necesario elaborar curvas Intensidad-Duración-Frecuencia en cada cuenca del país ya que constituyen la base para el diseño de obras hidráulicas enfocadas a evitar o mitigar daños provocados por eventos con intensidades de lluvia máxima.
- Para facilitar la lectura de las bandas pluviográficas es necesario que el equipo pluviográfico esté calibrado para registrar eventos diarios y no semanales en especial en zonas donde la precipitación de lluvia es frecuente.
- Al diseñar curvas Intensidad-Duración-Frecuencia con valores de intensidad de lluvia máxima es conveniente utilizar la función de distribución de frecuencias tipo I o de Gumbel.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, F. J. (1987). Fundamentos de hidrología de superficie. En F. J. Aparicio, *Fundamentos de hidrología de superficie* (pág. 303). Cuernavaca, Mexico: Limusa.
- Aranda, D. F. (1998). *Procesos del ciclo hidrológico*. San Luis Potosí, Mexico: Facultad de ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí.
- Barros, J. T. (2010). *Determinación Gráfica y matemática de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF), en cuatro estaciones pluviográficas del sur de Chile*. Talca: Universidad de Talca.
- Bernard, M. (1932). Formulas for Rainfall Intensities of Long Durations. Transactions. ASCE, 96, 592-624.
- Bonta, J. (2004). Development and utility of Huff curves for disaggregation precipitation amounts. *American society of agricultura engineers*, 641-653.
- Breña, A., & Jacobo, M. (2006). *Principios y fundamentos de la hidrología superficial*. Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Campos, A. D. (2010). Intensidades máximas de lluvia para diseño hidrológico urbano en la República Mexicana. *Redalyc.org*, 11.
- Chereque, w. (2003). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil* (Concytec ed.). Lima, Peru.
- Fattorelli, & Fernandez. (2011). *Diseño Hidrológico*. doi:978 987-052738-2
<http://www.senamhi.gob.pe>. (s.f.).
- Linsley, Kohler, & Paulus. ((1975)). *Hidrología para ingenieros*. Bogota, Colombia: Mc Graw-Hill Latinoamericana SA.
- Monagas, M. G., & Gilbert, A. I. (2013). Captación de lluvia con pluviógrafos de cubeta y su postprocesamiento. *SCIELO*, 10.
- MTC. (2008). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima: Laboratorio DEE.
- Perez, G. (2015). *Manual de Hidrología*. Lima, Peru.
- Temez, J. (1978). *Calculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales*. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo Dirección General de Carreteras.
- Varas, E., & Sanchez, S. (1988). *Hidrología y drenaje vial*. Chile.
- Ven Te, c., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Diseño Hidrológico*. Bogota, Colombia: Martha Edna Suarez R.

Vera, O. O. (2015). Similitud hidráulica de sistemas hidrológicos altoandinos y transferencia de información hidrometeorológica. *ISSN 01 87-8336 Tecnología y Ciencias del Agua*, 25-44.

Villodas, R. ((2008)). *Hidrología*. Mendoza, Argentina.

Villon, M. (2002). *Hidrología*. Lima, Peru: Villon.

VII. ANEXOS

ANEXO 1. Curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) y ecuaciones para la Estación Jaén para intensidades máximas con duración hasta 480 minutos.

a. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2% (ver datos en Tabla 29)

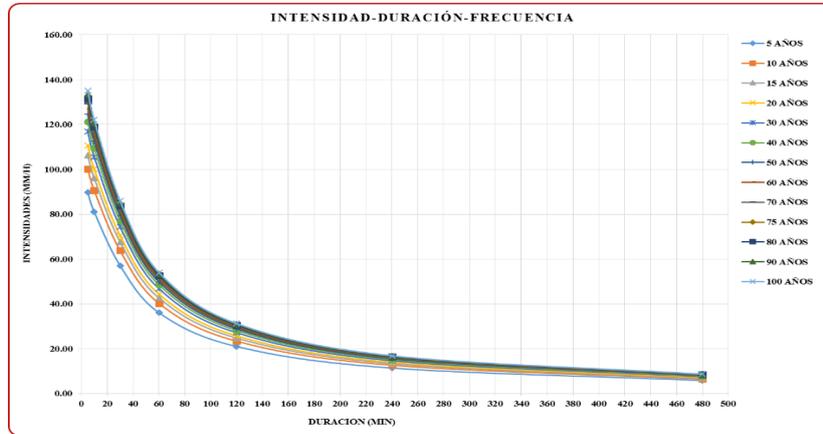


Figura 20. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2%.

Muestra que: a menor duración, mayor intensidad y viceversa. Además a menor número de años, menores intensidades y viceversa.

a.1. Ecuaciones matemáticas para un riesgo de predicción del 2% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 32

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
2	5	$y = 328.02 x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	10	$y = 367.56x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	15	$y = 390.7x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	20	$y = 407.12x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	30	$y = 430.25x^{-0.606}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 446.67x^{-0.606}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 459.41x^{-0.607}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 469.82x^{-0.607}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 478.62x^{-0.607}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 482.55x^{-0.607}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
80	$y = 486.24x^{-0.607}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
90	$y = 492.96x^{-0.607}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
100	$y = 498.97x^{-0.607}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y (Intensidad máxima) está en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

b. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5% (ver datos en Tabla 26)

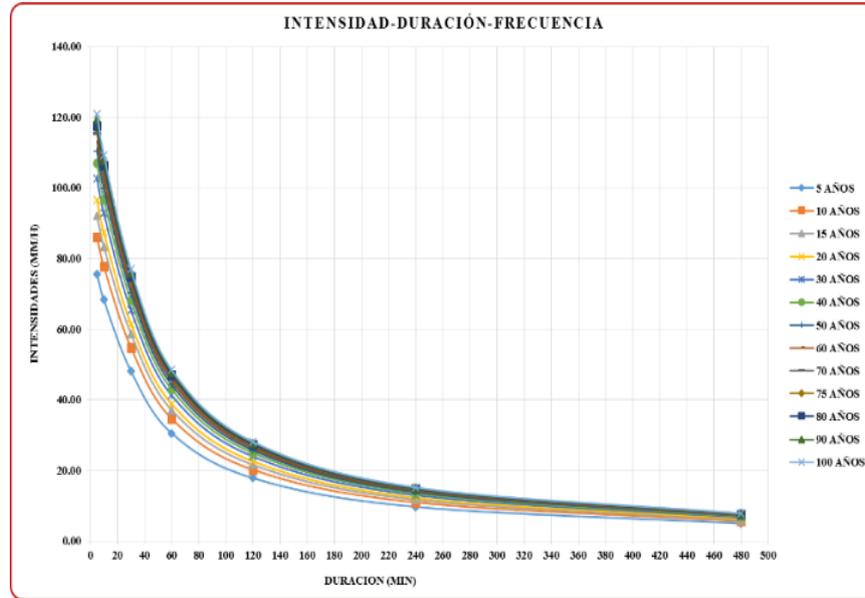


Figura 21. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5%.

b.1. Ecuaciones matemáticas para un riesgo de predicción del 5% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 33

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 5% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
5	5	$y = 274.88x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	10	$y = 314.41x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	15	$y = 337.54x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	20	$y = 353.95x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	30	$y = 377.08x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 393.5x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 406.23x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 416.64x^{-0.606}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 425.44x^{-0.606}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 429.37x^{-0.606}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
80	$y = 433.06x^{-0.606}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
90	$y = 439.78x^{-0.606}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
100	$y = 445.79x^{-0.606}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

c. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10% (ver datos en Tabla 26)

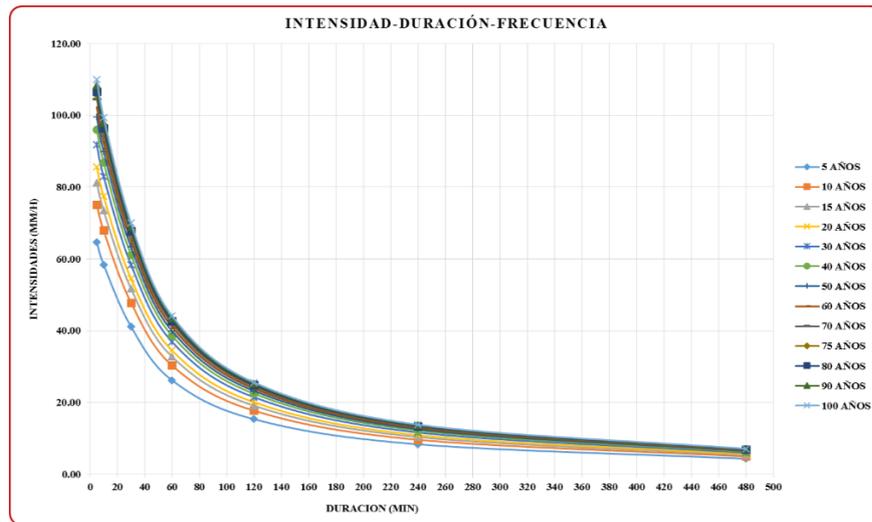


Figura 22. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10%.

c.1. Ecuaciones matemáticas para un riesgo de predicción del 10% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 34

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 10% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
10	5	$y = 233.85x^{-0.598}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	10	$y = 273.36x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	15	$y = 296.48x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	20	$y = 312.89x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	30	$y = 336.01x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 365.16x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 365.16x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 375.56x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 384.36x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 388.29x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	80	$y = 391.98x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	90	$y = 404.71x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	100	$y = 398.7x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

d. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 15% (ver datos en Tabla 26)

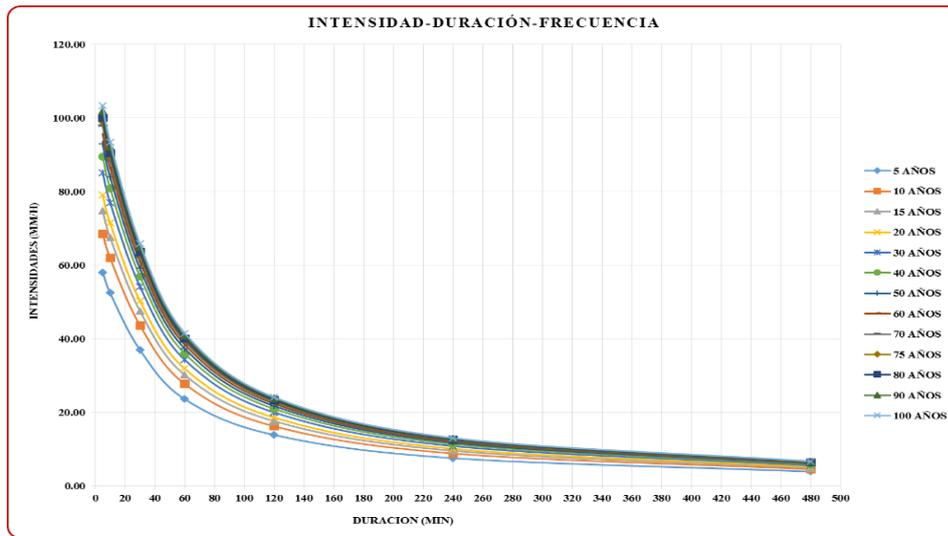


Figura 23. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 15%.

d.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 15% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 35

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 15% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
15	5	$y = 209.16x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	10	$y = 248.65x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	15	$y = 271.76x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	20	$y = 288.17x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	30	$y = 311.29x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 327.7x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 340.43x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 350.83x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 359.63x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 363.56x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	80	$y = 367.25x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	90	$y = 373.97x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
100	$y = 379.98x^{-0.605}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

e. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20% (ver datos en Tabla 26)

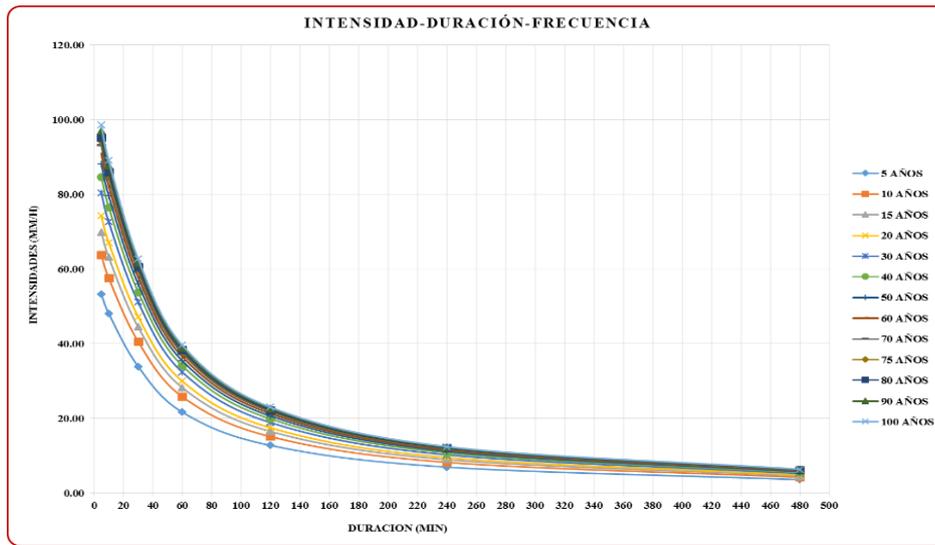


Figura 24. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20%

e.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 36

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
20	5	$y = 191.11x^{-0.594}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	10	$y = 230.58x^{-0.598}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	15	$y = 253.69x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	20	$y = 270.09x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	30	$y = 293.21x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 293.21x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 309.62x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 332.75x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 341.54x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 345.48x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	80	$y = 349.16x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	90	$y = 355.88x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
100	$y = 361.89x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

f. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25% (ver datos en Tabla 26)

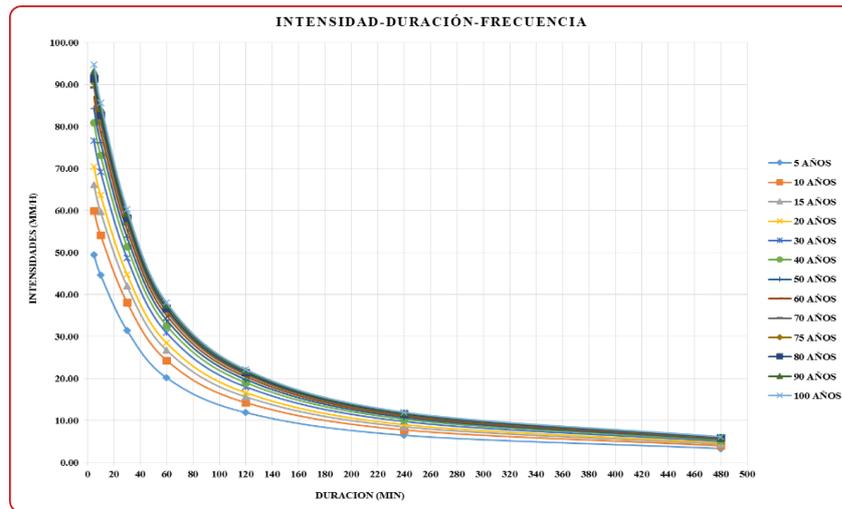


Figura 25. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25%

f.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 25% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 37

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 25% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
25	5	$y = 176.65x^{-0.592}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	10	$y = 216.11x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	15	$y = 239.21x^{-0.598}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	20	$y = 255.61x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	30	$y = 278.73x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 295.13x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 307.86x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 318.26x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 327.05x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 330.98x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	80	$y = 334.67x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	90	$y = 341.39x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
100	$y = 347.4x^{-0.604}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

g. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30% (ver datos en Tabla 26)

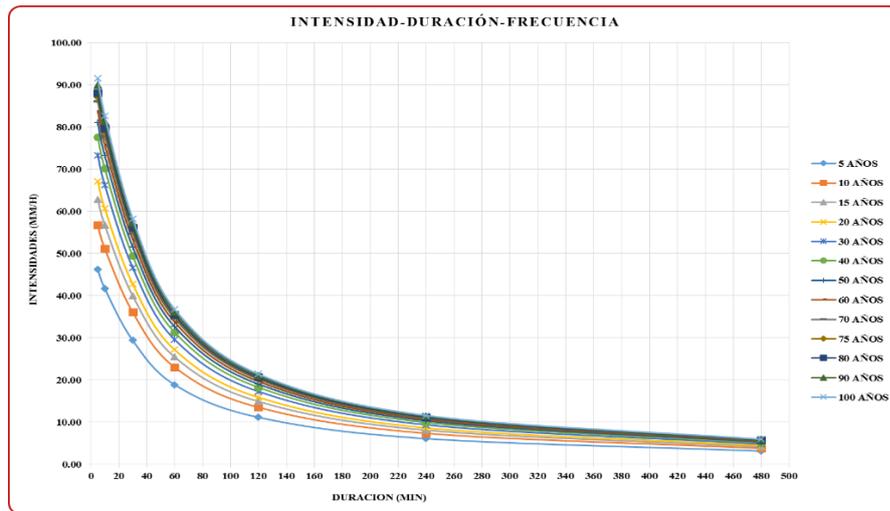


Figura 26. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30%

g.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R

$$H_0: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 38

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
30	5	$y = 164.42x^{-0.591}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	10	$y = 203.87x^{-0.595}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	15	$y = 226.96x^{-0.597}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	20	$y = 243.36x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	30	$y = 266.47x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 282.87x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 295.6x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 305.99x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 314.79x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 318.72x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
80	$y = 322.4x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
90	$y = 329.12x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
100	$y = 335.13x^{-0.603}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

h. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40% (ver datos en Tabla 26)

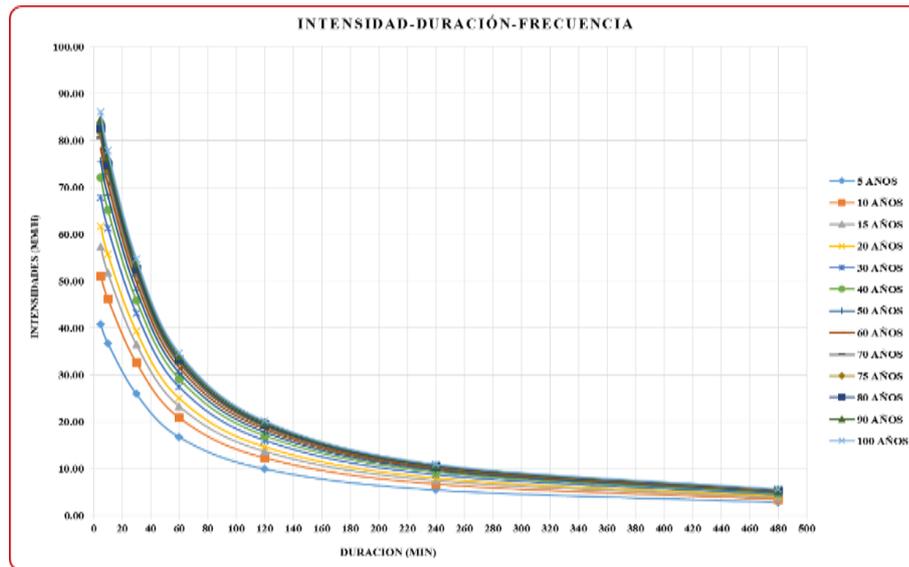


Figura 27. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40%

h.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 39

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
40	5	$y = 144x^{-0.588}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	10	$y = 183.42x^{-0.593}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	15	$y = 206.5x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	20	$y = 222.89x^{-0.597}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	30	$y = 245.99x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 262.39x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 275.11x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 285.51x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 294.3x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 298.23x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
80	$y = 301.92x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
90	$y = 308.63x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
100	$y = 314.64x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

i. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50% (ver datos en Tabla 26)

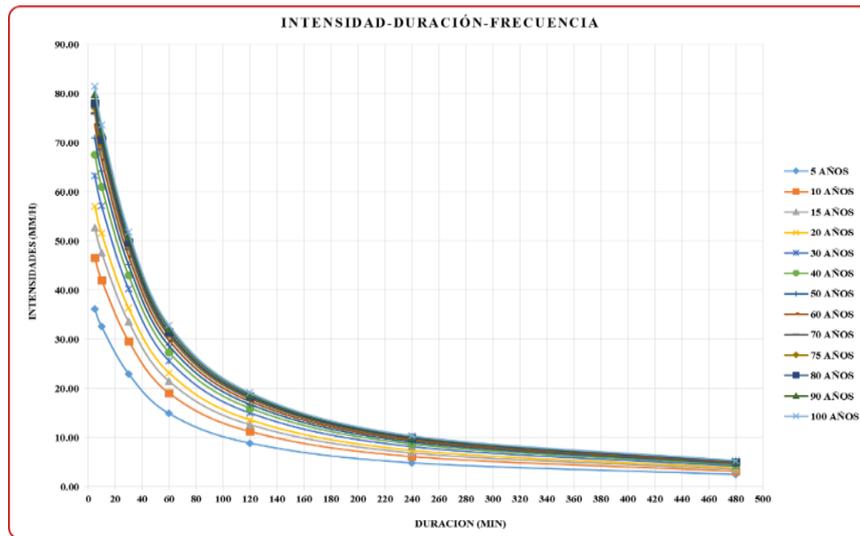


Figura 28. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50%

i.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 40

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
50	5	$y = 126.68x^{-0.584}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	10	$y = 166.05x^{-0.591}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	15	$y = 189.12x^{-0.594}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	20	$y = 205.5x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	30	$y = 228.6x^{-0.597}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	40	$y = 244.99x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 257.71x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 268.11x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 276.9x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 280.83x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	80	$y = 284.51x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	90	$y = 291.23x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
100	$y = 297.23x^{-0.602}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

j. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 60% (ver datos en Tabla 26)

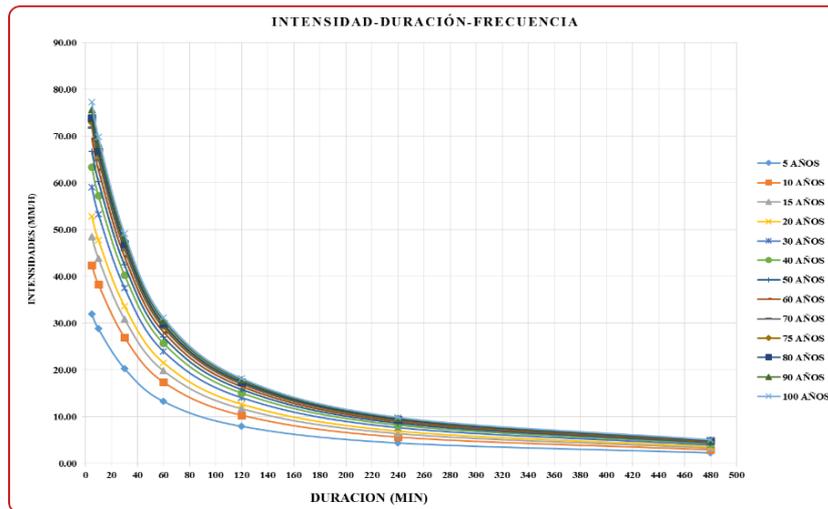


Figura 29. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 60%

j.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 41

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
60	5	$y = 110.86x^{-0.58}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	10	$y = 150.19x^{-0.589}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	15	$y = 173.24x^{-0.592}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	20	$y = 189.61x^{-0.594}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	30	$y = 212.7x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	40	$y = 229.09x^{-0.597}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	50	$y = 241.81x^{-0.598}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 252.2x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 260.98x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 264.92x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
80	$y = 268.6x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
90	$y = 275.31x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	
100	$y = 281.32x^{-0.601}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

k. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70% (ver datos en Tabla 26)

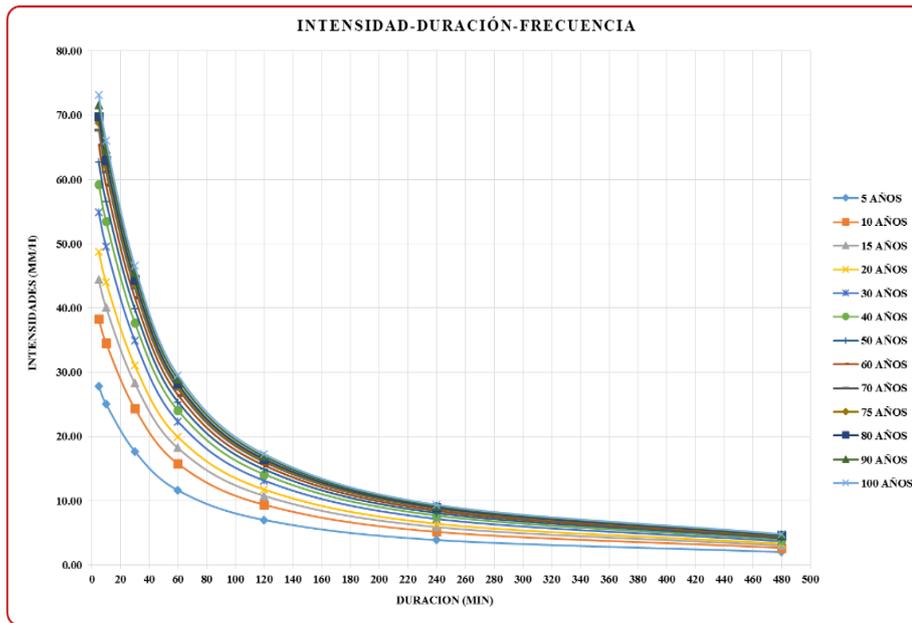


Figura 30. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70%

k.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 42

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
70	5	$y = 95.409x^{-0.575}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	10	$y = 134.68x^{-0.586}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	15	$y = 157.71x^{-0.59}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	20	$y = 174.07x^{-0.592}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	30	$y = 197.15x^{-0.595}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	40	$y = 213.53x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	50	$y = 226.25x^{-0.597}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 236.64x^{-0.598}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 245.42x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 249.35x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	80	$y = 253.03x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	90	$y = 259.75x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
100	$y = 265.75x^{-0.6}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando $H_A: R \neq 0$.

I. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75% (ver datos en Tabla 26)

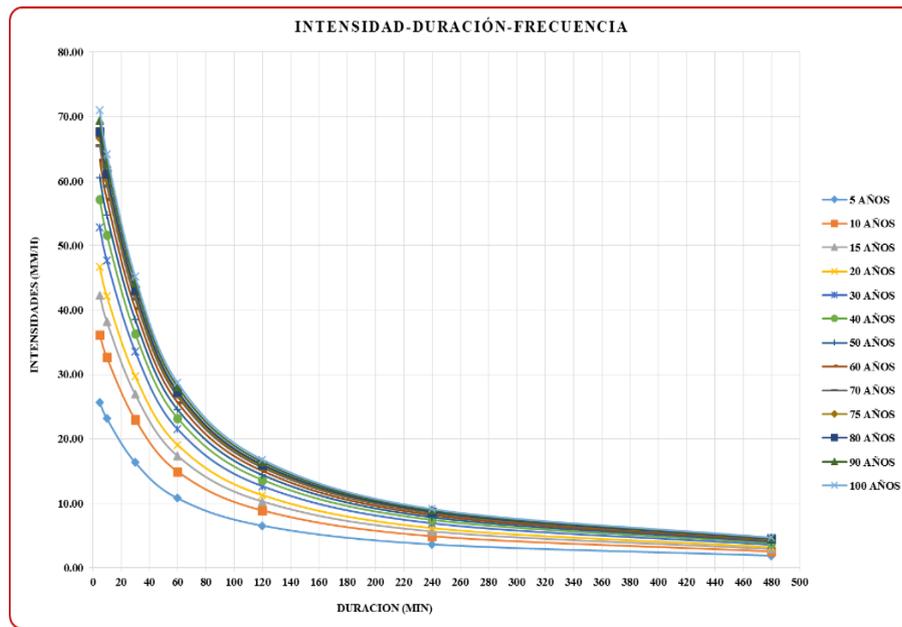


Figura 31. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75%

1.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 43

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
75	5	$y = 87.448x^{-0.572}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	10	$y = 126.68x^{-0.584}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	15	$y = 149.7x^{-0.589}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	20	$y = 166.05x^{-0.591}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	30	$y = 189.12x^{-0.594}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	40	$y = 205.5x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	50	$y = 218.21x^{-0.597}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	60	$y = 228.6x^{-0.597}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	70	$y = 237.38x^{-0.598}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	$y = 241.32x^{-0.598}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	80	$y = 244.99x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	90	$y = 251.71x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
100	$y = 257.71x^{-0.599}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

m. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80% (ver datos en Tabla 26)

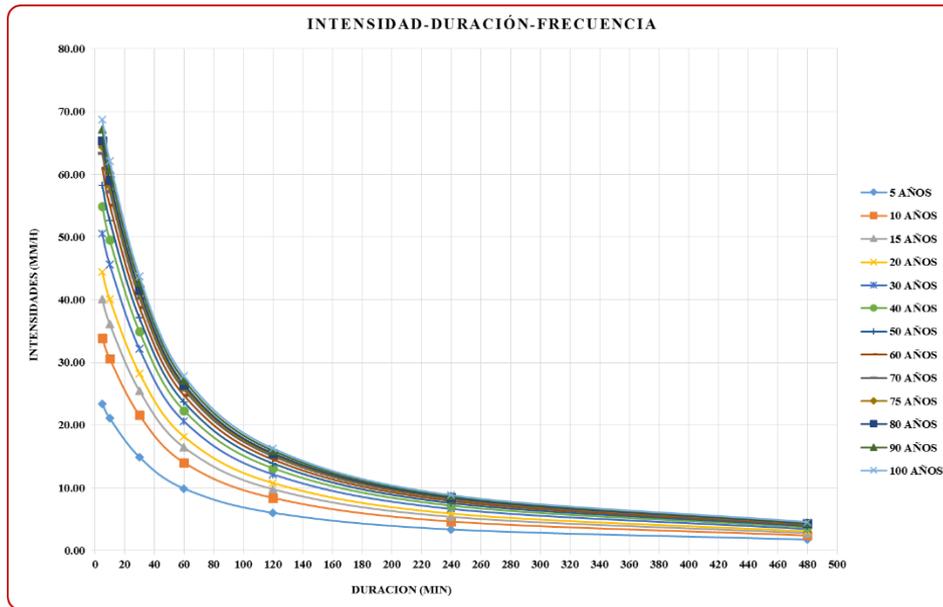


Figura 32. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80%

m.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R.

$$H_0: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 44

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
80	5	y = 79.037x ^{-0.568}	R ² = 0.9401	0.082	1.706
	10	y = 118.21x ^{-0.582}	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	15	y = 141.22x ^{-0.587}	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	20	y = 157.57x ^{-0.59}	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	30	y = 180.63x ^{-0.593}	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	40	y = 197x ^{-0.595}	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	50	y = 209.71x ^{-0.596}	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	60	y = 220.1x ^{-0.597}	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	70	y = 228.88x ^{-0.597}	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	75	y = 232.81x ^{-0.598}	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	80	y = 236.49x ^{-0.598}	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	90	y = 243.2x ^{-0.599}	R ² = 0.9402	0.082	1.706
100	y = 249.21x ^{-0.599}	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando $H_A: R \neq 0$.

n. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90% (ver datos en Tabla 26)

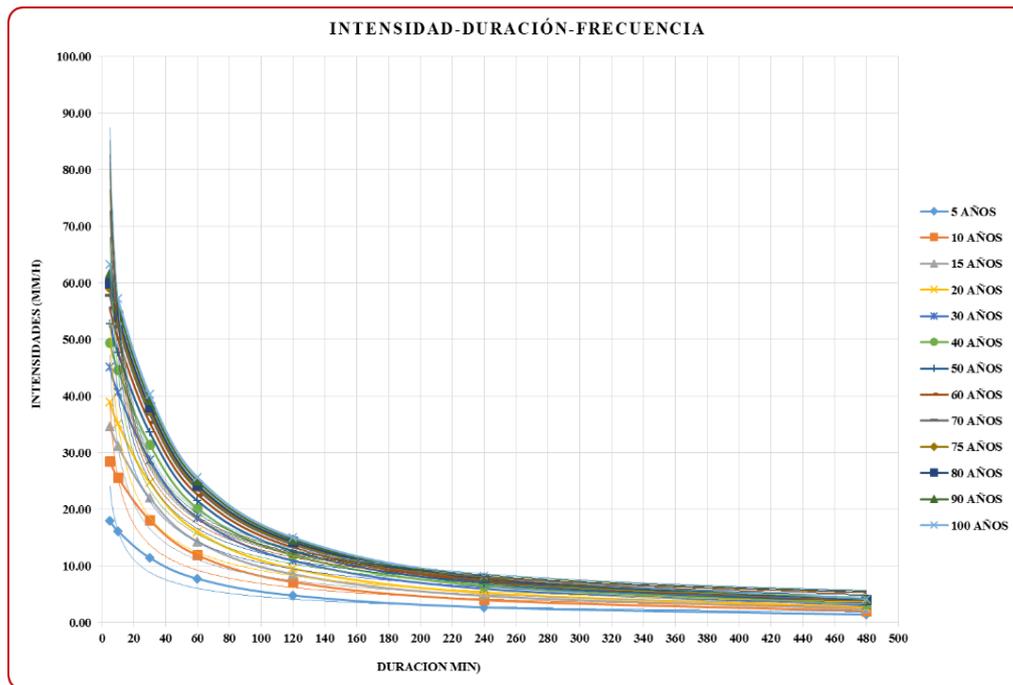


Figura 33. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90%

n.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 90% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 45

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 90% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
90	5	$y = 58.95x^{-0.555}$	R ² = 0.9397	0.075	1.706
	10	$y = 97.937x^{-0.576}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	15	$y = 120.89x^{-0.583}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706
	20	$y = 137.22x^{-0.586}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	30	$y = 160.26x^{-0.59}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	40	$y = 176.62x^{-0.592}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	50	$y = 189.32x^{-0.594}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	60	$y = 199.7x^{-0.595}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	70	$y = 208.48x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	75	$y = 212.41x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	80	$y = 216.08x^{-0.596}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
	90	$y = 222.79x^{-0.597}$	R ² = 0.9403	0.082	1.706
100	$y = 228.8x^{-0.597}$	R ² = 0.9402	0.082	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

ANEXO 2. Curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) y ecuaciones para la Estación Jaén para intensidades máximas con duración hasta 120 minutos.

a. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2% (ver datos en Tabla 30)

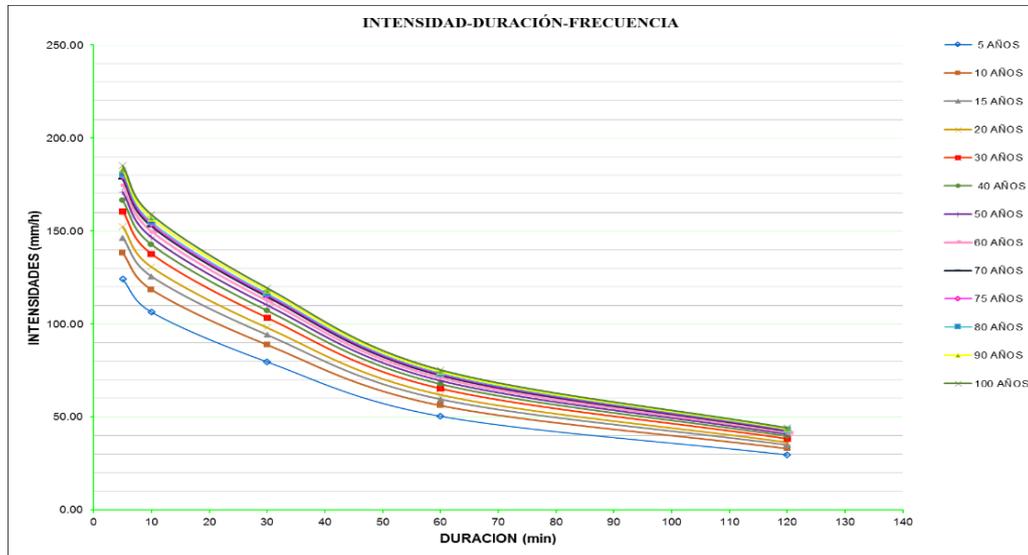


Figura 34. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2%

a.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 46

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
2	5	$y = 283.73x^{-0.437}$	R ² = 0.9312	0.088	1.706
	10	$y = 316.08x^{-0.437}$	R ² = 0.9306	0.088	1.706
	15	$y = 335.01x^{-0.437}$	R ² = 0.9303	0.088	1.706
	20	$y = 348.44x^{-0.436}$	R ² = 0.9301	0.088	1.706
	30	$y = 367.37x^{-0.436}$	R ² = 0.9298	0.089	1.706
	40	$y = 380.8x^{-0.436}$	R ² = 0.9297	0.089	1.706
	50	$y = 391.21x^{-0.436}$	R ² = 0.9295	0.089	1.706
	60	$y = 399.73x^{-0.436}$	R ² = 0.9295	0.089	1.706
	70	$y = 406.92x^{-0.436}$	R ² = 0.9294	0.089	1.706
	75	$y = 410.14x^{-0.436}$	R ² = 0.9293	0.089	1.706
	80	$y = 413.15x^{-0.436}$	R ² = 0.9293	0.089	1.706
	90	$y = 418.65x^{-0.436}$	R ² = 0.9293	0.089	1.706
	100	$y = 423.57x^{-0.436}$	R ² = 0.9292	0.089	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

b. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5% (ver datos en Tabla 30)

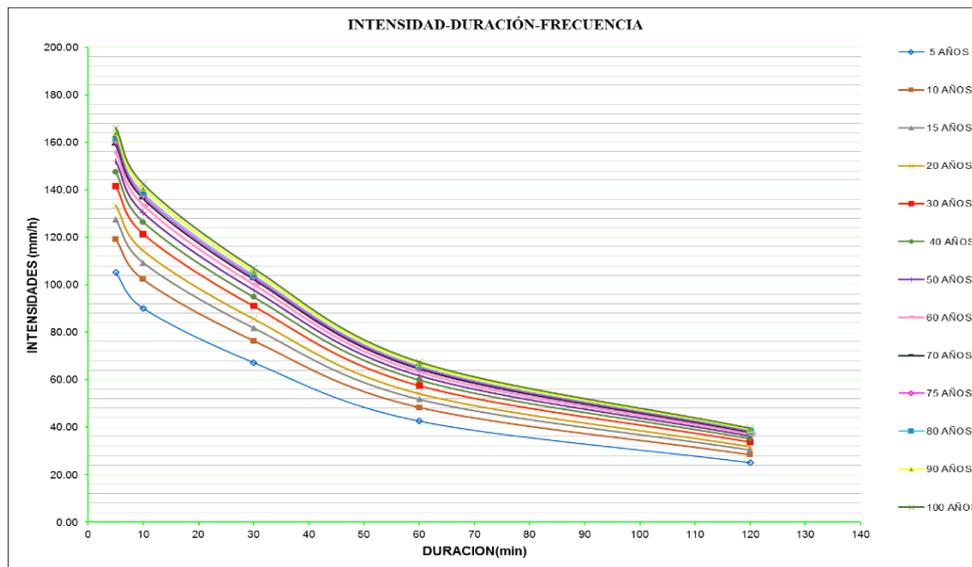


Figura 35. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5%

b.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 5% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 47

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
5	5	$y = 240.23x^{-0.437}$	R ² = 0.9322	0.087	1.706
	10	$y = 272.59x^{-0.437}$	R ² = 0.9314	0.088	1.706
	15	$y = 291.52x^{-0.437}$	R ² = 0.931	0.088	1.706
	20	$y = 304.95x^{-0.437}$	R ² = 0.9308	0.088	1.706
	30	$y = 323.87x^{-0.437}$	R ² = 0.9304	0.088	1.706
	40	$y = 337.3x^{-0.436}$	R ² = 0.9302	0.088	1.706
	50	$y = 347.72x^{-0.436}$	R ² = 0.9301	0.088	1.706
	60	$y = 356.23x^{-0.436}$	R ² = 0.93	0.089	1.706
	70	$y = 363.43x^{-0.436}$	R ² = 0.9299	0.089	1.706
	75	$y = 366.65x^{-0.436}$	R ² = 0.9298	0.089	1.706
	80	$y = 369.66x^{-0.436}$	R ² = 0.9298	0.089	1.706
	90	$y = 375.16x^{-0.436}$	R ² = 0.9297	0.089	1.706
	100	$y = 380.08x^{-0.436}$	R ² = 0.9297	0.089	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

c. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10% (ver datos en Tabla 30)

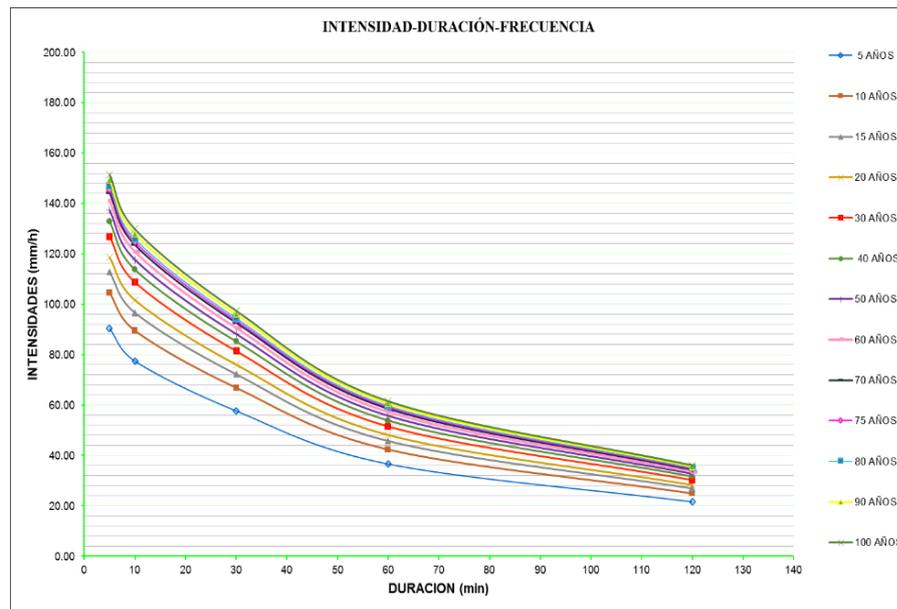


Figura 36. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10%

c.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 10% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 48

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
10	5	$y = 206.63x^{-0.437}$	R ² = 0.9333	0.086	1.706
	10	$y = 238.98x^{-0.437}$	R ² = 0.9323	0.087	1.706
	15	$y = 257.91x^{-0.437}$	R ² = 0.9317	0.087	1.706
	20	$y = 271.34x^{-0.437}$	R ² = 0.9314	0.088	1.706
	30	$y = 290.27x^{-0.437}$	R ² = 0.931	0.088	1.706
	40	$y = 303.7x^{-0.437}$	R ² = 0.9308	0.088	1.706
	50	$y = 314.12x^{-0.437}$	R ² = 0.9306	0.088	1.706
	60	$y = 322.63x^{-0.437}$	R ² = 0.9305	0.088	1.706
	70	$y = 329.82x^{-0.437}$	R ² = 0.9303	0.088	1.706
	75	$y = 333.04x^{-0.437}$	R ² = 0.9303	0.088	1.706
80	$y = 336.06x^{-0.437}$	R ² = 0.9302	0.088	1.706	
90	$y = 341.56x^{-0.436}$	R ² = 0.9302	0.088	1.706	
100	$y = 346.47x^{-0.436}$	R ² = 0.9301	0.088	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando $H_A: R \neq 0$.

d. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 15% (ver datos en Tabla 30)

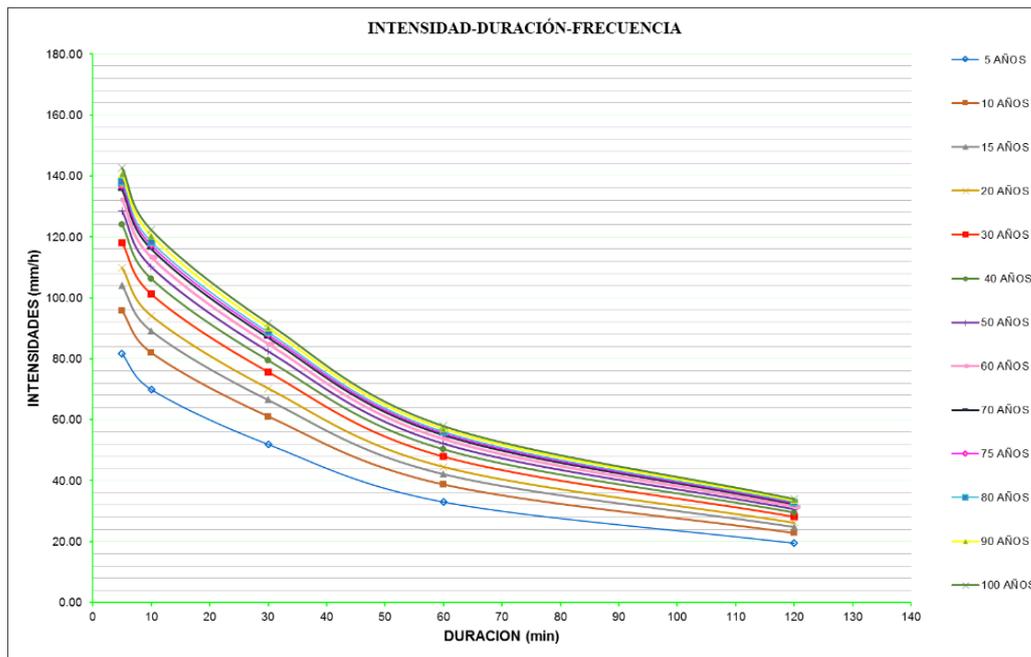


Figura 37. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10%

d.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 15% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 49

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
15	5	$y = 186.39x^{-0.437}$	R ² = 0.9342	0.086	1.706
	10	$y = 218.75x^{-0.437}$	R ² = 0.9329	0.087	1.706
	15	$y = 237.68x^{-0.437}$	R ² = 0.9323	0.087	1.706
	20	$y = 251.11x^{-0.437}$	R ² = 0.9319	0.087	1.706
	30	$y = 270.04x^{-0.437}$	R ² = 0.9315	0.088	1.706
	40	$y = 283.47x^{-0.437}$	R ² = 0.9312	0.088	1.706
	50	$y = 293.88x^{-0.437}$	R ² = 0.931	0.087	1.706
	60	$y = 302.4x^{-0.437}$	R ² = 0.9308	0.088	1.706
	70	$y = 309.59x^{-0.437}$	R ² = 0.9307	0.088	1.706
	75	$y = 312.81x^{-0.437}$	R ² = 0.9306	0.088	1.706
	80	$y = 315.82x^{-0.437}$	R ² = 0.9306	0.088	1.706
	90	$y = 321.32x^{-0.437}$	R ² = 0.9305	0.088	1.706
	100	$y = 326.24x^{-0.437}$	R ² = 0.9304	0.088	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

e. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20% (ver datos en Tabla 30)

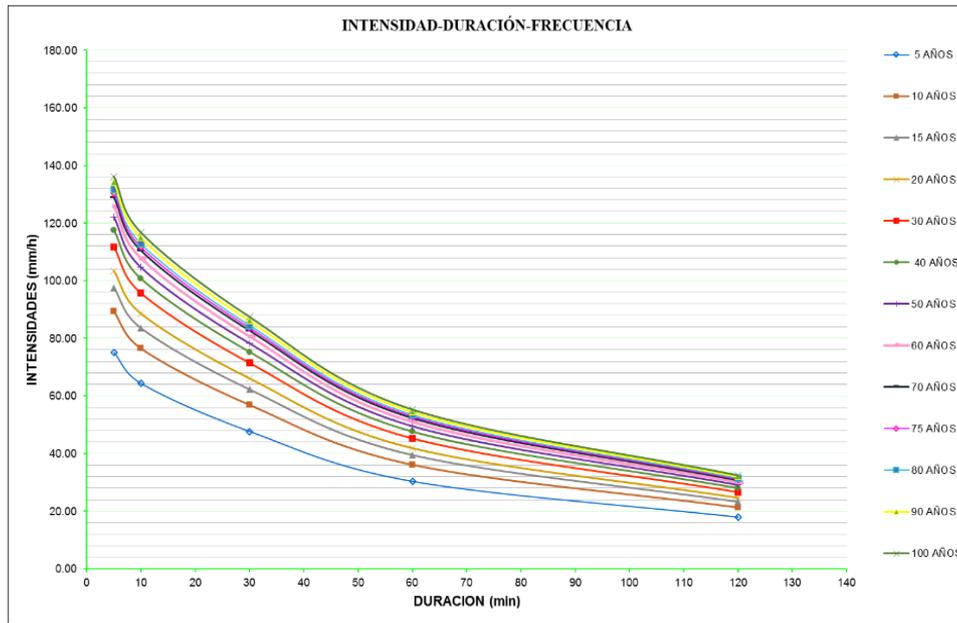


Figura 38. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20%

e.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 50

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
20	5	$y = 171.6x^{-0.437}$	R ² = 0.935	0.085	1.706
	10	$y = 203.95x^{-0.437}$	R ² = 0.9334	0.086	1.706
	15	$y = 222.88x^{-0.437}$	R ² = 0.9328	0.087	1.706
	20	$y = 236.31x^{-0.437}$	R ² = 0.9323	0.087	1.706
	30	$y = 255.24x^{-0.437}$	R ² = 0.9318	0.087	1.706
	40	$y = 268.67x^{-0.437}$	R ² = 0.9315	0.088	1.706
	50	$y = 279.09x^{-0.437}$	R ² = 0.9313	0.088	1.706
	60	$y = 287.6x^{-0.437}$	R ² = 0.9311	0.088	1.706
	70	$y = 294.79x^{-0.437}$	R ² = 0.9309	0.088	1.706
	75	$y = 298.01x^{-0.437}$	R ² = 0.9309	0.088	1.706
	80	$y = 301.03x^{-0.437}$	R ² = 0.9308	0.088	1.706
	90	$y = 306.52x^{-0.437}$	R ² = 0.9307	0.088	1.706
	100	$y = 311.44x^{-0.437}$	R ² = 0.9306	0.088	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

f. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25% (ver datos en Tabla 30)

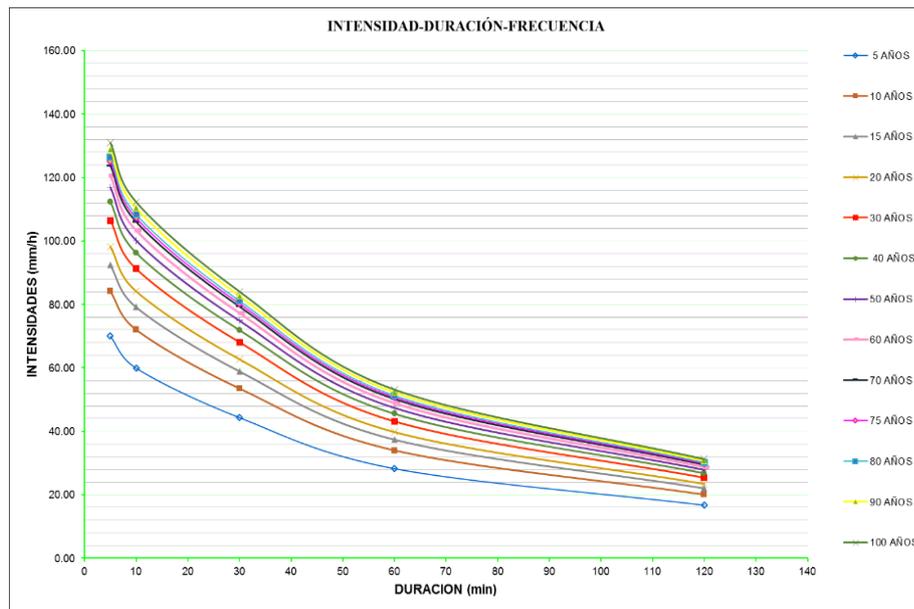


Figura 39. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25%

f.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 25% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 51

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
25	5	$y = 159.74x^{-0.437}$	R ² = 0.9357	0.085	1.706
	10	$y = 192.09x^{-0.437}$	R ² = 0.9339	0.086	1.706
	15	$y = 211.02x^{-0.437}$	R ² = 0.9332	0.086	1.706
	20	$y = 224.45x^{-0.437}$	R ² = 0.9327	0.087	1.706
	30	$y = 243.38x^{-0.437}$	R ² = 0.9321	0.087	1.706
	40	$y = 256.81x^{-0.437}$	R ² = 0.9318	0.087	1.706
	50	$y = 267.23x^{-0.437}$	R ² = 0.9315	0.088	1.706
	60	$y = 275.74x^{-0.437}$	R ² = 0.9313	0.088	1.706
	70	$y = 282.93x^{-0.437}$	R ² = 0.9312	0.088	1.706
	75	$y = 286.15x^{-0.437}$	R ² = 0.9311	0.088	1.706
80	$y = 289.17x^{-0.437}$	R ² = 0.9311	0.088	1.706	
90	$y = 294.66x^{-0.437}$	R ² = 0.9309	0.088	1.706	
100	$y = 299.58x^{-0.437}$	R ² = 0.9308	0.088	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

g. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30% (ver datos en Tabla 30)

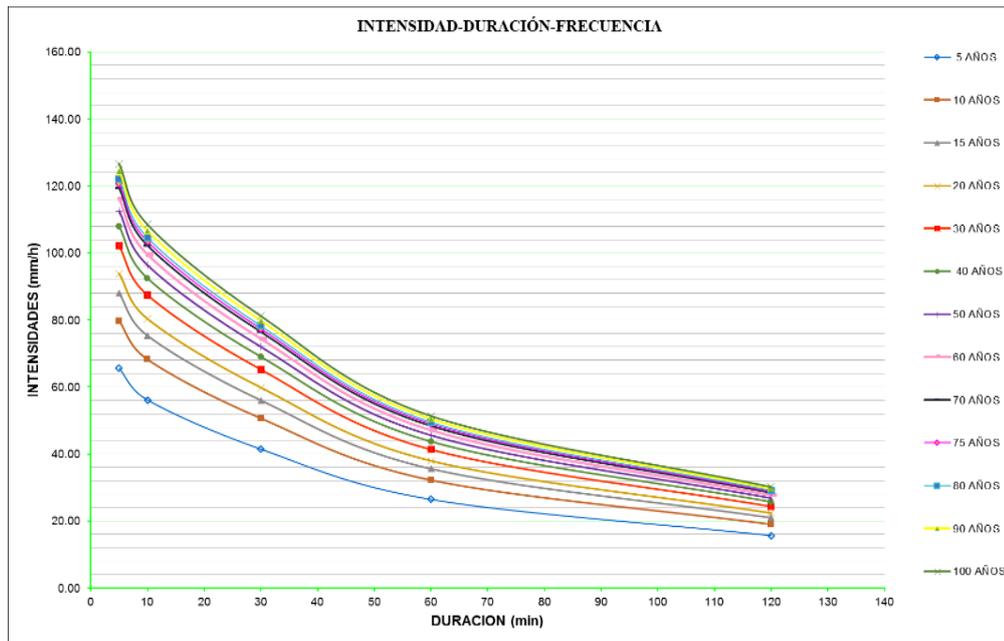


Figura 40. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30%

g.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 52

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
30	5	$y = 149.7x^{-0.437}$	R ² = 0.9363	0.084	1.706
	10	$y = 182.06x^{-0.437}$	R ² = 0.9344	0.086	1.706
	15	$y = 200.99x^{-0.437}$	R ² = 0.9336	0.086	1.706
	20	$y = 214.42x^{-0.437}$	R ² = 0.933	0.086	1.706
	30	$y = 233.34x^{-0.437}$	R ² = 0.9324	0.087	1.706
	40	$y = 246.77x^{-0.437}$	R ² = 0.932	0.087	1.706
	50	$y = 257.19x^{-0.437}$	R ² = 0.9318	0.087	1.706
	60	$y = 265.7x^{-0.437}$	R ² = 0.9316	0.088	1.706
	70	$y = 272.9x^{-0.437}$	R ² = 0.9314	0.088	1.706
	75	$y = 276.12x^{-0.437}$	R ² = 0.9313	0.088	1.706
	80	$y = 279.13x^{-0.437}$	R ² = 0.9313	0.088	1.706
	90	$y = 284.63x^{-0.437}$	R ² = 0.9311	0.088	1.706
	100	$y = 289.55x^{-0.437}$	R ² = 0.931	0.088	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

h. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40% (ver datos en Tabla 30)

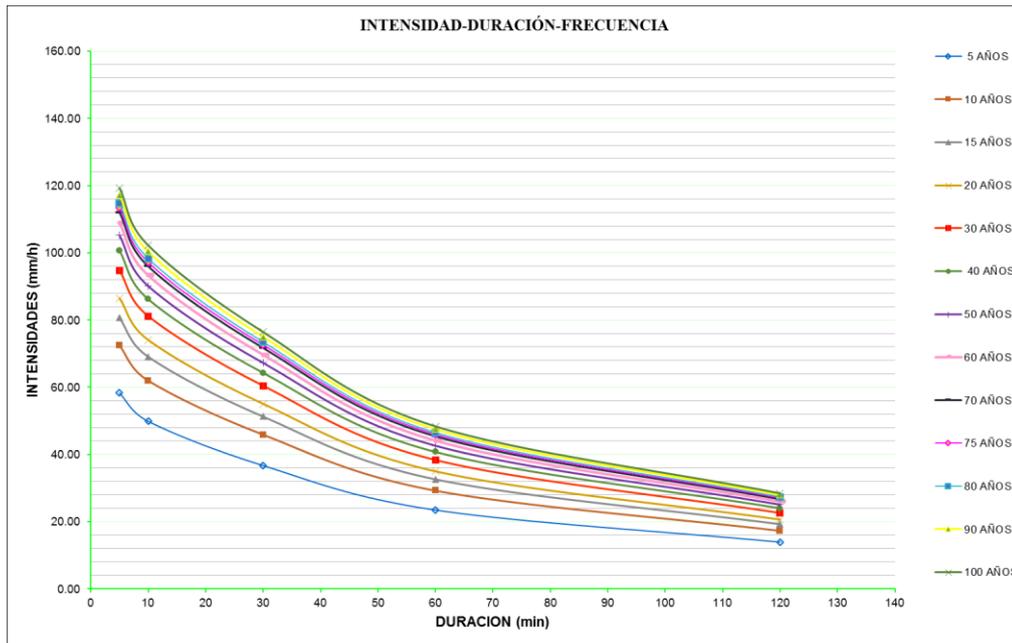


Figura 41. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40%

h.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 53

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
40	5	$y = 132.93x^{-0.437}$	R ² = 0.9377	0.084	1.706
	10	$y = 165.29x^{-0.437}$	R ² = 0.9353	0.085	1.706
	15	$y = 184.22x^{-0.437}$	R ² = 0.9343	0.086	1.706
	20	$y = 197.65x^{-0.437}$	R ² = 0.9337	0.086	1.706
	30	$y = 216.58x^{-0.437}$	R ² = 0.933	0.087	1.706
	40	$y = 230.01x^{-0.437}$	R ² = 0.9325	0.087	1.706
	50	$y = 240.42x^{-0.437}$	R ² = 0.9322	0.087	1.706
	60	$y = 248.93x^{-0.437}$	R ² = 0.932	0.087	1.706
	70	$y = 256.13x^{-0.437}$	R ² = 0.9318	0.087	1.706
	75	$y = 259.35x^{-0.437}$	R ² = 0.9317	0.087	1.706
	80	$y = 262.36x^{-0.437}$	R ² = 0.9316	0.088	1.706
	90	$y = 267.86x^{-0.437}$	R ² = 0.9315	0.088	1.706
	100	$y = 272.78x^{-0.437}$	R ² = 0.9314	0.086	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

i. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50% (ver datos en Tabla 30)

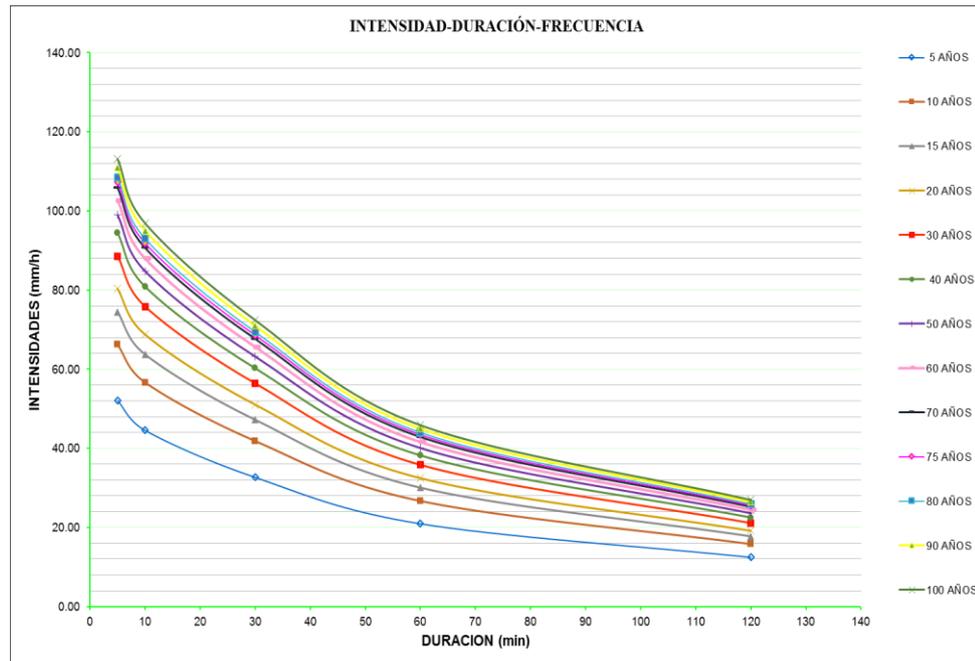


Figura 42. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50%

i.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 54

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
50	5	y = 118.68x ^{-0.438}	R ² = 0.9391	0.083	1.706
	10	y = 151.04x ^{-0.437}	R ² = 0.9362	0.085	1.706
	15	y = 169.97x ^{-0.437}	R ² = 0.935	0.085	1.706
	20	y = 183.4x ^{-0.437}	R ² = 0.9343	0.086	1.706
	30	y = 202.33x ^{-0.437}	R ² = 0.9335	0.086	1.706
	40	y = 215.76x ^{-0.437}	R ² = 0.933	0.087	1.706
	50	y = 226.17x ^{-0.437}	R ² = 0.9326	0.087	1.706
	60	y = 234.69x ^{-0.437}	R ² = 0.9324	0.087	1.706
	70	y = 241.88x ^{-0.437}	R ² = 0.9322	0.087	1.706
	75	y = 245.1x ^{-0.437}	R ² = 0.9321	0.087	1.706
	80	y = 248.12x ^{-0.437}	R ² = 0.932	0.087	1.706
	90	y = 253.61x ^{-0.437}	R ² = 0.9319	0.087	1.706
	100	y = 258.53x ^{-0.437}	R ² = 0.9317	0.087	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó t_c < t_t, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

j. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 60% (ver datos en Tabla 30)

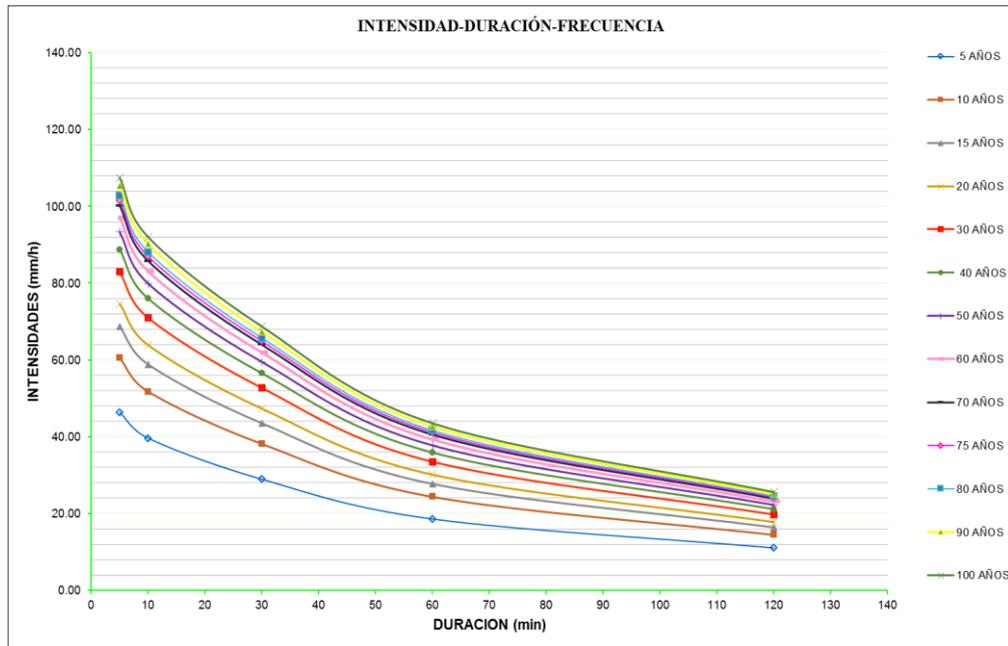


Figura 43. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50%

j.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 55

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
60	5	$y = 105.65x^{-0.438}$	R ² = 0.9408	0.081	1.706
	10	$y = 138.01x^{-0.437}$	R ² = 0.9372	0.084	1.706
	15	$y = 156.94x^{-0.437}$	R ² = 0.9358	0.085	1.706
	20	$y = 170.37x^{-0.437}$	R ² = 0.935	0.085	1.706
	30	$y = 189.3x^{-0.437}$	R ² = 0.9341	0.086	1.706
	40	$y = 202.73x^{-0.437}$	R ² = 0.9335	0.086	1.706
	50	$y = 213.15x^{-0.437}$	R ² = 0.9331	0.087	1.706
	60	$y = 221.66x^{-0.437}$	R ² = 0.9328	0.087	1.706
	70	$y = 228.85x^{-0.437}$	R ² = 0.9326	0.087	1.706
	75	$y = 232.07x^{-0.437}$	R ² = 0.9325	0.087	1.706
80	$y = 235.09x^{-0.437}$	R ² = 0.9324	0.087	1.706	
90	$y = 240.58x^{-0.437}$	R ² = 0.9322	0.087	1.706	
100	$y = 245.5x^{-0.437}$	R ² = 0.9321	0.087	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

k. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70% (ver datos en Tabla 30)

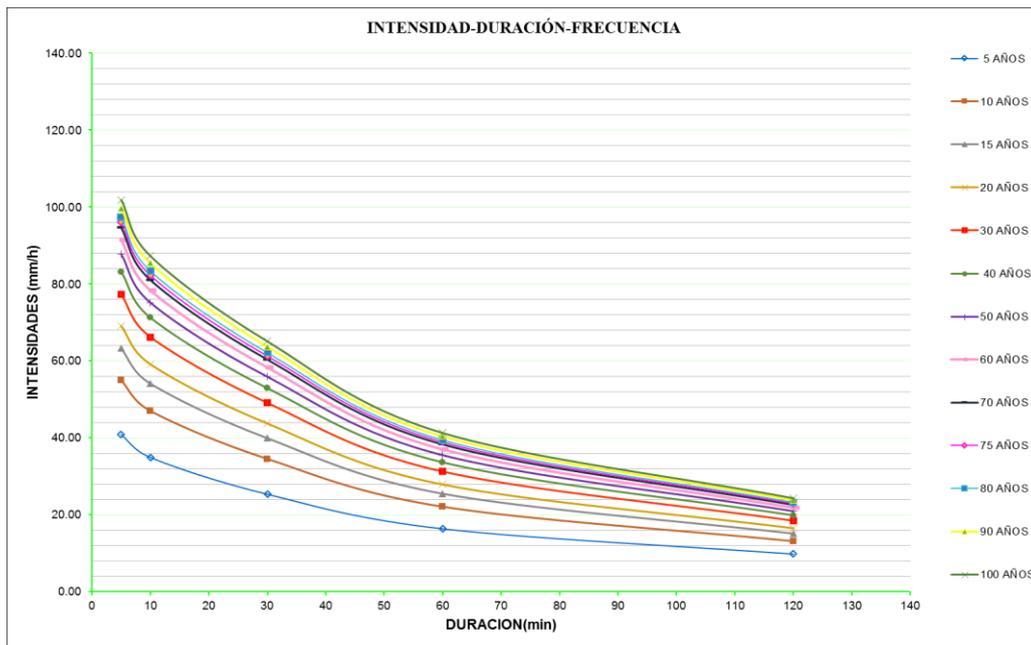


Figura 44. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70%

k.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 56

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
70	5	$y = 92.908x^{-0.438}$	R ² = 0.9428	0.080	1.706
	10	$y = 125.27x^{-0.437}$	R ² = 0.9384	0.083	1.706
	15	$y = 144.19x^{-0.437}$	R ² = 0.9367	0.084	1.706
	20	$y = 157.62x^{-0.437}$	R ² = 0.9358	0.085	1.706
	30	$y = 176.55x^{-0.437}$	R ² = 0.9347	0.085	1.706
	40	$y = 189.98x^{-0.437}$	R ² = 0.934	0.086	1.706
	50	$y = 200.4x^{-0.437}$	R ² = 0.9336	0.086	1.706
	60	$y = 208.91x^{-0.437}$	R ² = 0.9332	0.086	1.706
	70	$y = 216.11x^{-0.437}$	R ² = 0.933	0.087	1.706
	75	$y = 219.33x^{-0.437}$	R ² = 0.9329	0.087	1.706
	80	$y = 222.34x^{-0.437}$	R ² = 0.9328	0.087	1.706
	90	$y = 227.84x^{-0.437}$	R ² = 0.9326	0.087	1.706
	100	$y = 232.76x^{-0.437}$	R ² = 0.9324	0.087	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

I. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75% (ver datos en Tabla 30)

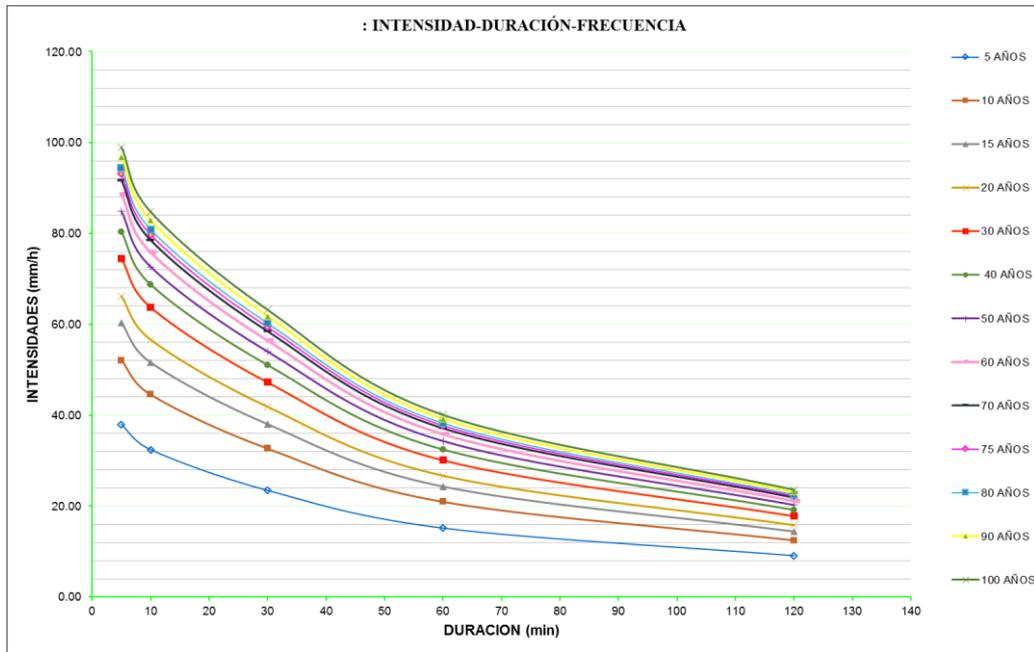


Figura 45. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75%

I.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R.

$$H_0: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 57

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
75	5	$y = 86.325x^{-0.438}$	R ² = 0.9441	0.079	1.706
	10	$y = 118.68x^{-0.438}$	R ² = 0.9391	0.083	1.706
	15	$y = 137.61x^{-0.437}$	R ² = 0.9373	0.084	1.706
	20	$y = 151.04x^{-0.437}$	R ² = 0.9362	0.085	1.706
	30	$y = 169.97x^{-0.437}$	R ² = 0.935	0.085	1.706
	40	$y = 183.4x^{-0.437}$	R ² = 0.9343	0.086	1.706
	50	$y = 193.82x^{-0.437}$	R ² = 0.9339	0.086	1.706
	60	$y = 202.33x^{-0.437}$	R ² = 0.9335	0.086	1.706
	70	$y = 209.52x^{-0.437}$	R ² = 0.9332	0.087	1.706
	75	$y = 212.74x^{-0.437}$	R ² = 0.9331	0.087	1.706
	80	$y = 215.76x^{-0.437}$	R ² = 0.933	0.087	1.706
	90	$y = 221.26x^{-0.437}$	R ² = 0.9328	0.087	1.706
	100	$y = 226.17x^{-0.437}$	R ² = 0.9326	0.087	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando $H_A: R \neq 0$.

m. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80% (ver datos en Tabla 30)

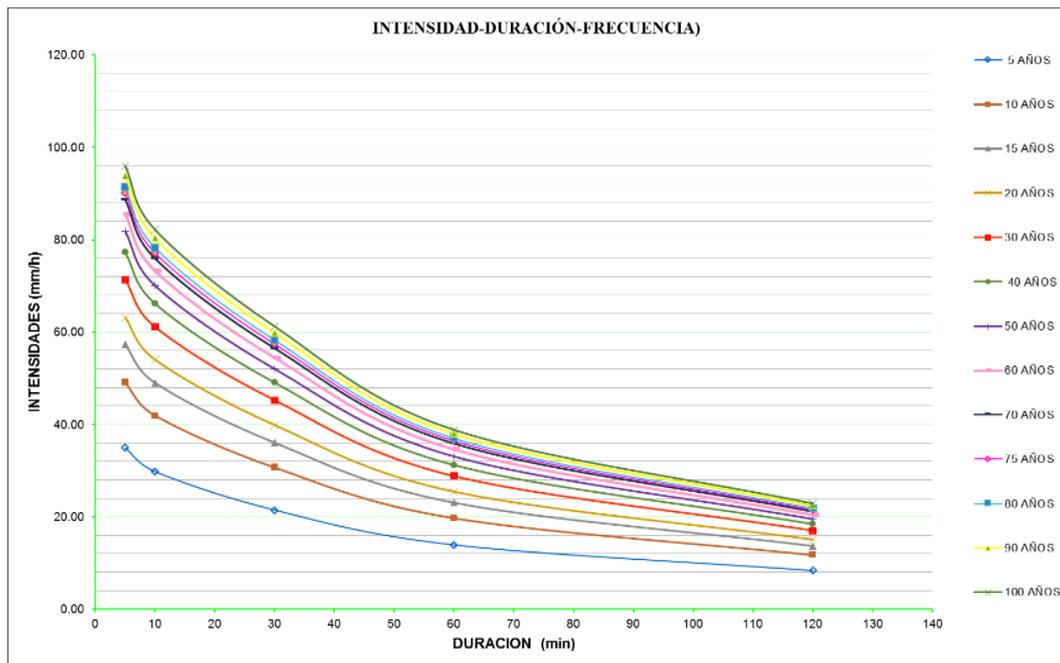


Figura 46. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80%

m.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 58

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
80	5	$y = 79.357x^{-0.438}$	R ² = 0.9456	0.078	1.706
	10	$y = 111.72x^{-0.438}$	R ² = 0.94	0.082	1.706
	15	$y = 130.64x^{-0.437}$	R ² = 0.9379	0.083	1.706
	20	$y = 144.07x^{-0.437}$	R ² = 0.9368	0.084	1.706
	30	$y = 163x^{-0.437}$	R ² = 0.9355	0.085	1.706
	40	$y = 176.43x^{-0.437}$	R ² = 0.9347	0.085	1.706
	50	$y = 186.85x^{-0.437}$	R ² = 0.9342	0.086	1.706
	60	$y = 195.36x^{-0.437}$	R ² = 0.9338	0.086	1.706
	70	$y = 202.56x^{-0.437}$	R ² = 0.9335	0.086	1.706
	75	$y = 205.78x^{-0.437}$	R ² = 0.9334	0.086	1.706
	80	$y = 208.79x^{-0.437}$	R ² = 0.9333	0.086	1.706
	90	$y = 214.29x^{-0.437}$	R ² = 0.9331	0.087	1.706
	100	$y = 219.21x^{-0.437}$	R ² = 0.9329	0.087	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando $H_A: R \neq 0$.

n. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90% (ver datos en Tabla 30)

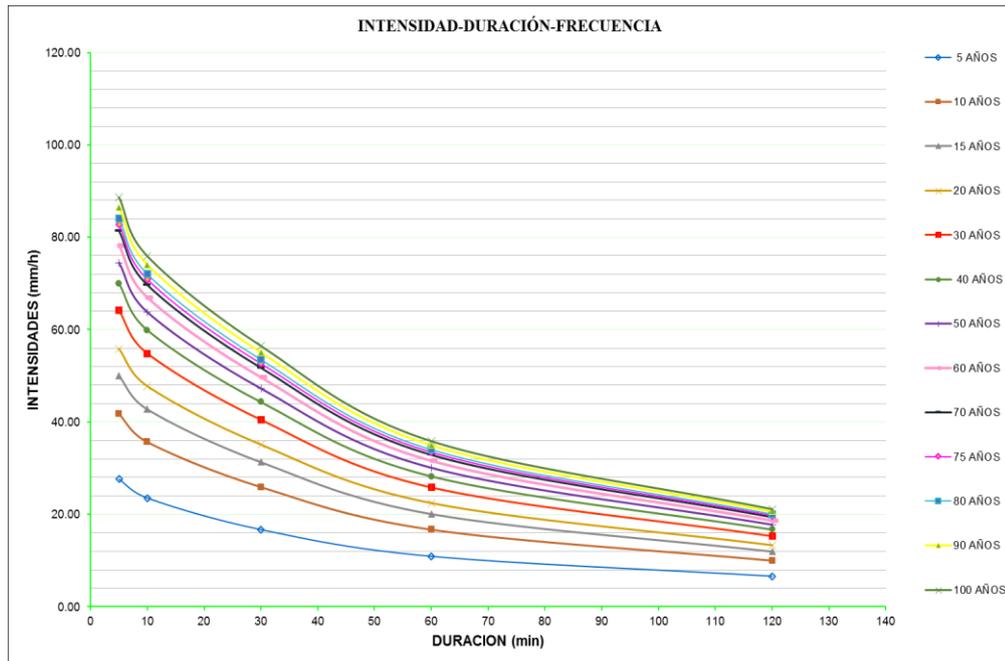


Figura 47. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90%

Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 90% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 59

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 90% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
90	5	$y = 62.636x^{-0.439}$	R ² = 0.9506	0.074	1.706
	10	$y = 94.996x^{-0.438}$	R ² = 0.9424	0.080	1.706
	15	$y = 113.93x^{-0.438}$	R ² = 0.9397	0.082	1.706
	20	$y = 127.36x^{-0.437}$	R ² = 0.9382	0.083	1.706
	30	$y = 146.28x^{-0.437}$	R ² = 0.9366	0.084	1.706
	40	$y = 159.71x^{-0.437}$	R ² = 0.9357	0.085	1.706
	50	$y = 170.13x^{-0.437}$	R ² = 0.935	0.085	1.706
	60	$y = 178.64x^{-0.437}$	R ² = 0.9346	0.086	1.706
	70	$y = 185.84x^{-0.437}$	R ² = 0.9342	0.086	1.706
	75	$y = 189.06x^{-0.437}$	R ² = 0.9341	0.086	1.706
	80	$y = 192.07x^{-0.437}$	R ² = 0.9339	0.086	1.706
	90	$y = 197.57x^{-0.437}$	R ² = 0.9337	0.086	1.706
	100	$y = 202.49x^{-0.437}$	R ² = 0.9335	0.086	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

ANEXO 3. Curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) y ecuaciones para la Estación Jaén para intensidades máximas con duración hasta 30 minutos.

a. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2% (ver datos en Tabla 31)

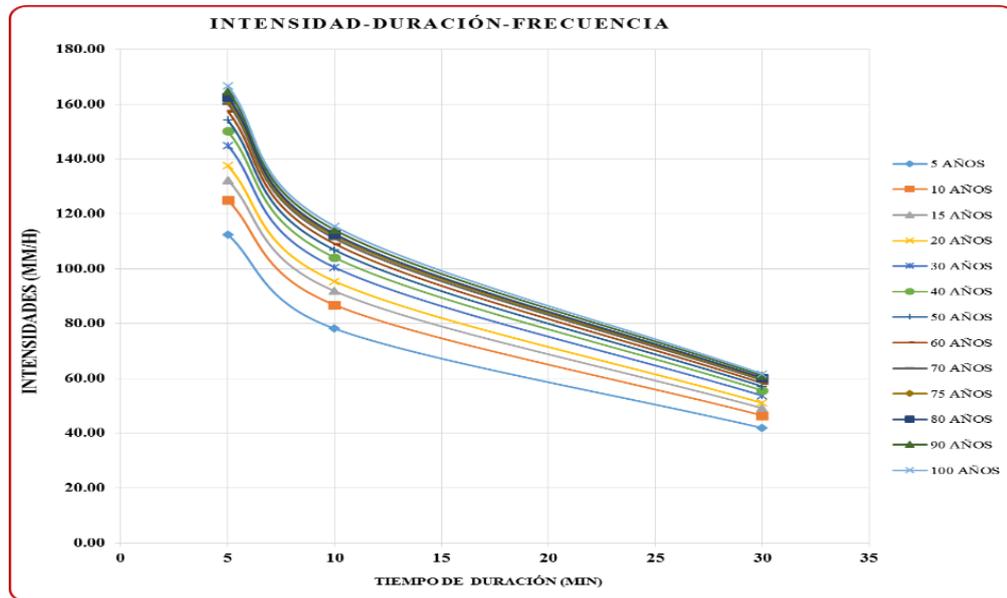


Figura 48. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 2%

a.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 60

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 2% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
2	5	$y = 275.33x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	10	$y = 306.81x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 325.23x^{-0.554}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 338.29x^{-0.555}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 356.71x^{-0.555}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 369.78x^{-0.556}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 379.91x^{-0.556}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 388.2x^{-0.556}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 395.2x^{-0.556}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 398.33x^{-0.556}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 401.26x^{-0.557}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 406.61x^{-0.557}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
100	$y = 411.4x^{-0.557}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

b. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5% (ver datos en Tabla 31)

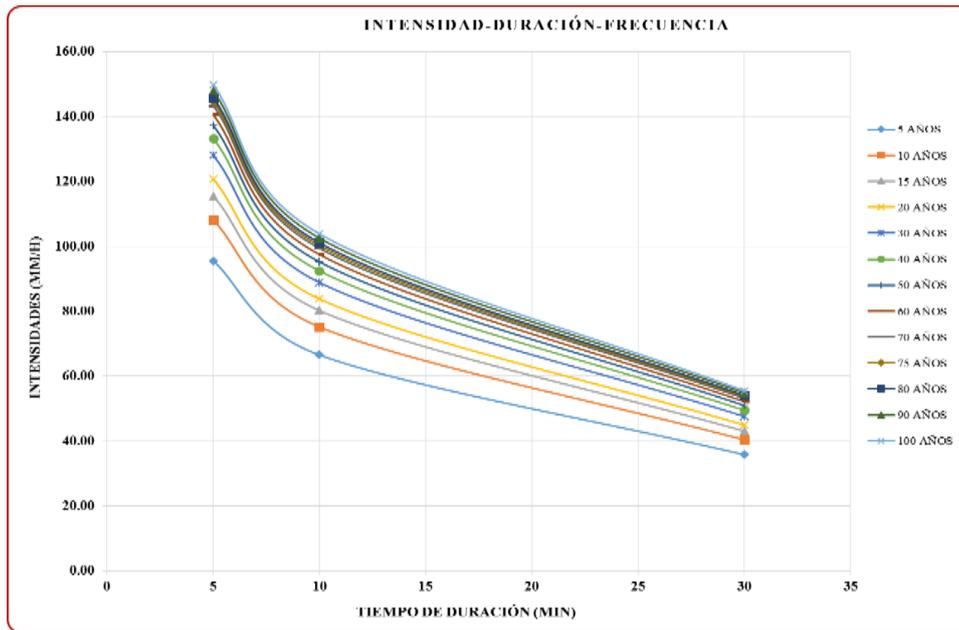


Figura 49. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 5%

b.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 5% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 61

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
5	5	$y = 233.02x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	10	$y = 264.5x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 282.91x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 295.97x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 314.39x^{-0.554}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 327.45x^{-0.554}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 337.59x^{-0.555}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 345.87x^{-0.555}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 352.87x^{-0.555}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 356.01x^{-0.555}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 358.94x^{-0.555}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 364.29x^{-0.556}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	100	$y = 369.08x^{-0.556}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

c. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10% (ver datos en Tabla 31)

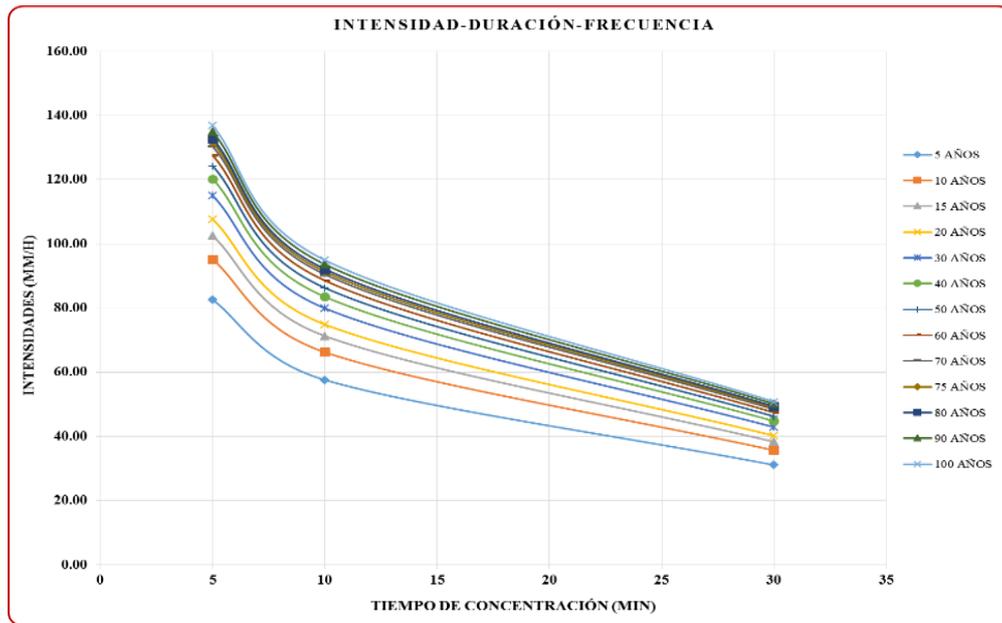


Figura 50. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 10%

c.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 10 % y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 62

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 10% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
10	5	$y = 200.35x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	10	$y = 231.81x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 250.22x^{-0.55}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 263.28x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 281.7x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 294.76x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 304.9x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 313.18x^{-0.554}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 320.18x^{-0.554}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 323.31x^{-0.554}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 326.24x^{-0.554}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 331.59x^{-0.554}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	100	$y = 336.38x^{-0.555}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

d. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 15% (ver datos en Tabla 31)

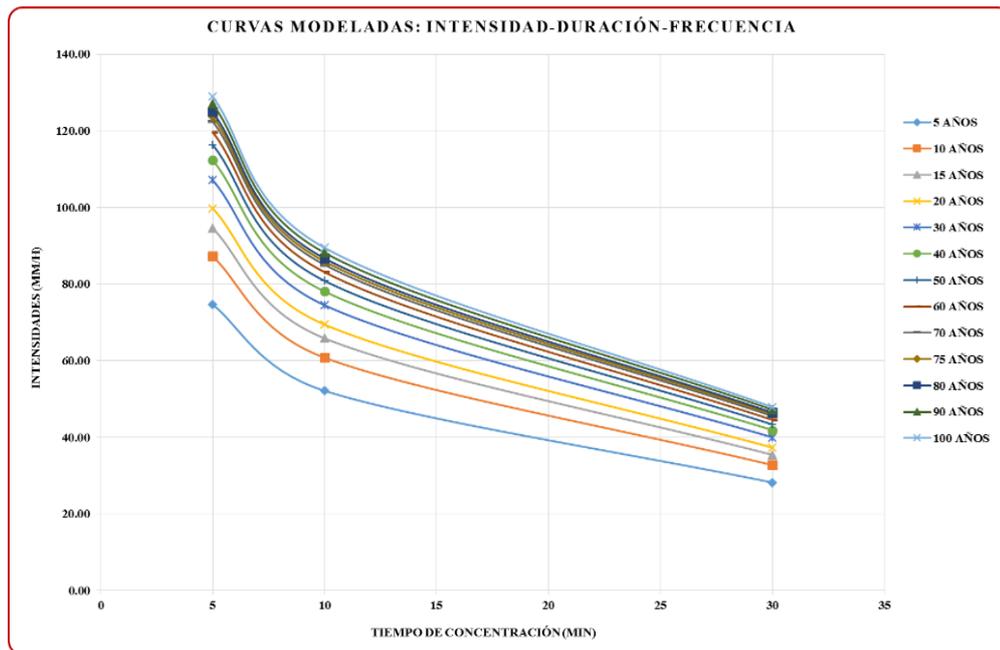


Figura 51. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 15%

d.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 15 % y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 63

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 15% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
15	5	$y = 180.68x^{-0.544}$	R ² = 0.9996		
	10	$y = 212.14x^{-0.548}$	R ² = 0.9996		
	15	$y = 230.54x^{-0.549}$	R ² = 0.9996		
	20	$y = 243.6x^{-0.55}$	R ² = 0.9996		
	30	$y = 262.02x^{-0.551}$	R ² = 0.9996		
	40	$y = 275.08x^{-0.552}$	R ² = 0.9996		
	50	$y = 285.21x^{-0.552}$	R ² = 0.9996		
	60	$y = 293.49x^{-0.553}$	R ² = 0.9996		
	70	$y = 300.49x^{-0.553}$	R ² = 0.9996		
	75	$y = 303.63x^{-0.553}$	R ² = 0.9996		
	80	$y = 306.56x^{-0.553}$	R ² = 0.9996		
	90	$y = 311.91x^{-0.554}$	R ² = 0.9996		
100	$y = 316.69x^{-0.554}$	R ² = 0.9996			

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

e. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20% (ver datos en Tabla 31)

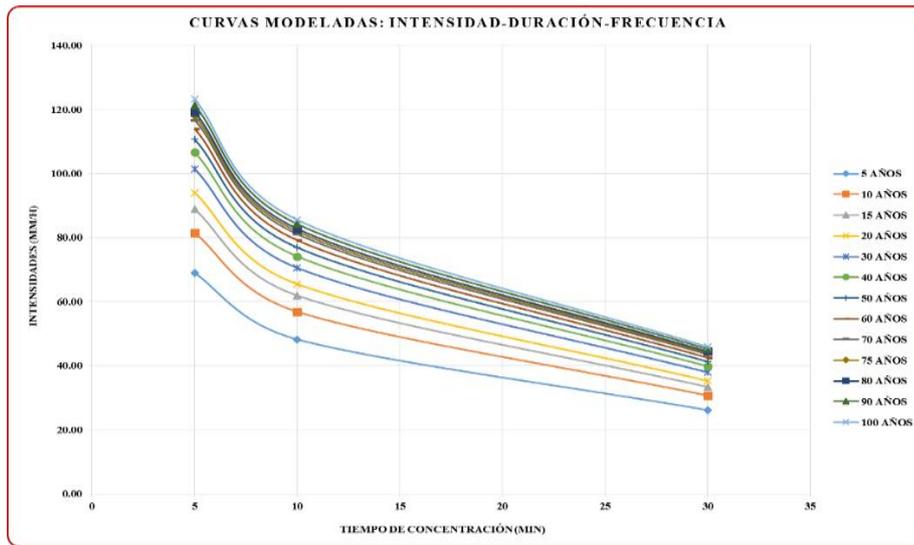


Figura 52. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 20%

e.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 64

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 20% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
20	5	$y = 166.29x^{-0.543}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	10	$y = 197.75x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 216.15x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 229.21x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 247.62x^{-0.55}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 260.68x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 270.82x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 279.1x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 286.1x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 289.23x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 292.16x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 297.51x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
100	$y = 302.29x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

f. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25% (ver datos en Tabla 31)

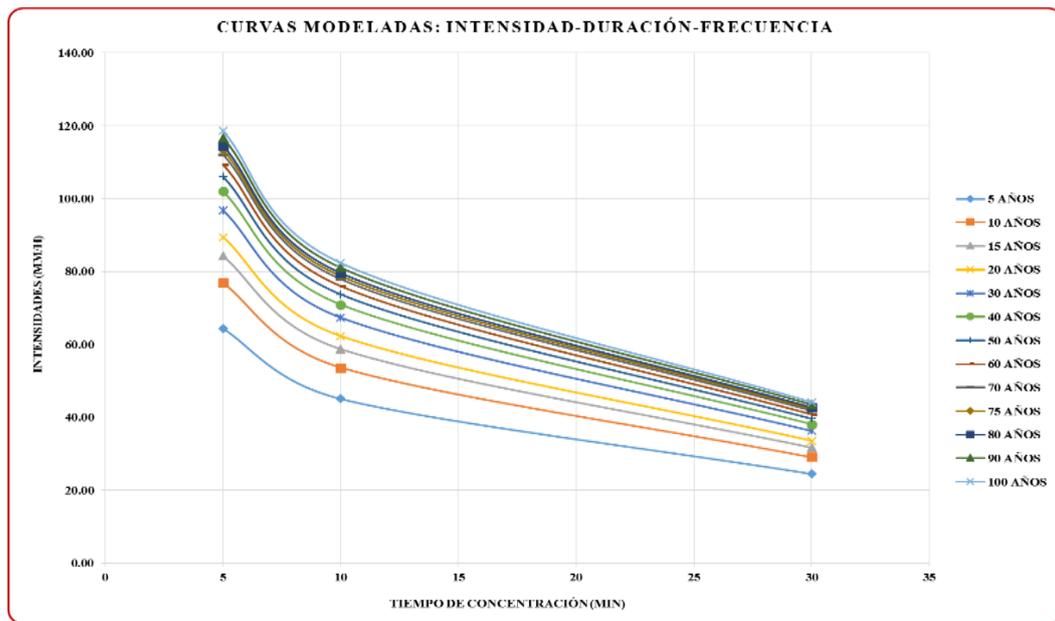


Figura 53. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 25%

f.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 25% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 65

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 25% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
25	5	$y = 166.29x^{-0.543}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	10	$y = 197.75x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 216.15x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 229.21x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 247.62x^{-0.55}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 260.68x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 270.82x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 279.1x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 286.1x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 289.23x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 292.16x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 297.51x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	100	$y = 302.29x^{-0.553}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando $H_A: R \neq 0$.

g. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30% (ver datos en Tabla 31)

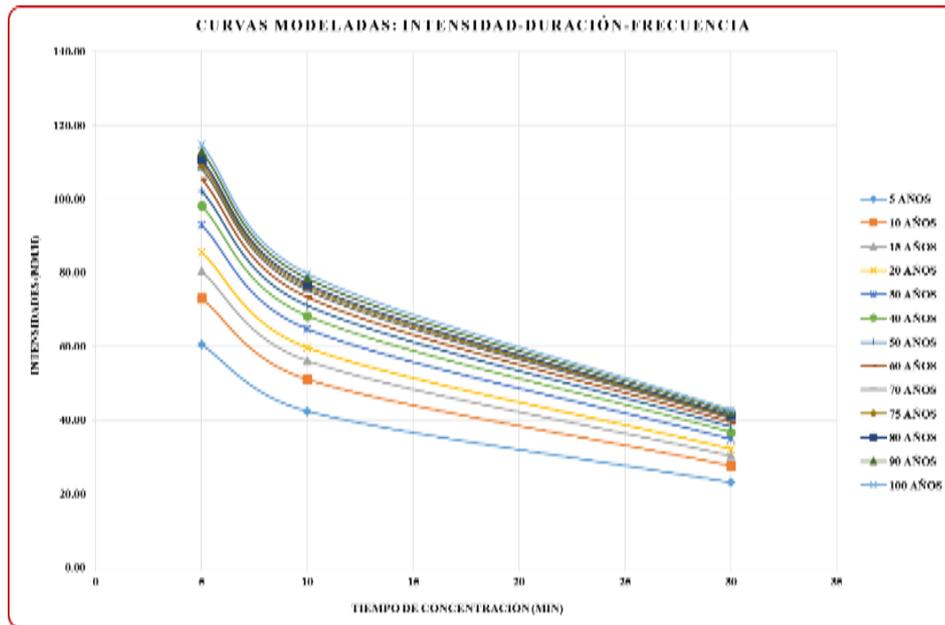


Figura 54. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 30%

g.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 66

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 30% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
30	5	$y = 145.02x^{-0.539}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	10	$y = 176.46x^{-0.544}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 194.86x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 207.92x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 226.33x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 239.39x^{-0.55}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 249.52x^{-0.55}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 257.8x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 264.8x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 267.93x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 270.86x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 276.21x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	100	$y = 280.99x^{-0.552}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

h. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40% (ver datos en Tabla 31)

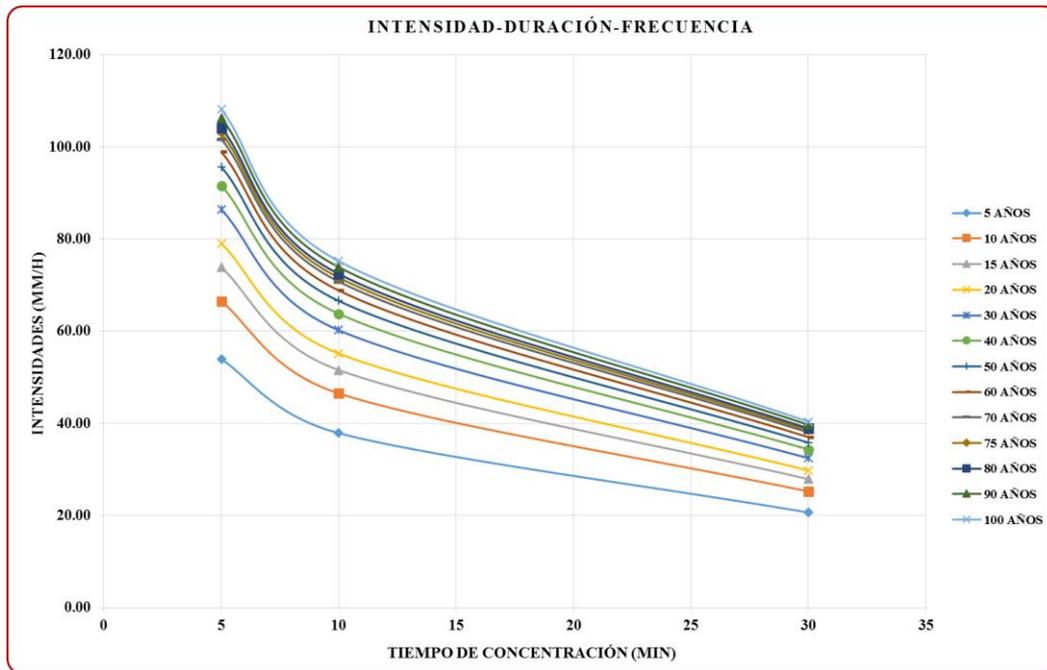


Figura 55. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 40%

h.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 67

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 40% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
40	5	$y = 128.74x^{-0.536}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	10	$y = 160.17x^{-0.542}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 178.56x^{-0.544}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 191.62x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 210.02x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 223.08x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 233.21x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 241.49x^{-0.55}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 248.49x^{-0.55}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 251.62x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 254.55x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 259.9x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	100	$y = 264.68x^{-0.551}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: $R \neq 0$.

i. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50% (ver datos en Tabla 31)

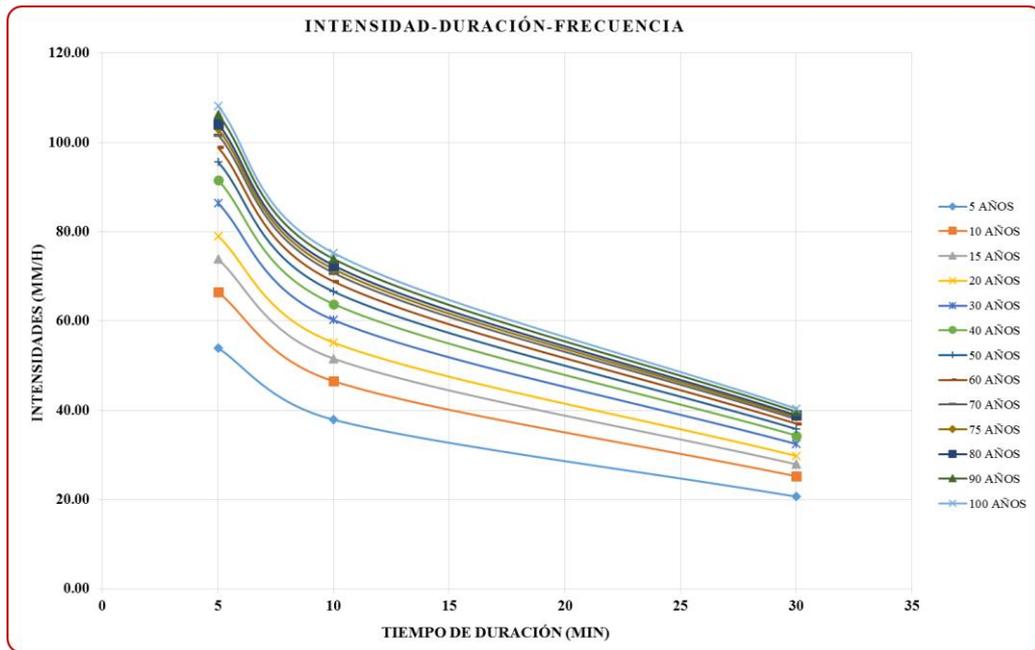


Figura 56. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 50%

i.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 68

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 50% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
50	5	y = 128.74x ^{-0.536}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	10	y = 160.17x ^{-0.542}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	y = 178.56x ^{-0.544}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	y = 191.62x ^{-0.546}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	y = 210.02x ^{-0.547}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	y = 223.08x ^{-0.549}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	y = 233.21x ^{-0.549}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	y = 241.49x ^{-0.55}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	y = 248.49x ^{-0.55}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	y = 251.62x ^{-0.551}	R ² = 0.9996	0.021	1.706
80	y = 254.55x ^{-0.551}	R ² = 0.9996	0.021	1.706	
90	y = 259.9x ^{-0.551}	R ² = 0.9996	0.021	1.706	
100	y = 264.68x ^{-0.551}	R ² = 0.9996	0.021	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó t_c < t_t, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

j. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 60% (ver datos en Tabla 31)

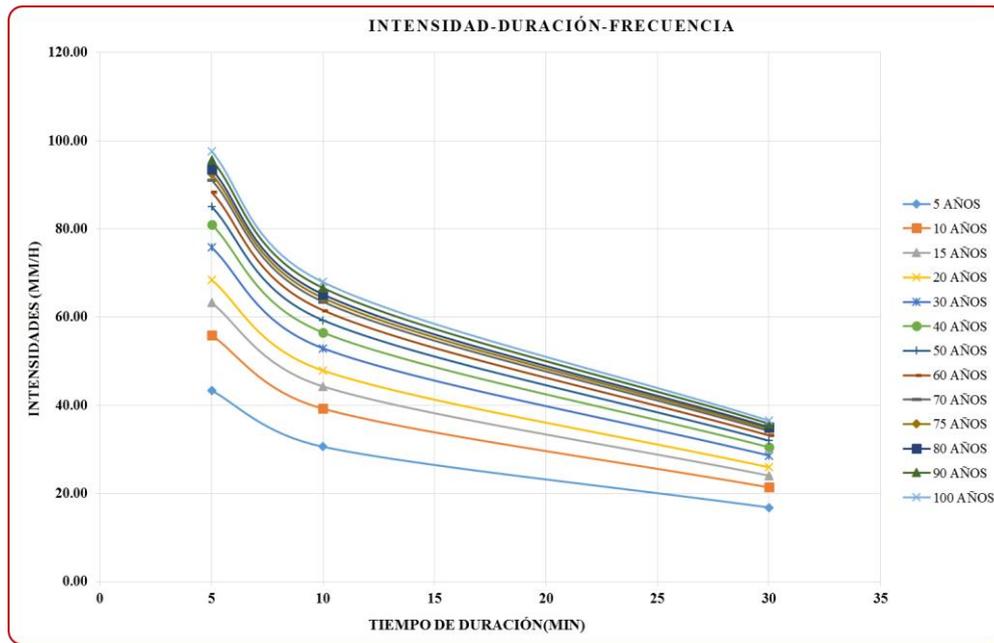


Figura 57. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 60%

j.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 69

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 60% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
60	5	$y = 102.27x^{-0.529}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	10	$y = 133.67x^{-0.537}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 152.06x^{-0.541}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 165.1x^{-0.542}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 183.5x^{-0.545}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 196.56x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 206.68x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 214.96x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 221.96x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 225.09x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 228.02x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 233.37x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
100	$y = 238.15x^{-0.55}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

k. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70% (ver datos en Tabla 31)

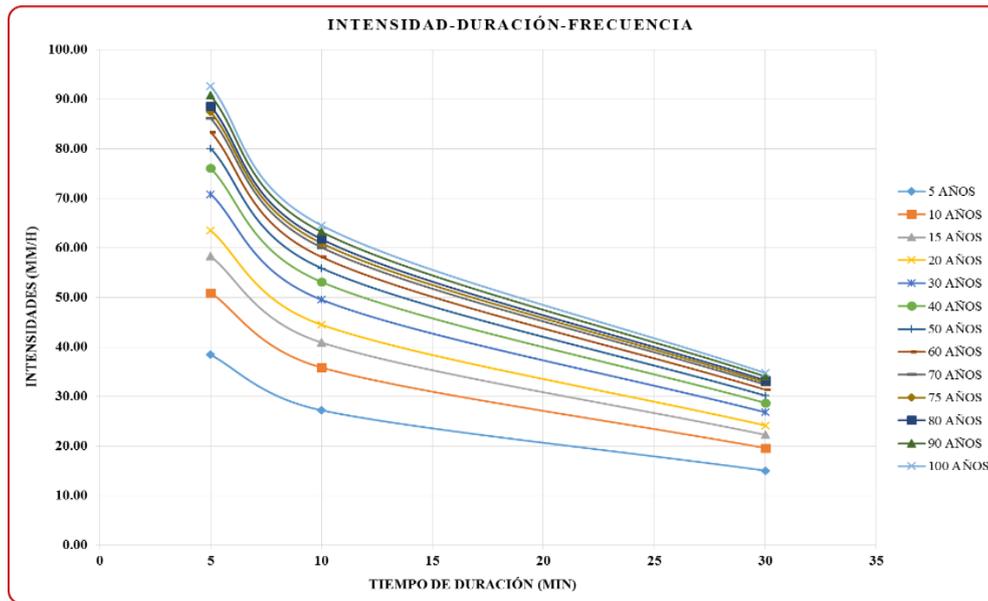


Figura 58. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 70%

k.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 70

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 70% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
70	5	$y = 89.921x^{-0.524}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	10	$y = 121.3x^{-0.534}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	15	$y = 139.67x^{-0.538}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 152.72x^{-0.541}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 171.11x^{-0.543}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 184.16x^{-0.545}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 194.29x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 202.57x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 209.56x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 212.7x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 215.62x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 220.97x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
100	$y = 225.75x^{-0.549}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

I. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75% (ver datos en Tabla 31)

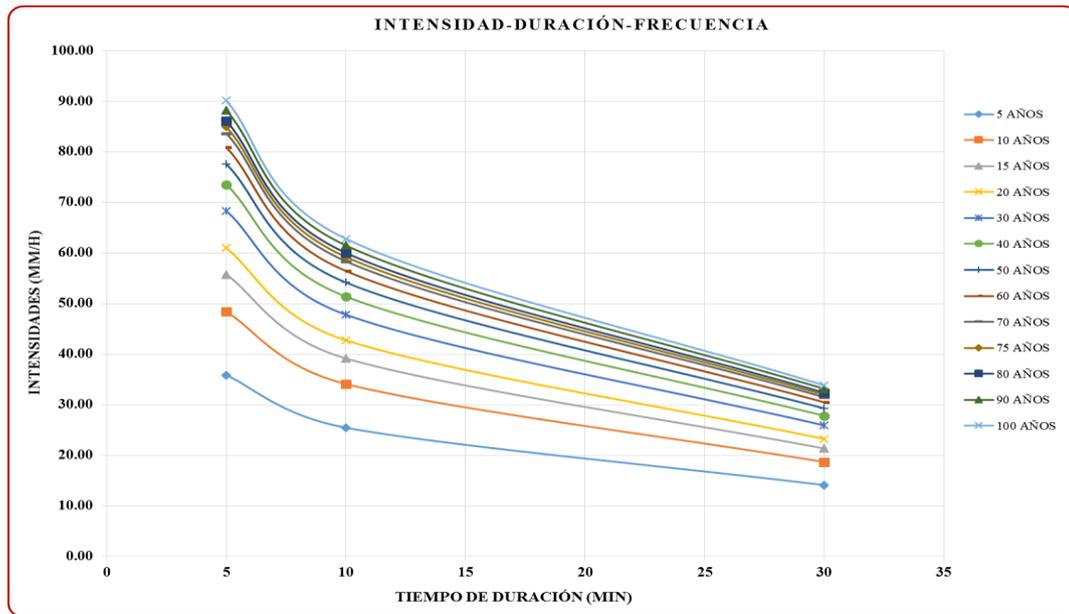


Figura 59. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 75%

I.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 71

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 75% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
75	5	$y = 83.547x^{-0.521}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	10	$y = 114.91x^{-0.533}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	15	$y = 133.28x^{-0.537}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 146.32x^{-0.54}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 164.71x^{-0.542}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 177.77x^{-0.544}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 187.89x^{-0.545}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 196.17x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 203.16x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 206.29x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 209.22x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 214.57x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	100	$y = 219.35x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

m. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80% (ver datos en Tabla 31)

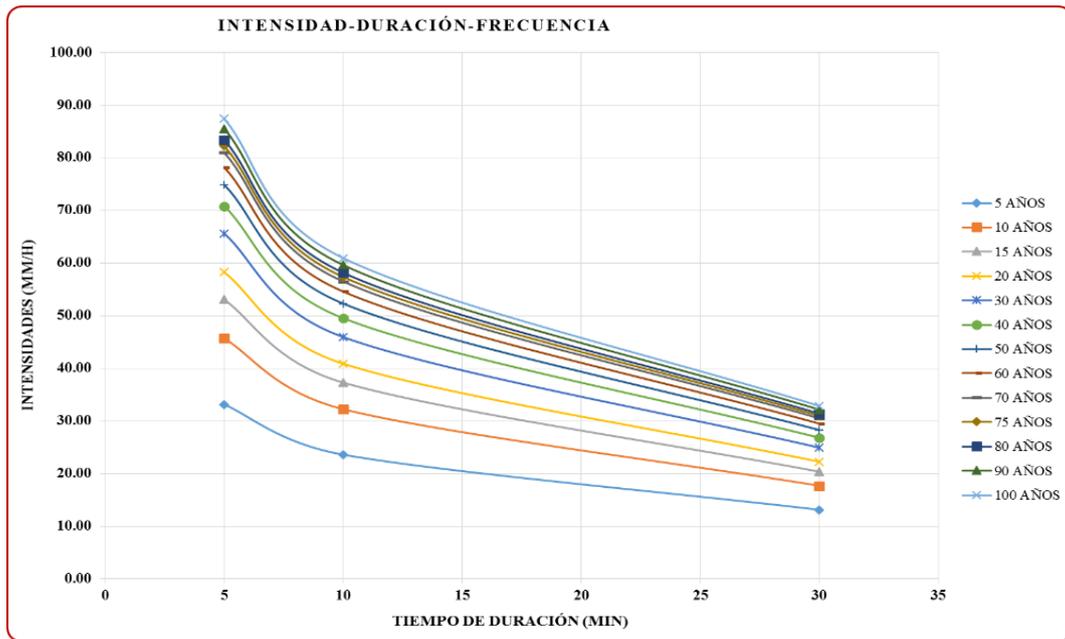


Figura 60. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 80%

m.1 Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R.

$$HP: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$HA: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 72

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 80% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
80	5	$y = 76.806x^{-0.518}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	10	$y = 108.15x^{-0.531}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	15	$y = 126.52x^{-0.536}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	20	$y = 139.56x^{-0.538}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 157.94x^{-0.541}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 170.99x^{-0.543}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 181.12x^{-0.545}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 189.39x^{-0.545}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 196.39x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 199.52x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 202.45x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 207.8x^{-0.547}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	100	$y = 212.58x^{-0.548}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando HA: R ≠ 0.

n. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90% (ver datos en Tabla 31)

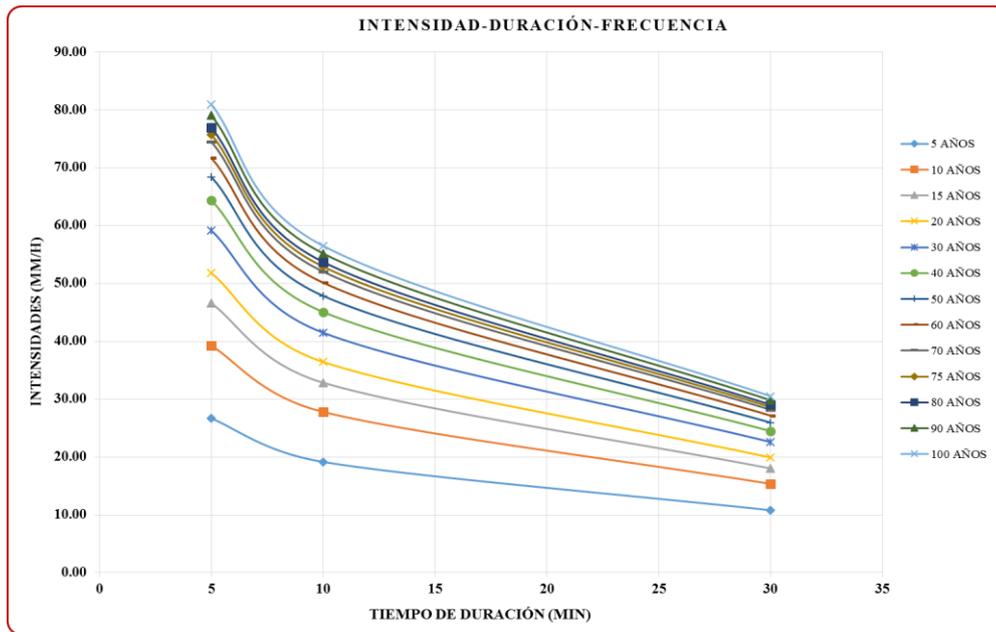


Figura 61. Gráfico de las curvas IDF para un riesgo de predicción del 90%

n.1. Ecuaciones de la curva IDF para un riesgo del 90% y Test de hipótesis de R.

$$H_P: R = 0 \rightarrow t_c > t_t$$

$$H_A: R \neq 0 \rightarrow t_c < t_t$$

Tabla 73

Ecuaciones matemáticas de las curvas IDF para un riesgo del 90% y Test de hipótesis de R para la Estación Jaén.

J %	N	Ecuación	R ²	t _c	t _t
90	5	$y = 60.662x^{-0.506}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	10	$y = 91.944x^{-0.525}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	15	$y = 110.29x^{-0.531}$	R ² = 0.9995	0.024	1.706
	20	$y = 123.32x^{-0.535}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	30	$y = 141.7x^{-0.539}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	40	$y = 154.75x^{-0.541}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	50	$y = 164.87x^{-0.542}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	60	$y = 173.14x^{-0.544}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	70	$y = 180.14x^{-0.544}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	75	$y = 183.27x^{-0.545}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	80	$y = 186.2x^{-0.545}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
	90	$y = 191.54x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706
100	$y = 196.32x^{-0.546}$	R ² = 0.9996	0.021	1.706	

Donde y, será la intensidad a determinar en función de x (duración en minutos). Se verificó $t_c < t_t$, indicando variables bien correlacionadas, aceptando H_A: R ≠ 0.

ANEXO 4. Valores críticos de la distribución t de Student

Tabla 74

Valores críticos de la distribución t de Student

Grados de Libertad	Área de la Parte Superior							
	0.40	0.30	0.25	0.10	0.05	0.025	0.010	0.005
1	0.325	0.727	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.656
2	0.289	0.617	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.277	0.584	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.271	0.569	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.267	0.559	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.265	0.553	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.263	0.549	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.262	0.546	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.261	0.543	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.260	0.542	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.260	0.540	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.259	0.539	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.259	0.538	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.258	0.537	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.258	0.536	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.258	0.535	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.257	0.534	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.257	0.534	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.257	0.533	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.257	0.533	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.257	0.532	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.256	0.532	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.256	0.532	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.256	0.531	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.256	0.531	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.256	0.531	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.256	0.530	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.256	0.530	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.256	0.530	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.256	0.530	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
31	0.256	0.530	0.682	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744
32	0.255	0.530	0.682	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738
33	0.255	0.530	0.682	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733
34	0.255	0.529	0.682	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728
35	0.255	0.529	0.682	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724
36	0.255	0.529	0.681	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719
37	0.255	0.529	0.681	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715
38	0.255	0.529	0.681	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712
39	0.255	0.529	0.681	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708
40	0.255	0.529	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.254	0.527	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
100	0.254	0.526	0.677	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626

