

**Universidad de Costa Rica**  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

Trabajo Final de Graduación

**Análisis de intensidades de precipitación  
de la cuenca del río Grande de Térraba**

Preparada por: Efraín A. García Camacho

Director: Ing. Alberto Serrano Pacheco, Ph.D.

Agosto, 2015





10 de agosto de 2015  
IC-582-2015

Estudiante  
**Efraín Alberto García Camacho**  
Carné A72664

Estimado estudiante:

Según el artículo 39 del reglamento de Trabajos Finales de Graduación, la Escuela de Ingeniería Civil se complace en otorgarle la aprobación con distinción de su Trabajo Final de Graduación denominado "*Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.*"

Por este motivo le manifestamos nuestras más sinceras felicitaciones por su dedicación y empeño.

Se despide atentamente,

Ing. Antonio Sánchez Fernández

**Director**  
Escuela Ingeniería Civil

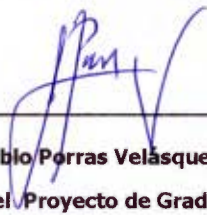
Cc: archivo  
GAA

**Comité Asesor**



---

**Ing. Alberto Serrano Pacheco, Ph. D.**  
**Director de Proyecto de Graduación**



---

**Ing. José Pablo Porras Velásquez, Dr. Ing.**  
**Asesor del Proyecto de Graduación**



---

**Ing. Juan José Leitón Montero**  
**Asesor del Proyecto de Graduación**



---

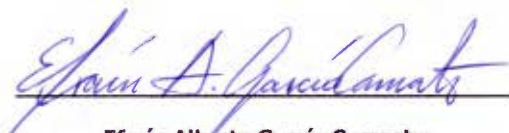
**Lic. Berny Fallas López**  
**Asesor del Proyecto de Graduación**



---

**Ing. Rafael Oreamuno Vega, M.Sc.**  
**Asesor del Proyecto de Graduación**

**Graduando**



---

**Efraín Alberto García Camacho**  
**Estudiante**

## **Derechos de propiedad intelectual**

A los 26 días del mes de agosto de 2015

El suscrito, **Efraín Alberto García Camacho**, cédula 1-1376-0611, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné **A72664**, manifiesta que es autor del Proyecto de Graduación **Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba**, bajo la dirección del **Ing. Alberto Serrano Pacheco, Ph.D.**

Los derechos de propiedad intelectual de este trabajo quedan regidos por el artículo 59, el artículo 60, el artículo 61 y el artículo 62 del Reglamento General del Trabajo Final de Graduación en la Universidad de Costa Rica (aprobada en la sesión N. 5736, artículo 2, del jueves 27 de junio de 2013), garantizando su utilización para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

Efraín Alberto García Camacho

**Nota:** De acuerdo con la ley de derechos de Autor y Derechos conexos N° 6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); "no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente **distinción entre el texto original y las modificaciones o ediciones editoriales**". Además el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a Dios y principalmente a mi madre, María Cecilia Camacho Villalobos, por ser mi apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria y vida en general. Ella me dio la vida, educación, valores y amor, elementos que me hacen una persona privilegiada.

A mi familia, amigos, profesores y compañeros de estudio por ayudarme a forjar el carácter y las herramientas que guiarán mi vida tanto en el plano profesional como social. A todos les agradezco desde lo más profundo de mi ser.

A todas aquellas personas que no tienen la oportunidad de estudiar y que buscan a diario la superación y la excelencia; espero que este trabajo ayude a generar productos de alta calidad para el adecuado desarrollo de la sociedad costarricense.

Les doy mi promesa fiel de no detenerme aquí y mantenerme en la búsqueda constante de conocimiento, además de fomentar un ambiente adecuado de desarrollo para nuevas generaciones.

## **Agradecimiento**

Le agradezco a Dios por darme la fortaleza y convicción para llevar a cabo esta ardua labor y darme paz en los momentos más determinantes.

Agradezco a mi madre por brindarme desde muy pequeño educación y amor que se traducen paulatinamente en éxitos en todas las áreas de mi vida.

A mi familia por la unión y las energías positivas que me brinda; principalmente a mis abuelos: Luis Camacho y Amalia Villalobos por ser agentes de cambio en una época en la que se priorizaban otros aspectos antes que el estudio.

A mi abuelo, Efraín, por demostrarme que nunca se termina de aprender y por reactivar en mí la sed de conocimiento.

A Daniela por acompañarme con tal vitalidad y amor en una de las mejores etapas de mi vida.

A mis amigos y amigas por darme su lealtad y cariño incondicional en cada momento de mi vida. Estoy en deuda con ustedes.

Al colegio Humboldt y sus profesores por darme una excelente formación y una oportunidad inigualable de superación, tanto académica como personal.

A Andrés Montealegre por ser un excelente amigo, además de un ejemplo de profesional y ser humano.

Al Ing. Alberto Serrano por aventurarse a guiarme a lo largo de esta investigación y aconsejarme tan asertivamente.

Al comité asesor por brindarme su tiempo y conocimiento en cada reunión; en especial al Ing. Juan José Leitón por su paciencia y amistad.

A mis compañeros de la universidad por crear un ambiente exquisito para el aprendizaje.

A don Roberto y doña Ana María por el impulso y apoyo durante mi trabajo final de graduación.

A Alejandro Rodríguez Cruz y Fernando López Arias por su incondicional apoyo.

García Camacho, Efraín A.

Precipitation intensity analysis of the Grande de Térraba river basin

Civil Engineering Thesis – San José, C.R.:

E. García C., 2015

xxviii, 219, [114]h; ils. Col. – 12 ref.

### **Abstract**

The motivation of this research project arises when facing the necessity of an implement to analyze the precipitation in the Grande de Térraba river basin. This, to properly design the hydraulic structures that go along with major works and that are useful for the proper development of society. The importance of the results expressing faithfully the reality of the studied area is vital.

The process starts with data processing to generate frequency analysis for different return periods and storm lengths, and then, to determine the relation between intensity-duration-frequency (IDF) for the 20 pluviographic stations of the basin. Also the specific histograms are built to define behavioral patterns of rain.

Finally, the results of the investigation indicate that a typical storm lasts less than 360 minutes, therefore, they are classified as brief rains. Nevertheless, there are extraordinary phenomena coming from the Caribbean and Pacific slopes that provoke long rains.

On the other hand, the IDF curves and their equations are exposed, also is the frequency data analysis made with the assistance of the Monte Carlo method.

Key Words: Precipitation analysis, hydrology, histograms, frequency analysis, rain analysis, Grande de Térraba, IDF curves, civil engineering, rain behavior, extreme events, Monte Carlo.

Ing. Alberto Serrano Pacheco, Ph.D.

School of Civil Engineering.

García Camacho, Efraín A.

Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba

Tesis Ingeniería Civil – San José, C.R.:

E. García C., 2015

xxviii, 219, [114]h; ils. Col. – 12 ref.

## **Resumen**

La investigación nace a partir de la necesidad de generar una herramienta de análisis de la precipitación, en la cuenca del río Grande de Térraba, para el apropiado diseño de las estructuras hidráulicas que acompañan a obras de mayor tamaño y que sirven para el adecuado desarrollo de la sociedad. Se destaca la importancia de que los resultados expresen, de manera fiel, la realidad de la zona de estudio.

El trabajo inicia con el tratamiento de los datos para, posteriormente, generar análisis de frecuencias para diferentes períodos de retorno y duraciones de tormentas, con tal de determinar las relaciones de intensidad-duración-frecuencia (IDF) para las 20 estaciones pluviográficas de la cuenca. Asimismo se construyen los histogramas característicos con el objetivo de definir patrones de comportamiento de lluvia.

Finalmente, los resultados de la investigación exponen que las tormentas típicas tienen duraciones menores a los 360 minutos, por lo que se catalogan como lluvias de corta duración. Sin embargo se establece la existencia de fenómenos extraordinarios, provenientes de las vertientes del Caribe y del Pacífico, que generan lluvias de larga duración.

Por otro lado, se exponen las curvas IDF y sus ecuaciones, además de los datos de los análisis de frecuencias efectuados con la ayuda del método de Monte Carlo.

Palabras clave: Análisis precipitación, hidrología, histogramas característicos, análisis frecuencias, análisis lluvias, Grande de Térraba, curvas IDF, ingeniería civil, comportamiento de lluvias, eventos extremos, Monte Carlo.

Ing. Alberto Serrano Pacheco, Ph.D.

Escuela de Ingeniería Civil.

# Tabla de contenidos

---

<b>1.</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1.	Justificación	1
1.2.	Importancia	2
1.3.	Objetivos	3
1.3.1.	Objetivo general	3
1.3.2.	Objetivos específicos	3
1.4.	Marco teórico	4
1.4.1.	Características climatológicas de cuencas	4
1.4.2.	Clasificación de precipitaciones	5
1.4.3.	Análisis de frecuencia para la precipitación	6
1.4.4.	Momentos lineales	8
1.4.5.	Paquete estadístico R	10
1.5.	Delimitación del problema	11
1.5.1.	Alcance	11
1.5.2.	Limitaciones	12
1.6.	Diagrama de la metodología	14
1.7.	Mecanismos de evaluación del proyecto	16
<b>2.</b>	<b>Caracterización hidrológica de la cuenca del río Grande de Térraba</b>	<b>17</b>
2.1.	Descripción de la cuenca del Río Grande de Térraba	17
2.2.	Características climatológicas de la cuenca de Río Grande de Térraba	21
2.2.1.	Precipitación	21
2.2.2.	Temperatura	27
2.2.3.	Vientos	31
<b>3.</b>	<b>Elaboración de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia</b>	<b>32</b>
3.1.	Definición de la serie de máximos anuales	32
3.2.	Análisis de frecuencias	35
3.2.1.	Ejemplo de cálculo de análisis de frecuencias en la estación San Vito de Jaba 98007	38
3.3.	Curvas de intensidad-duración-frecuencia	49
3.3.1.	Determinación de parámetros de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia en la estación San Vito de Jaba 98007	49

3.3.2.	Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia para la estación San Vito de Jaba 98007.....	56
<b>3.4.</b>	<b>Variación de la intensidad máxima de precipitación entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo. ....</b>	<b>60</b>
<b>4.</b>	<b>Histogramas característicos.....</b>	<b>70</b>
4.1.	Determinación de duración de tormentas para las estaciones de la cuenca del río Grande de Terraba.....	70
4.2.	Generación de curva acumulada de precipitación para probabilidad de ocurrencia del 50%.....	72
4.3.	Creación de Histogramas característicos de la cuenca del río Grande de Terraba.....	76
4.4.	Histogramas característicos de corta duración de acuerdo a su estación pluviográfica ...	77
4.5.	Histogramas característicos de larga duración producto de eventos extraordinarios de acuerdo a su estación pluviográfica .....	86
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>95</b>
5.1.	Conclusiones .....	96
5.1.1.	Caracterización hidrológica .....	96
5.1.2.	Análisis de frecuencias .....	97
5.1.3.	Histogramas característicos .....	100
5.2.	Recomendaciones .....	102
5.2.1.	Caracterización hidrológica.....	102
5.2.2.	Análisis de frecuencia.....	102
5.2.1.	Histogramas característicos .....	103
<b>6.</b>	<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>104</b>
<b>7.</b>	<b>Apéndices .....</b>	<b>105</b>
7.1.	Apéndice A: Insumos para la creación de mapas de precipitación promedio.....	105
7.2.	Apéndice B: Insumos para la creación de mapas de temperatura promedio .....	116
7.3.	Apéndice C: Valores fundamentales máximos de intensidad de precipitación. ....	120
7.4.	Apéndice D: Análisis de frecuencias para cada duración de las estaciones pluviográficas de acuerdo a la distribución probabilística.....	140
7.4.1.	Estación Volcán Buenos Aires 98006 .....	142
7.4.2.	Estación San Vito de Jaba 98007.....	143

7.4.3.	Estación Cedral 98010.....	144
7.4.4.	Estación Bolivia 98011 .....	145
7.4.5.	Estación Potrero Grande 98012 .....	146
7.4.6.	Estación Río Negro 98013 .....	147
7.4.7.	Estación Ujarrás 98018.....	148
7.4.8.	Estación Buena Vista 98031 .....	149
7.4.9.	Estación Alto San Juan 98032.....	150
7.4.10.	Estación San Jerónimo 98033 .....	151
7.4.11.	Estación Guácimo de Tablas 98034.....	152
7.4.12.	Estación Limoncito 98035 .....	153
7.4.13.	Estación Maíz de Boruca 98036 .....	154
7.4.14.	Estación Cajón Boruca 98037.....	155
7.4.15.	Estación Las Mellizas 98043 .....	156
7.4.16.	Estación Las Alturas 98044.....	157
7.4.17.	Estación Helechales 98051.....	158
7.4.18.	Estación Térraba 98057.....	159
7.4.19.	Estación San Isidro de Biolle 98066.....	160
7.4.20.	Estación Las Delicias 98068.....	161
<b>7.5.</b>	<b>Apéndice E: Curvas acumuladas de precipitación para una probabilidad de ocurrencia del</b>	
	<b>50% en cada estación pluviográfica .....</b>	<b>162</b>
7.5.1.	Tormentas de corta duración.....	162
7.5.2.	Tormentas de larga duración producto de eventos extraordinarios.....	172
7.5.3.	Distribución de la precipitación para tormentas de corta duración.....	181
7.5.4.	Distribución de la precipitación para tormentas de larga duración .....	192

## Tabla de cuadros

---

Cuadro 2-1. Estaciones pluviográficas de la cuenca del río Grande de Térraba con su respectivo código de identificación. ....	18
Cuadro 3-1. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98007.....	38
Cuadro 3-2. Análisis de frecuencias de acuerdo al valor central mediante GEV en la estación 98007, intensidades en mm/h.....	41
Cuadro 3-3. Análisis de frecuencias de acuerdo al límite superior al 95% mediante GEV en la estación 98007, intensidades en mm/h.....	41
Cuadro 3-4. Análisis de frecuencias de acuerdo al valor central mediante GPD en la estación 98007, intensidades en mm/h.....	42
Cuadro 3-5. Análisis de frecuencias de acuerdo al límite superior al 95% mediante GPD en la estación 98007, intensidades en mm/h.....	42
Cuadro 3-6. Datos provenientes de series sintéticas para el valor central de la distribución GEV en la estación 98007, intensidades en mm/h. ....	51
Cuadro 3-7. Datos generados con fórmula de parámetros optimizados de la distribución GEV en la estación 98007, intensidades en mm/h.....	51
Cuadro 3-8. Porcentajes de error .....	51
Cuadro 3-9. Porcentajes de correlación entre los datos generados con la ecuación y los provenientes del análisis de frecuencias con distribución generalizada de valor extremo. ....	51
Cuadro 3-10. Parámetros de curvas de intensidad-duración-frecuencia para valor central de acuerdo a GEV. ....	52
Cuadro 3-11. Parámetros de curvas de intensidad-duración-frecuencia para límite superior al 95% de acuerdo a GEV.....	53
Cuadro 3-12. Parámetros de curvas de intensidad-duración-frecuencia para valor central de acuerdo a GPD.....	54
Cuadro 3-13. Parámetros de curvas de intensidad-duración-frecuencia para límite superior al 95% de acuerdo a GPD. ....	55

Cuadro 3-14. Selección de duraciones y periodos de retorno para creación de mapas de variación de intensidad máxima de precipitación entre estaciones. ....	60
Cuadro 4-1. Construcción de Histograma característico de la estación Potrero Grande 98012. ....	74
Cuadro 7-1. Precipitación normalizada de las 20 estaciones pluviográficas de la cuenca del Río Grande de Térraba. ....	105
Cuadro 7-2. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98006. ....	106
Cuadro 7-3. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98007. ....	106
Cuadro 7-4. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98010. ....	107
Cuadro 7-5. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98011. ....	107
Cuadro 7-6. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98012. ....	108
Cuadro 7-7. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98013. ....	108
Cuadro 7-8. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98018. ....	109
Cuadro 7-9. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98031. ....	109
Cuadro 7-10. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98032. ....	110
Cuadro 7-11. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98033. ....	110
Cuadro 7-12. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98034. ....	111

Cuadro 7-13. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98035. ....	111
Cuadro 7-14. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98036. ....	112
Cuadro 7-15. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98037. ....	112
Cuadro 7-16. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98043. ....	113
Cuadro 7-17. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98044. ....	113
Cuadro 7-18. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98051. ....	114
Cuadro 7-19. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98057. ....	114
Cuadro 7-20. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98066. ....	115
Cuadro 7-21. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98068. ....	115
Cuadro 7-22. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98006. ....	116
Cuadro 7-23. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98007. ....	117
Cuadro 7-24. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98010. ....	117
Cuadro 7-25. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98011. ....	118
Cuadro 7-26. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98012. ....	118

Cuadro 7-27. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98037. ....	119
Cuadro 7-28. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98044. ....	119
Cuadro 7-29. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98006. ....	120
Cuadro 7-30. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98007. ....	121
Cuadro 7-31. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98010. ....	122
Cuadro 7-32. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98011. ....	123
Cuadro 7-33. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98012. ....	124
Cuadro 7-34. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98013. ....	125
Cuadro 7-35. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98018. ....	126
Cuadro 7-36. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98031. ....	127
Cuadro 7-37. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98032. ....	128
Cuadro 7-38. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98033. ....	129
Cuadro 7-39. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98034. ....	130
Cuadro 7-40. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98035. ....	131

Cuadro 7-41. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98036.....	132
Cuadro 7-42. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98037.....	133
Cuadro 7-43. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98043.....	134
Cuadro 7-44. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98044.....	135
Cuadro 7-45. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98051.....	136
Cuadro 7-46. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98057.....	137
Cuadro 7-47. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98066.....	138
Cuadro 7-48. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98068.....	139
Cuadro 7-49. Porcentajes de correlación entre los datos generados con la ecuación para cada estación y los provenientes del análisis de frecuencias con distribución generalizada de valor extremo.....	140
Cuadro 7-50. Porcentajes de correlación entre los datos generados con la ecuación para cada estación y los provenientes del análisis de frecuencias con distribución generalizada de Pareto. ....	140
Cuadro 7-51. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98006.....	142
Cuadro 7-52. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98007.....	143
Cuadro 7-53. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98010.....	144

Cuadro 7-54. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98011.....	145
Cuadro 7-55. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98012.....	146
Cuadro 7-56. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98013.....	147
Cuadro 7-57. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98018.....	148
Cuadro 7-58. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98031.....	149
Cuadro 7-59. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98032.....	150
Cuadro 7-60. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98033.....	151
Cuadro 7-61. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98034.....	152
Cuadro 7-62. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98035.....	153
Cuadro 7-63. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98036.....	154
Cuadro 7-64. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98037.....	155
Cuadro 7-65. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98043.....	156
Cuadro 7-66. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98044.....	157
Cuadro 7-67. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98051.....	158

Cuadro 7-68. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98057.....	159
Cuadro 7-69. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98066.....	160
Cuadro 7-70. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98068.....	161
Cuadro 7-71. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98006. ....	181
Cuadro 7-72. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98007. ....	182
Cuadro 7-73. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98010. ....	182
Cuadro 7-74. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98011. ....	183
Cuadro 7-75. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98012. ....	184
Cuadro 7-76. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98013. ....	184
Cuadro 7-77. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98018. ....	185
Cuadro 7-78. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98031. ....	185
Cuadro 7-79. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98032. ....	186
Cuadro 7-80. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98033. ....	187
Cuadro 7-81. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98034. ....	187

Cuadro 7-82. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98035. ....	188
Cuadro 7-83. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98036. ....	188
Cuadro 7-84. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98037. ....	189
Cuadro 7-85. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98043. ....	189
Cuadro 7-86. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98044. ....	190
Cuadro 7-87. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98051. ....	190
Cuadro 7-88. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98057. ....	191
Cuadro 7-89. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98006. ....	192
Cuadro 7-90. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98007. ....	194
Cuadro 7-91. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98010. ....	195
Cuadro 7-92. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98011. ....	196
Cuadro 7-93. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98012. ....	197
Cuadro 7-94. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98013. ....	199
Cuadro 7-95. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98018. ....	201

Cuadro 7-96. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98031. ....	203
Cuadro 7-97. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98032. ....	205
Cuadro 7-98. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98033. ....	207
Cuadro 7-99. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98035. ....	208
Cuadro 7-100. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98036. ....	210
Cuadro 7-101. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98037. ....	211
Cuadro 7-102. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98043. ....	212
Cuadro 7-103. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98044. ....	214
Cuadro 7-104. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98051. ....	215
Cuadro 7-105. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98057. ....	217

## Tabla de figuras

---

Figura 1-1. Propiedades de los momentos lineales.....	10
Figura 1-2. Esquema metodológico del proyecto final de graduación. ....	14
Figura 2-1. Precipitación promedio normalizada para cada estación pluviográfica de la cuenca del río Grande de Térraba. ....	23
Figura 2-2. Precipitación promedio y límites superior e inferior para cada mes de la estación 98007.....	23
Figura 2-3. Temperatura normalizada para cada estación pluviográfica de la cuenca del río Grande de Térraba. ....	28
Figura 2-4. Temperatura promedio y límites superior e inferior para cada mes en la estación 98007.....	28
Figura 3-1. Ejemplo de banda de medición de precipitación de la estación Volcán Buenos Aires 98006. ....	34
Figura 3-2. Ejemplo de banda de medición de precipitación de la estación Helechales 98051. ....	34
Figura 3-3. Esquema del método de Monte Carlo. ....	36
Figura 3-4. Ajuste de las distribuciones GEV y GPD a los datos fundamentales de precipitación máxima para la duración de 10 minutos en la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno, presentados como valores de la variable reducida de Gumbel. ....	40
Figura 3-5. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 10 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	43
Figura 3-6. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 30 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	43
Figura 3-7. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 60 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	44

Figura 3-8. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 120 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	44
Figura 3-9. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 180 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	45
Figura 3-10. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 360 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	45
Figura 3-11. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 10 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	46
Figura 3-12. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 30 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	46
Figura 3-13. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 60 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	47
Figura 3-14. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 120 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	47
Figura 3-15. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 180 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	48
Figura 3-16. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 360 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	48
Figura 3-17. Curvas de intensidad-duración-frecuencia (valor central) generadas con parámetros de acuerdo a distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	56

Figura 3-18. Curvas de intensidad-duración-frecuencia (límite de confianza superior al 95%) generadas con parámetros de acuerdo a distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	57
Figura 3-19. Curvas de intensidad-duración-frecuencia (valor central) generadas con parámetros de acuerdo a distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	58
Figura 3-20. Curvas de intensidad-duración-frecuencia (límite de confianza superior al 95%) generadas con parámetros de acuerdo a distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno. ....	59
Figura 4-1. Ejemplo de análisis de series de datos de precipitación. ....	71
Figura 4-2. Ejemplo de determinación de duración real para series de datos de precipitación. ....	71
Figura 4-3. Diferencia entre series de datos tratadas y series sin analizar. ....	72
Figura 4-4. Curva acumulada de precipitación de tormentas de corta duración para probabilidad de ocurrencia del 50%. ....	75
Figura 4-5. Histograma característico de tormentas de corta duración de la estación Potrero Grande 98012. ....	75
Figura 4-6. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98006. ....	77
Figura 4-7. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98007. ....	77
Figura 4-8. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98010. ....	78
Figura 4-9. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98011. ....	78
Figura 4-10. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98012. ....	79
Figura 4-11. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98013. ....	79

Figura 4-12. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98018. ....	80
Figura 4-13. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98031. ....	80
Figura 4-14. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98032. ....	81
Figura 4-15. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98033. ....	81
Figura 4-16. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98034. ....	82
Figura 4-17. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98035. ....	82
Figura 4-18. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98036. ....	83
Figura 4-19. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98037. ....	83
Figura 4-20. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98043. ....	84
Figura 4-21. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98044. ....	84
Figura 4-22. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98051. ....	85
Figura 4-23. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98057. ....	85
Figura 4-24. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98006. ....	86
Figura 4-25. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98007. ....	86

Figura 4-26. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98010. ....	87
Figura 4-27. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98011. ....	87
Figura 4-28. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98012. ....	88
Figura 4-29. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98013. ....	88
Figura 4-30. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98018. ....	89
Figura 4-31. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98031. ....	89
Figura 4-32. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98032. ....	90
Figura 4-33. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98033. ....	90
Figura 4-34. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98035. ....	91
Figura 4-35. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98036. ....	91
Figura 4-36. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98037. ....	92
Figura 4-37. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98043. ....	92
Figura 4-38. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98044. ....	93
Figura 4-39. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98051. ....	93

Figura 4-40. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98057. ....	94
Figura 7-1. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98006. ....	162
Figura 7-2. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98007. ....	163
Figura 7-3. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98010. ....	163
Figura 7-4. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98011. ....	164
Figura 7-5. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98012. ....	164
Figura 7-6. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98013. ....	165
Figura 7-7. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98018. ....	165
Figura 7-8. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98031. ....	166
Figura 7-9. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98032. ....	166
Figura 7-10. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98033. ....	167
Figura 7-11. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98034. ....	167
Figura 7-12. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98035. ....	168
Figura 7-13. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98036. ....	168

Figura 7-14. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98037. ....	169
Figura 7-15. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98043. ....	169
Figura 7-16. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98044. ....	170
Figura 7-17. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98051. ....	170
Figura 7-18. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98057. ....	171
Figura 7-19. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98006. ....	172
Figura 7-20. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98007. ....	172
Figura 7-21. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98010. ....	173
Figura 7-22. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98011. ....	173
Figura 7-23. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98012. ....	174
Figura 7-24. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98013. ....	174
Figura 7-25. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98018. ....	175
Figura 7-26. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98031. ....	175
Figura 7-27. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98032. ....	176

Figura 7-28. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98033. ....	176
Figura 7-29. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98035. ....	177
Figura 7-30. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98036. ....	177
Figura 7-31. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98037. ....	178
Figura 7-32. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98043. ....	178
Figura 7-33. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98044. ....	179
Figura 7-34. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98051. ....	179
Figura 7-35. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98057. ....	180

## Tabla de mapas

---

Mapa 2-1. Ubicación de las estaciones pluviográficas utilizadas en el análisis. ....	19
Mapa 2-2. Área de influencia de cada estación pluviográfica según el método de Thiessen. .	20
Mapa 2-3. Distribución espacial de la precipitación promedio de la estación lluviosa. ....	25
Mapa 2-4. Distribución espacial de la precipitación promedio de la estación seca. ....	26
Mapa 2-5. Distribución espacial de la temperatura promedio de la estación lluviosa.....	29
Mapa 2-6. Distribución espacial de la temperatura promedio de la estación seca.....	30
Mapa 3-1. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 10 min y un TR = 5 años. ....	61
Mapa 3-2. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 10 min y un TR = 20 años. ....	62
Mapa 3-3. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 10 min y un TR = 50 años. ....	63
Mapa 3-4. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 60 min y un TR = 5 años. ....	64
Mapa 3-5. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 60 min y un TR = 20 años. ....	65
Mapa 3-6. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 60 min y un TR = 50 años. ....	66
Mapa 3-7. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 180 min y un TR = 5 años. ....	67

Mapa 3-8. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 180 min y un TR = 20 años.....68

Mapa 3-9. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 180 min y un TR = 50 años.....69



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Justificación

La cuenca del río Grande de Térraba está ubicada en la región Brunca al sureste de Costa Rica, el río nace en las faldas del Cerro Chirripó y su desembocadura tiene lugar en el Océano Pacífico; esta posee una extensión mayor a los 5100 km<sup>2</sup>, por lo que se constituye como la más extensa de Costa Rica (cubre aproximadamente un 10% del territorio nacional). La cuenca del río Diquís -como también se le conoce- se encuentra en la vertiente del Pacífico y su desarrollo es dirigido por la dinámica social, económica y ambiental actual.

Por otra parte, en el país se llevan a cabo proyectos de ingeniería de gran envergadura. Entre ellos, se pueden destacar los proyectos hidráulicos e hidrológicos que se desarrollan actualmente por parte del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) con miras a mejorar la calidad de los servicios brindados a la sociedad a partir del adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos del territorio nacional.

Asimismo, para el análisis y el desarrollo de estos planes, es indispensable conocer el comportamiento de la lluvia a lo largo de la duración de una tormenta, ya que esta variable determina tanto la magnitud, como la velocidad y el volumen de la respuesta de la cuenca ante un evento dado. Además, determinar el comportamiento de las lluvias provee una visión más amplia del trabajo que debe ser efectuado en el área de estudio, tanto a nivel de las labores de construcción y logística, como evaluaciones de impacto ambiental, entre otras.

Es relevante apuntar que, a pesar de no ser una zona urbana, la cuenca del río Grande de Térraba (y en especial las sub-cuencas media y baja) es la base para la subsistencia de los pobladores de la zona, ya que en estas partes se concentran las actividades económicas de las comunidades aledañas.

Finalmente, la cuenca del río Grande de Térraba no cuenta con un análisis de intensidades de lluvia, por lo que se establece la necesidad de proveerla de uno para que los proyectos que se pretendan realizar en la zona se lleven a cabo de la manera más apropiada. Es indispensable que cada cuenca del país tenga esta útil herramienta para diferentes períodos de retorno y duraciones de lluvia y así poder generar proyectos más acordes a la realidad de las zonas de estudio.

## 1.2. Importancia

La cuenca del río Grande de Térraba tiene un potencial hidroeléctrico muy vasto que debe ser acompañado por estructuras hidráulicas de menor dimensión, pero con alta importancia para las poblaciones aledañas en cuanto a su desarrollo y dinámica social; es imperativo, entonces, realizar los estudios hidrológicos adecuados para que estas estructuras se adapten, de manera fiel, a la realidad del área de estudio.

A lo largo de la cuenca se desarrollan actividades socioeconómicas de subsistencia como la extracción de pianguas, agricultura, pesca y el turismo. Es indispensable tomar estas variantes en cuenta a la hora de la elaboración de una obra civil.

Por otra parte, y según el ICE, la creación del Proyecto Hidroeléctrico Diquís requerirá de la reubicación de 1100 personas de la zona. Esto debido a que el proyecto abarcará 6000 hectáreas aproximadamente.

Actualmente se cuenta con una base de datos de estaciones pluviográficas del ICE en la cuenca del río Grande de Térraba, en algunos casos los datos no están digitalizados y deben ser extraídos para poder ser utilizados.

Es importante anotar que existen trabajos acerca de la caracterización de las precipitaciones y los vientos en otras zonas del país. Por ejemplo, Murillo (1994) hace referencia a un análisis de intensidad de lluvia en la cuenca del río Virilla, lo cual es base clara para la elaboración de esta investigación. Asimismo, Murillo muestra los histogramas característicos de la cuenca de estudio y mapas de intensidades de lluvia para diferentes duraciones y períodos de retorno. Además, presenta curvas IDF para las estaciones medidoras de lluvia con registro continuo a partir de la determinación de eventos máximos en la cuenca del río Virilla. De igual forma, Maroto (2012) versa acerca de la caracterización temporal de la lluvia en el Valle del Guarco.

En cuanto a los métodos de determinación de curvas IDF e histogramas característicos, se desprende la importancia de generar herramientas más poderosas y actualizadas de análisis de frecuencias, así como la utilización de momentos lineales para definir los parámetros de las series anuales.

Los métodos propuestos son la puerta para generar análisis estadísticos más fieles a las condiciones naturales de una cuenca en particular.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

- Determinar el comportamiento de la lluvia para la cuenca río Grande de Térraba mediante un estudio de intensidad-duración-frecuencia y la generación de histogramas característicos para un máximo de veinte estaciones pluviográficas ubicadas en la cuenca.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar hidrológicamente la cuenca del río Grande de Térraba.
- Realizar un análisis de frecuencias a partir de registros de lluvias extremas, para diferentes periodos de retorno con tal de determinar curvas de intensidad-duración-frecuencia para las estaciones pluviográficas de estudio en la cuenca del río Grande de Térraba.
- Definir los histogramas característicos para 18 de las estaciones pluviográficas ubicadas en la cuenca del río Grande de Térraba.

## 1.4. Marco teórico

**“Hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos”** (Chow, V., et al. 1994).

Partiendo de la definición anterior es necesario delimitar el concepto al área de ingeniería civil como una Hidrología Aplicada que utiliza partes del campo de la hidrología general para el diseño, construcción y operación de infraestructura que aprovecha el recurso hídrico.

### 1.4.1. Características climatológicas de cuencas

Las características climatológicas de cada cuenca hacen referencia al conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una región particular y que se han definido a través de la observación, tanto cuantitativa como cualitativa, a lo largo de un periodo determinado de tiempo.

Para realizar el adecuado análisis de la precipitación y sus patrones de ocurrencia es indispensable caracterizar los factores climatológicos que sucedan sobre la cuenca, por ejemplo: la precipitación, la temperatura, el viento y los tipos de precipitación. Esto con el fin de dar sentido a los resultados del análisis estadístico que se realice; además de que se provee una perspectiva diferente para la revisión de los hallazgos cuantitativos, mediante información cualitativa.

#### *1.4.1.1. Precipitación*

**“La precipitación es, en general, el término que se refiere a todas las formas de humedad emanadas de la atmósfera y depositadas en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina o helada”** (Serrano, A., 2012).

La medición de este factor se efectúa evaluando la cantidad de agua llovida en milímetros sobre una superficie determinada (un milímetro equivale a un litro de agua por metro cuadrado) con instrumentos llamados pluviómetros. Dichas mediciones corresponden a puntos específicos, sin embargo los puntos se proyectan para modelar la precipitación desarrollada en diferentes zonas sin medición.

En el caso particular de Costa Rica, las precipitaciones mayores se presentan en zonas de altura intermedia y es un factor afectado por la orografía y los demás elementos meteorológicos.

#### *1.4.1.2. Temperatura*

**La temperatura es “la medida de la energía promedio de los movimientos microscópicos de las partículas del sistema” (Porrás, J., 2012).**

La temperatura es representada por isotermas, las cuales son representaciones gráficas que modelan curvas que unen puntos en las superficies terrestres que poseen la misma temperatura de manera que se formen áreas entre las curvas previamente generadas.

#### 1.4.2. Clasificación de precipitaciones

La clasificación de la precipitación juega un papel fundamental en la conceptualización de los eventos extremos que suceden sobre una cuenca hidrográfica; la correcta selección del tipo de lluvia que se da en un área determinada resulta en un mejor entendimiento del escenario que se tiene y de las condiciones que llevaron a la ocurrencia del fenómeno. A partir de la geografía de la cuenca se pueden distinguir tres tipos básicos de precipitación: convectiva, ciclónica y orográfica.

##### *1.4.2.1. Precipitación convectiva*

La precipitación de tipo convectiva está asociada a nubes de gran tamaño con un desarrollo vertical importante. Los *cumulonimbus* son nubes que internamente están formadas por aire cálido y húmedo, con carácter ascendente formando grandes desarrollos verticales que ejemplifican esta condición.

Asimismo, se forman celdas convectivas cuando se calienta la superficie del terreno intensamente, gracias a este calor superficial las masas de aire cargadas de humedad ascienden. En este proceso las masas de aire se van enfriando hasta alcanzar el punto de rocío, lo que desencadena posteriormente la lluvia. Las precipitaciones que se generan

pueden ser en forma de granizo y usualmente están acompañadas de tormentas eléctricas, aunque no necesariamente (Barry y Chorley, 1987). Entre las principales características de estas tormentas están su corta duración y el área relativamente pequeña que cubren. Una tormenta de este tipo usualmente dura entre media y una hora (Barry y Chorley), y puede cubrir un área de 20 km<sup>2</sup> a 50 km<sup>2</sup>.

#### *1.4.2.2. Precipitación ciclónica*

La precipitación de tipo ciclónica está asociada a sistemas de baja presión y las características de la precipitación dependen del tipo de sistema de baja presión y de su estado de desarrollo (Barry y Chorley).

Fundamentalmente el ascenso de masas de aire debido a convergencia horizontal de corrientes en un centro de baja presión es el insumo principal para la formación de este tipo de precipitación.

#### *1.4.2.3. Precipitación orográfica*

La precipitación de tipo orográfica se genera por el efecto de barrera que producen los sistemas montañosos de gran altura. Por ejemplo, en Costa Rica el sistema montañoso con dirección noroeste – sureste divide al país en dos y funciona como barrera orográfica. Las masas de aire cargadas de humedad provenientes del Caribe son arrastradas por los vientos alisios y las hacen ascender por las laderas de las montañas. En este proceso de ascenso se da la condensación y a determinadas alturas se empiezan a dar precipitaciones.

### 1.4.3. Análisis de frecuencia para la precipitación

El objetivo del análisis de frecuencia consiste en relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia mediante el uso de distribuciones de probabilidad.

La frecuencia de ocurrencia de un evento está determinada por el tiempo que toma para que este suceso ocurra nuevamente.

#### *1.4.3.1. Período de retorno*

El período de retorno de un evento dado es el tiempo que transcurre, en promedio, para que dicho evento sea excedido o al menos igualado. También puede ser definido como el inverso de la probabilidad de excedencia anual.

#### *1.4.3.2. Series de información hidrológica*

Son secuencias de datos hidrológicos, existen dos tipos de series: la serie máxima anual, que representa el evento asociado con la mayor magnitud ocurrida en cada año durante el período de estudio, y la serie parcial, que contiene todos los eventos que sobrepasan un valor (umbral) o al menos lo igualan en magnitud.

Ambas metodologías parten del mismo modelo (Block Model); en el caso particular de la serie anual la longitud del bloque es de un año, mientras que para serie parcial de datos el tamaño del bloque varía.

#### *1.4.3.3. Precipitación puntual*

Es aquella que es registrada en un único punto de la cuenca a analizar. Para el análisis de frecuencia de la precipitación puntual, se selecciona la precipitación máxima anual con una duración dada para las tormentas de diseño de un año.

#### *1.4.3.4. Relaciones de intensidad-duración-frecuencia*

Se presentan en forma gráfica generalmente, en forma de curvas, donde el eje x simboliza la duración de la tormenta y el eje y representa la intensidad, es decir la tasa temporal de precipitación de dicha tormenta y cada una de las curvas que se dibujan están en función de la frecuencia de ocurrencia del evento en particular.

También se acostumbra a presentarlas en forma explícita como ecuaciones paramétricas.

#### 1.4.4. Momentos lineales

Los momentos lineales surgen de combinaciones lineales de los momentos ponderados probabilísticamente y fueron introducidos por Greenwood et al. (1979). Postulan, inicialmente, un sistema alternativo al método tradicional de cálculo de los momentos convencionales para describir las funciones de distribución estadística. Los momentos son ponderados probabilísticamente, de la variable aleatoria  $X$  con una función de distribución  $F(X)$ :

$$M_{p,k,s} = E(X^p [F(X)]^k [1 - F(X)]^s)$$

Ecuación 1-1

donde  $E$  es el valor de la esperanza y  $p, k, s$  son números reales.

Para casos de la naturaleza, donde los procesos no necesariamente cumplen patrones o se **presentan eventos extremos cada cierto periodo indefinido**, los momentos "L" constituyen una herramienta de mayor peso ante el método tradicional. Los cuatro primeros momentos lineales  $\lambda_i$  quedan definidos por las siguientes expresiones:

$$\lambda_1 = \alpha_0 = \beta_0$$

Ecuación 1-2

$$\lambda_2 = \alpha_0 - 2\alpha_1 = 2\beta_1 - \beta_0$$

Ecuación 1-3

$$\lambda_3 = \alpha_0 - 6\alpha_1 + 6\alpha_2 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0$$

Ecuación 1-4

$$\lambda_4 = \alpha_0 - 12\alpha_1 + 30\alpha_2 - 20\alpha_3 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0$$

Ecuación 1-5

Por otra parte, es indispensable determinar la interpretación que tienen estos elementos: el momento lineal de primer orden  $\lambda_1$  es el parámetro de localización o media de la distribución; el de segundo orden  $\lambda_2$  mide la escala de la distribución, con esto permite indicar el grado de dispersión de los datos; por su parte, el momento lineal de tercer orden  $\lambda_3$  hace referencia a su asimetría; mientras que el cuarto momento  $\lambda_4$  indica la curtosis, es decir, la presencia de datos en las colas de la distribución que se esté utilizando.

Cuando se trata con diferentes estaciones resulta de gran importancia definir momentos lineales de forma adimensional. Por esta razón, se calculan las razones o cocientes de

momentos lineales, dividiendo aquellos de mayor orden por la medida de escala  $\lambda_2$  de acuerdo a Hosking y Wallis (1997).

Ecuación 1-6

$$\tau_r = \lambda_r / \lambda_2$$

Por lo tanto  $r = 3, 4, \dots, n$  dando así una idea de la forma de la distribución con independencia de su escala de medida. Además, surgen los coeficientes provenientes de los momentos lineales: variación, asimetría y curtosis.

Ecuación 1-7

$$L - CV = \tau = \lambda_2 / \lambda_1$$

Ecuación 1-8

$$L - \text{Asimetría} = \tau_3 = \lambda_3 / \lambda_2$$

Ecuación 1-9

$$L - \text{Curtosis} = \tau_4 = \lambda_4 / \lambda_2$$

De acuerdo a Hosking y Wallis, los momentos lineales tienen una mayor capacidad para caracterizar un mayor rango de funciones de distribución, mayor robustez en presencia de valores fuera de rango y menor sensibilidad a la asimetría. En el ámbito de la practicidad, los **momentos "L"** más utilizados son: la media  $\lambda_1$ , la escala  $\lambda_2$ , el coeficiente  $L - CV = \tau$ , el coeficiente  $L - \text{Asimetría} = \tau_3$  y el coeficiente  $L - \text{Curtosis} = \tau_4$ . En la Figura 1-1 se pueden apreciar las propiedades de cada momento lineal a partir de esquemas.

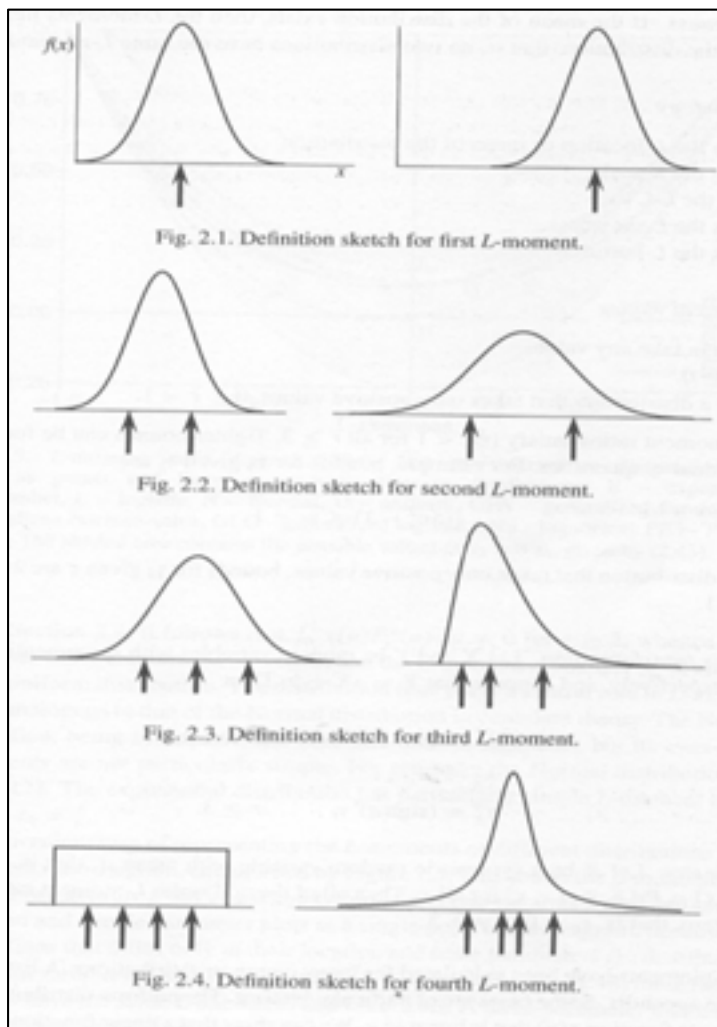


Figura 1-1. Propiedades de los momentos lineales

Fuente: Hosking J. y Wallis J. 1997

#### 1.4.5. Paquete estadístico R

R es un lenguaje destinado para realizar análisis estadístico; contiene una amplia variedad de técnicas estadísticas, modelos lineales y no lineales, además de pruebas clásicas del análisis estadístico. También tiene la capacidad de hacer análisis de series temporales y de realizar graficación de los resultados.

**R es un proyecto de "software" libre que es desarrollado por *R Development Core Team*.**

Tiene sus bases en el lenguaje S que se inició en la Universidad de Auckland en la década de los noventa y posee la flexibilidad para integrarse con distintas bases de datos que facilitan

su utilización desde lenguaje de programación como Python y puede emplearse como herramienta de cálculo que mejora los resultados mostrados por MATLAB.

Para el caso de análisis de frecuencias, se tiene la posibilidad de utilizar paquetes que son fundamentalmente extensiones de R, pero completan al lenguaje y lo lanzan como una herramienta muy robusta.

## 1.5. Delimitación del problema

### 1.5.1. Alcance

Actualmente, la cuenca del río Grande de Térraba no cuenta con el análisis de intensidades de lluvia, por lo que no hay trabajos que se refieran a este tema en la zona, específicamente. Se desarrollan histogramas característicos de la cuenca a partir del análisis de datos de las estaciones pluviográficas presentes en el área de estudio. Los datos a utilizar, son brindados por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) según se informó a la Escuela de Ingeniería Civil por medio de carta emitida el 24 de junio de 2013.

Inicialmente se efectúa la caracterización climatológica de la zona de estudio que comprende un período determinado por 20 años, que abarca desde 1993 hasta el 2012, a fin de conocer las condiciones específicas de la cuenca. En esta caracterización se toman en cuenta los parámetros de temperatura promedio mensual y precipitación promedio mensual; la idea fundamental es agrupar los valores de cada estación de acuerdo a los periodos seco y lluvioso de la zona, y así poder generar mapas de isointensidad que permitan al lector familiarizarse con el tema y que posteriormente lo guíen para la lectura de las curvas IDF y de los Histogramas característicos de cada estación pluviográfica.

Se trabaja con tormentas típicas con duraciones de hasta 6 horas para el caso de las TCD (tormentas de corta duración); asimismo se definen tormentas de hasta 24 horas para las TLD (tormentas de larga duración).

Mediante hojas de cálculo y su programación en lenguaje VBA (Visual Basic Application) – búsqueda de valores máximos en series de datos de distintas intensidades de precipitación- se estiman los eventos extremos relacionados a los datos presentados por el ICE y se efectúan 40 análisis de frecuencias con el lenguaje estadístico R a fin de generar los insumos necesarios para la confección de las curvas de IDF de la cuenca del río Grande de Térraba.

Se utiliza estadística lineal y las distribuciones GEV (Generalized Extreme Value) y GPD (Generalized Pareto Distribution) como novedad en este estudio, además de la implementación de 10000 series de datos aleatorios generadas con el método de Montecarlo para cada análisis de frecuencias.

Finalmente, los histogramas característicos de corta y larga duración de cada estación pluviográfica se desarrollan a partir de series de datos para 18 de las mismas que se encuentran sobre la cuenca; para este análisis de lluvias se cuenta con periodos de hasta seis años (1993-1998) y hasta 40 tormentas registradas por cada estación.

### 1.5.2. Limitaciones

A continuación se presentan las limitaciones del trabajo acerca de los histogramas característicos de la cuenca del río Grande de Térraba:

- La información de las estaciones pluviográficas es otorgada por el ICE y existen bandas de distintos años para distintas estaciones pluviográficas que no han sido halladas, por lo que quedan por fuera del análisis.
- En algunos casos, los datos no están digitalizados y deben ser extraídos para ser utilizados en el análisis.
- El estudio se efectúa en un período determinado, por lo que los datos fuera de este rango no forman parte del análisis de intensidades de lluvia.
- No todas las estaciones poseen la misma longitud de datos y, por ende, el tamaño de la muestra para el análisis estadístico, correspondiente a cada una de las estaciones pluviométricas, varía.
- No todos los sensores de las estaciones pluviográficas poseen el mismo modelo e inclusive existen algunos que requieren de mayor calibración que otros para la adecuada recopilación de datos según el técnico Marco Rojas García del Instituto Costarricense de Electricidad.
- Dado que los datos son brindados por el ICE, es importante resaltar que las estaciones pluviográficas están ubicadas de acuerdo a los intereses del instituto, es decir, se ubican en zonas que, en particular, permiten caracterizar los regímenes de precipitación con miras a caracterizar las cuencas en términos de su potencial hidroeléctrico.

- Se pierde exactitud al definir una única ecuación de intensidad-duración-frecuencia para cada estación para brindar al investigador una herramienta más flexible.
- No se posee una base de datos para incluir el comportamiento del viento en la caracterización hidrológica.

El presente informe se limita a realizar análisis de frecuencias con base en series anuales de intensidades de precipitaciones máximas instantáneas para distintas duraciones. Los análisis a partir de series parciales y cualquier tipo de análisis regional queda por fuera del alcance de este estudio. Además, la determinación de las áreas de influencia de las estaciones no son uno de los alcances de esta investigación, aunque se utiliza la metodología de los polígonos de Thiessen para recalcar la importancia de generar este análisis a la hora de usar los productos de este Trabajo Final de Graduación.

## 1.6. Diagrama de la metodología

La metodología a seguir para la elaboración del proyecto propuesto se muestra en la figura.

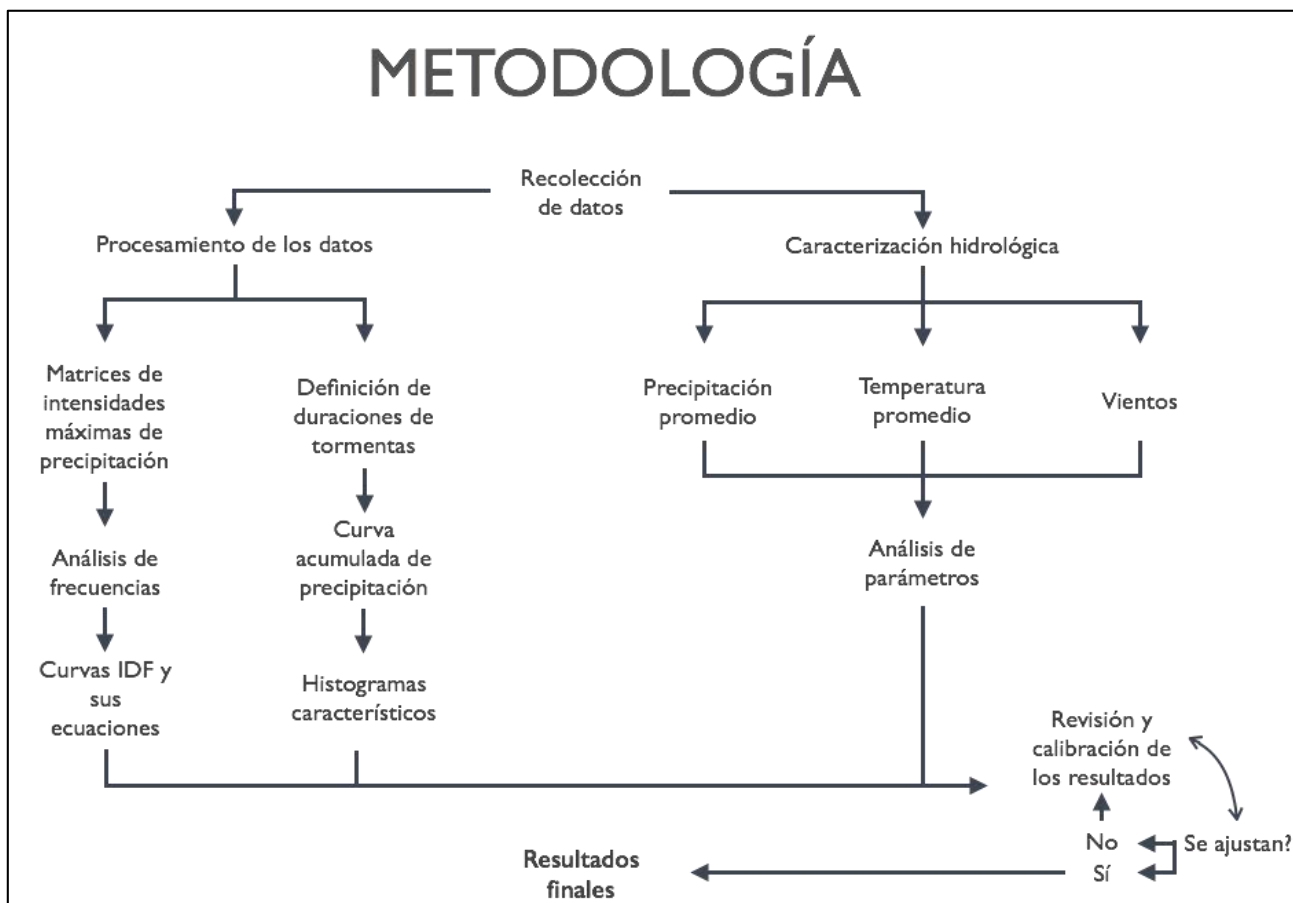


Figura 1-2. Esquema metodológico del proyecto final de graduación.

Para el presente trabajo se efectúa un análisis acerca del comportamiento de la lluvia en la cuenca del río Grande de Térraba con la finalidad de dotar a la cuenca de un estudio que permita posteriormente la construcción de obras de ingeniería necesarias para el adecuado desarrollo de la sociedad y sus necesidades.

El trabajo consta de cuatro ejes fundamentales, los cuales constituyen la base para efectuar el correcto análisis de las condiciones de la cuenca del río Grande de Térraba:

1. Caracterización climatológica de la cuenca: clasificación climática, que consiste en el tratamiento de valores medios mensuales de temperatura (máxima, media y mínima),

precipitación (máxima, media y mínima) y tipos de precipitación; descripción de los parámetros y su comportamiento en la zona.

2. Procesamiento de datos de precipitación provenientes de 20 estaciones pluviográficas del ICE para obtener las intensidades de precipitación máximas para distintas duraciones.
3. Análisis de frecuencias para diferentes periodos de retorno a fin de determinar las relaciones entre intensidad y frecuencia de los eventos, posteriormente crear curvas IDF mediante el tratamiento de los resultados del análisis de frecuencia.
4. Generación de histogramas característicos de corta y larga duración de la cuenca del Río Grande de Térraba.

Para la elaboración de los análisis de frecuencia de series anuales es indispensable definir la serie de eventos extremos que se utilizarán en el estudio. Se decidió analizar hasta cinco eventos por cada año de estudio en las 20 estaciones seleccionadas que relacionen la intensidad de la lluvia con la duración y las frecuencias de ocurrencia (períodos de retorno).

## 1.7. Mecanismos de evaluación del proyecto

El trabajo presenta indicadores de tipo cuantitativo principalmente, por lo que se genera una herramienta que aporta un mayor grado de objetividad. Sin embargo, no se dejará de lado los indicadores cualitativos, por ejemplo el conocimiento de un experto en el campo de la meteorología acerca de las condiciones climatológicas de la cuenca del río Grande de Térraba y la relación que los resultados guarden con su realidad.

A continuación se describen los indicadores para cada aspecto acerca del comportamiento de la lluvia en la cuenca del Río Grande de Térraba:

- Eficiencia: los datos brindados por el ICE son transformados en productos como: mapas de intensidad de lluvia, histogramas característicos y curvas IDF. A mayor escala: es parte del estudio hidrológico básico para las obras de ingeniería civil referentes a los recursos hidráulicos.
- Eficacia: parámetros morfométricos y climatológicos, curvas IDF, mapas de intensidad de lluvia, histogramas característicos de la cuenca.
- Impacto: análisis de intensidades de lluvia para la cuenca del Río Grande de Térraba que fomentará un mejor desarrollo de las obras de ingeniería civil por parte del ICE. Investigación actualizada acerca del comportamiento de la cuenca frente a eventos extremos de precipitación en la cuenca.
- Pertinencia: dado que la cuenca del Río Grande de Térraba tiene un gran potencial hidroeléctrico, es muy necesario la generación de un documento acerca de la intensidad de lluvia para diferentes duraciones y períodos de retorno.
- Perdurabilidad: mediante este proyecto se postula una base para la elaboración de análisis de intensidades de lluvia en otras cuencas del territorio nacional, además de que se describe la teoría alrededor de la confección de histogramas característicos de una cuenca en particular.

## **2. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE DE TÉRRABA**

### 2.1. Descripción de la cuenca del Río Grande de Térraba

De acuerdo a Solano y Villalobos (2011), la cuenca del río Grande de Térraba:

se ubica al sureste del Pacífico Sur; se extiende desde Punta Uvita hasta San Isidro del General siguiendo las estribaciones (montañas laterales) de la Cordillera de Talamanca del lado pacífico, y desde el Cerro Darí hasta Cerro Echandi. Además comprende todo el Valle del General, la Península de Osa, parte del Valle de Coto Colorado, el Valle de Coto Brus y Golfito.

Esta importante cuenca constituye aproximadamente el 10% del territorio nacional, en la cual predomina una topografía irregular formada por montañas, filas y serranías, áreas de pie de monte, valles, llanuras y sub-cuencas hidrográficas. En la plataforma peninsular se encuentran reductos de bosque tropical lluvioso con una biodiversidad impresionante, este aspecto hace del Parque Nacional de Corcovado una de las áreas biológicas más ricas de Latinoamérica.

Por otra parte, la zona de estudio posee un imponente componente hidrográfico que es producto de su relieve montañoso y características climatológicas que se traducen a su vez en un alto potencial hidroeléctrico y de abastecimiento de agua a la población, además de las actividades socio-productivas.

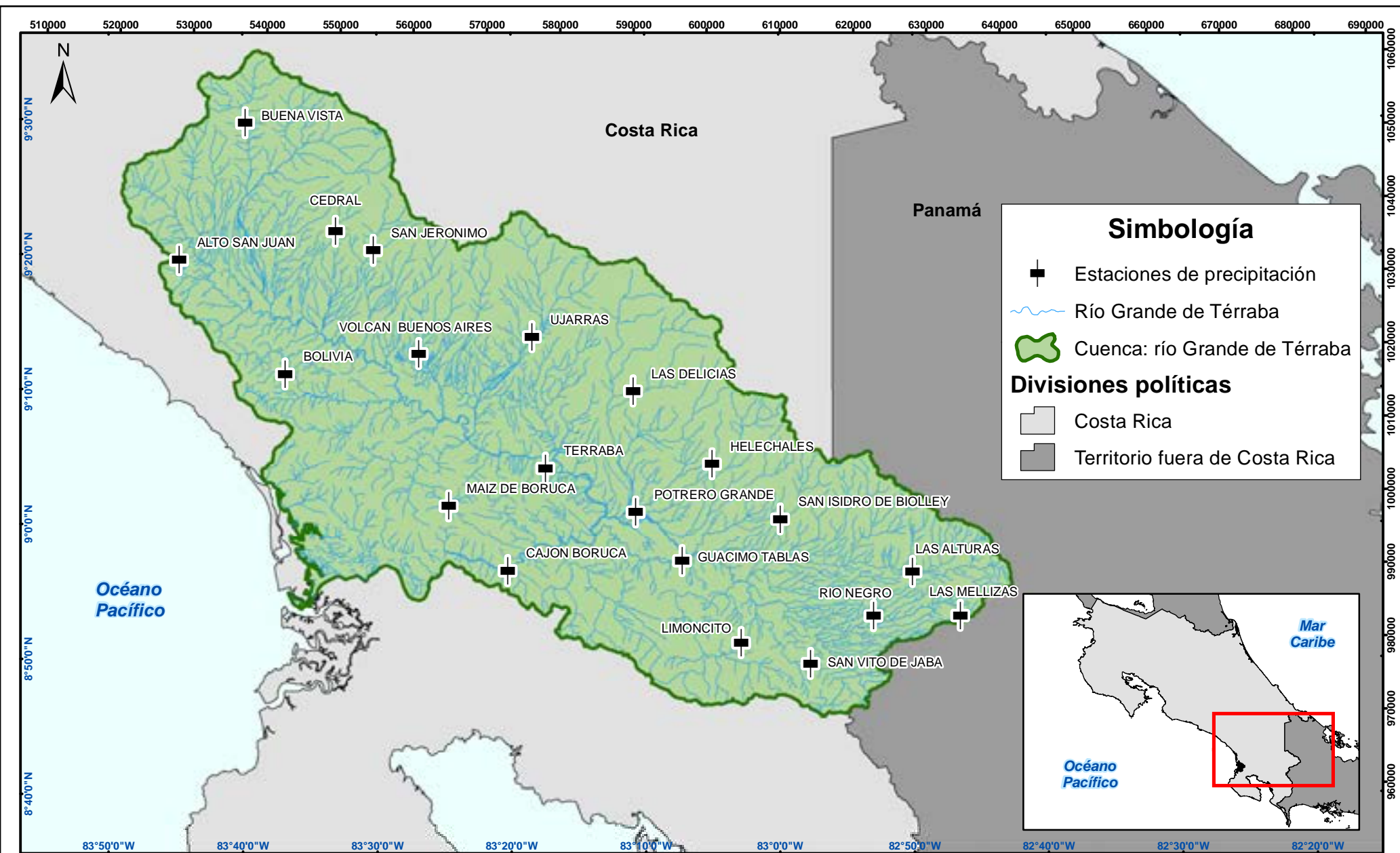
En el Mapa 2-1 se aprecia la ubicación de cada una de las 20 estaciones que están sobre la cuenca del río Grande de Térraba. Además se presenta el método de los polígonos de Thiessen en el Mapa 2-2 como un recordatorio para el investigador acerca de la importancia de definir zonas de influencia para cada estación y de esta forma definir los parámetros que deben ser introducidos a la ecuación de intensidad de precipitación que se encuentra en el apartado 3.3.

Asimismo se presentan los nombres y numeración de las 20 estaciones de la cuenca del río Grande de Térraba en el Cuadro 2-1.

Cuadro 2-1. Estaciones pluviográficas de la cuenca del río Grande de Térraba con su respectivo código de identificación.

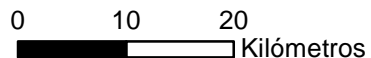
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>
98006	Volcán Buenos Aires
98007	San Vito de Jaba
98010	Cedral
98011	Bolivia
98012	Potrero Grande
98013	Río Negro
98018	Ujarrás
98031	Buena Vista
98032	Alto San Juan
98033	San Jerónimo
98034	Guácimo Tablas
98035	Limoncito
98036	Maíz de Boruca
98037	Cajón Boruca
98043	Las Mellizas
98044	Las Alturas
98051	Helechales
98057	Térraba
98066	San Isidro de Biolleg
98068	Las Delicias

Fuente: Instituto Costarricense de Electricidad, 2015.



Mapa 2-1. Ubicación de las estaciones pluviográficas utilizadas en el análisis.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

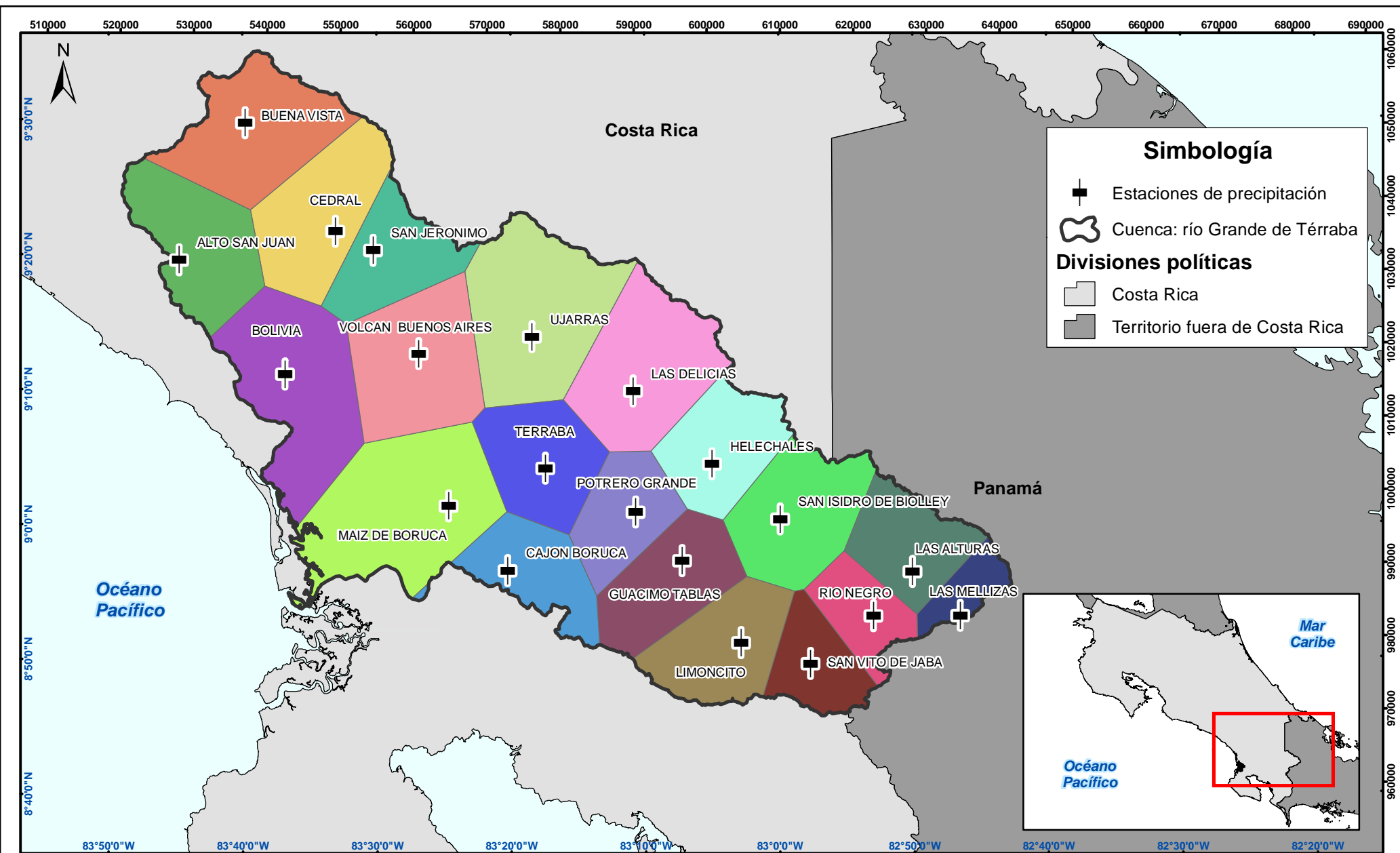


Escala:  
1:700,000

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas





Mapa 2-2. Áreas de influencia de cada estación pluviográfica según el método de Thiessen.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

0 10 20 Kilómetros

Escala: 1:700,000

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas

ingeniería / civil

Efraín A. García Camacho

## 2.2. Características climatológicas de la cuenca de Río Grande de Térraba

### 2.2.1. Precipitación

Existen varios factores que contribuyen a que la región climática Pacífico Sur sea una de las regiones de mayor precipitación anual en el país: la posición suroeste favorece la influencia de la zona de convergencia Intertropical, además el límite norte compuesto por la cordillera montañosa más elevada del país permite el desarrollo de la lluvia convectiva sobre los valles y es una zona de marcada influencia oceánica.

La precipitación convectiva que se genera indica el desarrollo vertical de nubes de gran tamaño que están formadas internamente por aire cálido y húmedo; las masas de aire se van enfriando hasta alcanzar el punto en que se produce la lluvia. Este proceso desencadena en lluvias que se acentúan durante la época lluviosa.

De acuerdo a las bandas cedidas por el ICE, se identifican tormentas que pueden ir desde una hora hasta seis horas de duración; esta es una característica que poseen las precipitaciones de tipo convectivo.

Por otra parte, la precipitación promedio de la región es cercana a los 3700 mm anuales según el Instituto Meteorológico Nacional. Los accidentes geográficos generan un régimen de lluvias contrastado con relación al resto de las regiones de la vertiente pacífica. Esta heterogeneidad se percibe en un clima en donde el periodo seco es corto mientras que el periodo lluvioso se prolonga mucho más y resulta más intenso en cuanto a milímetros de precipitación.

Como se puede observar en la Figura 2-1, el periodo seco se presenta de enero a marzo; abril se postula como un mes de transición, con excepción de la zona del Valle del General donde las lluvias empiezan a finales de abril y a principios de mayo. En este periodo se precipita, en promedio, el 11% del total de la lluvia anual.

El primer periodo lluvioso se da entre los meses de mayo y agosto cuando, en promedio, se precipita el 43% del total de la precipitación sobre el área de estudio. Durante el segundo periodo lluvioso, de agosto a noviembre, se precipita, en promedio, el 46% de la lluvia anual y finalmente se define a diciembre como el segundo mes de transición del año (transición de la época lluviosa a la temporada seca). Este caso se conoce como patrón bimodal y es propio de la Vertiente del Pacífico.

Existen diferentes fenómenos de variabilidad que pueden desviar el comportamiento normal de la lluvia y la temperatura. Un ejemplo de fenómeno de variabilidad es el ENOS, que genera fluctuaciones en las magnitudes de las lluvias.

De acuerdo al Instituto Meteorológico Nacional (tomado de <http://www.imn.ac.cr/educacion/enos.html>), el ENOS:

es un fenómeno oceánico-atmosférico que consiste en la interacción de las aguas superficiales del océano Pacífico tropical con la atmósfera circundante. Además, el ENOS está relacionado con trastornos climáticos en muchas partes del mundo así como con alteraciones significativas en diversos tipos de ecosistemas tanto terrestres como marinos.

Dicho fenómeno presenta en su componente oceánica, un contraste importante relacionado con las temperaturas superficiales del Océano Pacífico tropical; dicho contraste establece la aparición de dos eventos dependiendo de estos valores de temperatura, los cuales son: El Niño, que se presenta al tener anomalías cálidas y La Niña, que se presenta al tener anomalías frías de temperatura, ambos en el océano Pacífico tropical.

El ENOS tiene, además de la componente oceánica (El Niño, La Niña), una componente atmosférica, medida cuantitativamente por el Índice de Oscilación del Sur (IOS), el cual es un reflejo del cambio relativo entre la presión atmosférica a nivel del mar entre los sectores occidental (alrededores de Darwin, Australia) y central-oriental del océano Pacífico (alrededores de la isla Tahití).

En la Figura 2-2 se puede observar la distribución de precipitación promedio mensual para la estación pluviográfica San Vito de Jaba (98007) que se encuentran sobre la cuenca de estudio.

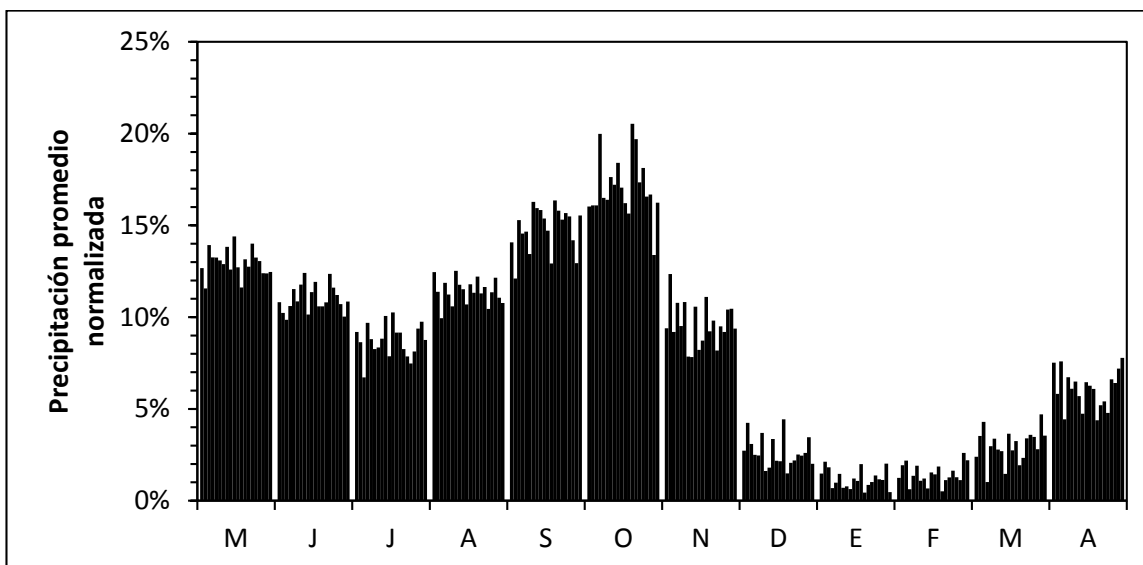


Figura 2-1. Precipitación promedio normalizada para cada estación pluviográfica de la cuenca del río Grande de Térraba.

2.2.1.1. Precipitación promedio en estación pluviográfica San Vito de Jaba 98007

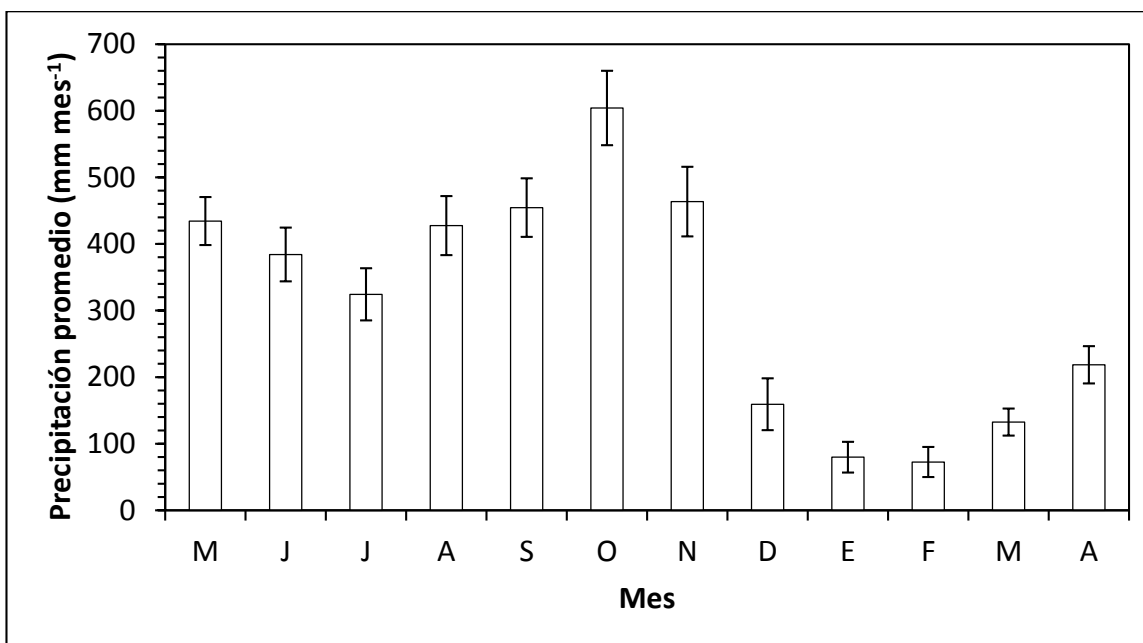
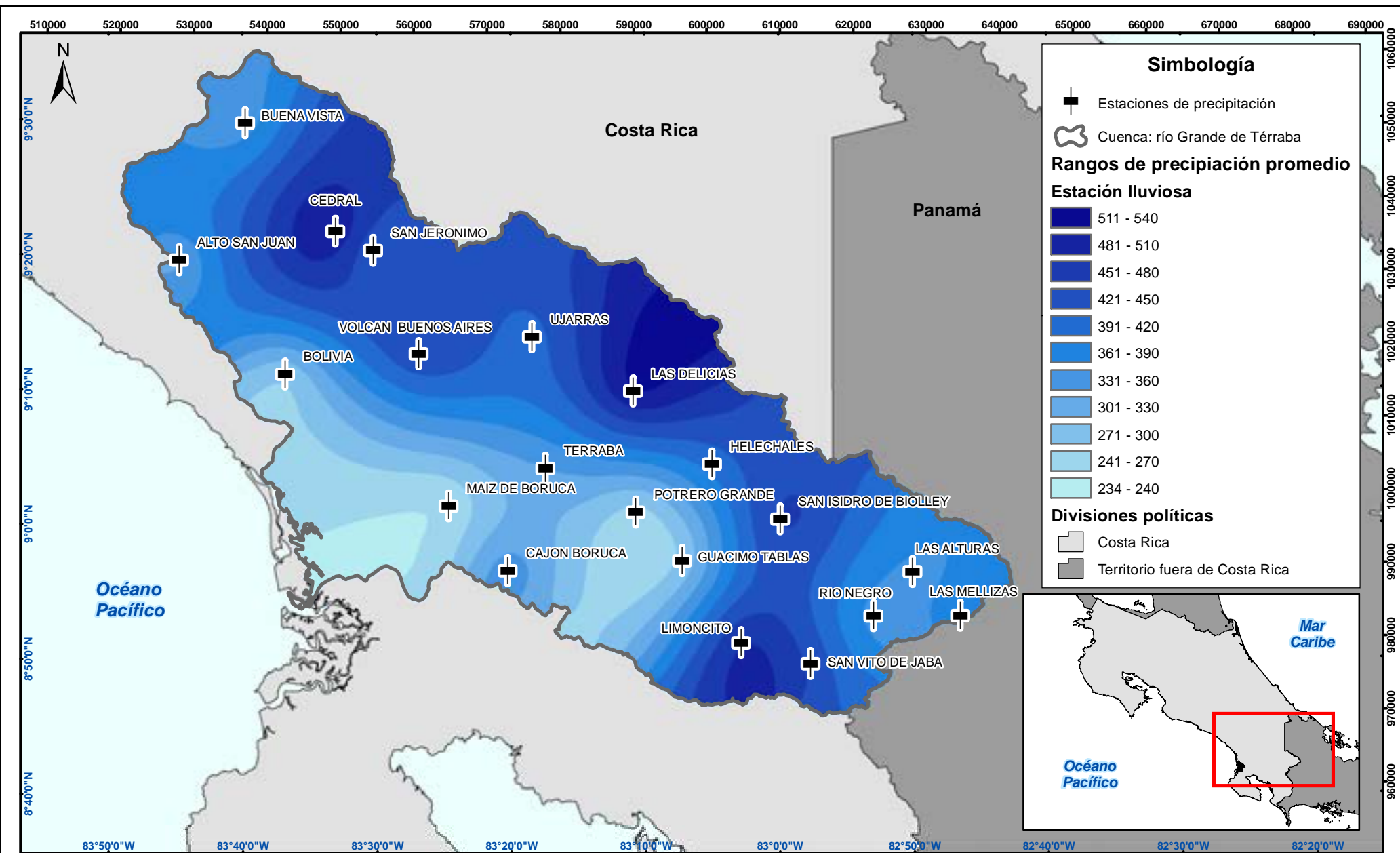


Figura 2-2. Precipitación promedio y límites superior e inferior para cada mes de la estación 98007.

A partir de las figuras anteriores es posible definir un comportamiento marcado de los periodos de mayor y menor precipitación respectivamente, mediante la utilización del programa ArcGIS se generan mapas de isoyetas tanto para precipitación promedio como para temperatura promedio para las estaciones seca y lluviosa.

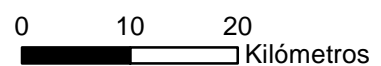
Este insumo se torna indispensable para empapar al lector de la dinámica en la cuenca de estudio, ya que los resultados arrojados por los análisis de precipitación en los apartados 3 y 4 pueden ser verificados. Al trabajar con eventos máximos, se espera que las tormentas provengan de los meses más lluviosos en la mayoría de los casos.

Como se observa en el Mapa 2-3 y el Mapa 2-4, los rangos no son tan siquiera similares, debido a la marcada diferencia entre la estación seca y la lluviosa.



Mapa 2-3. Distribución espacial de la precipitación promedio de la estación lluviosa.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

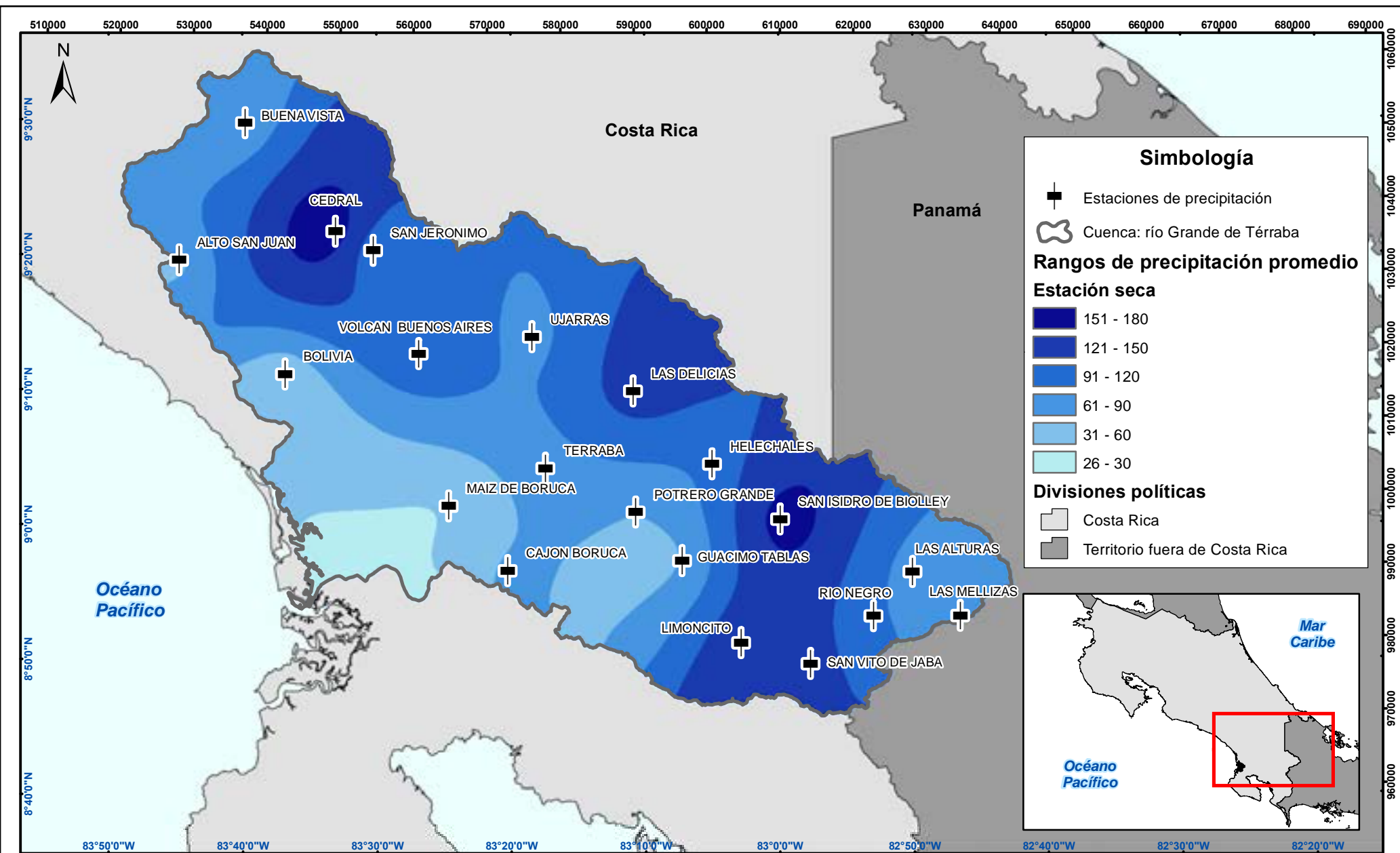


Escala: 1:700,000

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

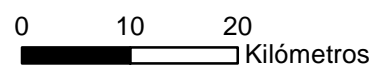
Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas





Mapa 2-4. Distribución espacial de la precipitación promedio de la estación seca.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.



Escala: 1:700,000

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas



### 2.2.2. Temperatura

La cuenca del río Grande de Térraba presenta una marcada influencia por parte de la temperatura, que oscila entre los 18,5°C hasta los 28,5°C entre las distintas estaciones que poseen registros de temperatura. Este aspecto supone una amplitud de temperatura de 10°C que fortalece la tesis del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) de una amplitud de 9,5°C. Como se puede observar en la Figura 2-3 acerca de la temperatura normalizada para cada estación pluviográfica de la cuenca del río Grande de Térraba, los meses más calientes van desde febrero hasta junio, donde marzo y abril alcanzan los valores más altos.

Los extremos secos provocan mayor variación en la temperatura que los eventos lluviosos. Durante los extremos secos, la temperatura máxima aumenta principalmente entre junio y octubre con variaciones que pueden superar 1°C. En cuanto al límite inferior, la temperatura mínima, presenta su mayor aumento en el mes de febrero.

En contraste, los eventos lluviosos generan disminución en las temperaturas que se perciben en la cuenca; como se aprecia en las figuras que detallan las temperaturas promedio y los límites superior e inferior para cada mes de cada estación con registro, los máximos bajan notoriamente en octubre y noviembre, mientras que la mínima disminuye más en febrero, además de noviembre.

En la Figura 2-4 se puede observar la distribución de temperatura promedio mensual para la estación pluviográfica 98007 San Vito de Jaba.

A partir de las siguientes figuras es posible definir un comportamiento marcado de los periodos de mayor y menor temperatura respectivamente, mediante la utilización del programa ArcGIS es posible generar mapas de isotermas mediante la herramienta *Spline*; éstas son representaciones gráficas que modelan curvas que unen puntos en las superficies terrestres que poseen la misma temperatura de manera que se formen áreas entre las curvas previamente generadas.

El Mapa 2-5 y el Mapa 2-6 muestran la distribución espacial de la temperatura promedio de acuerdo a la época del año.

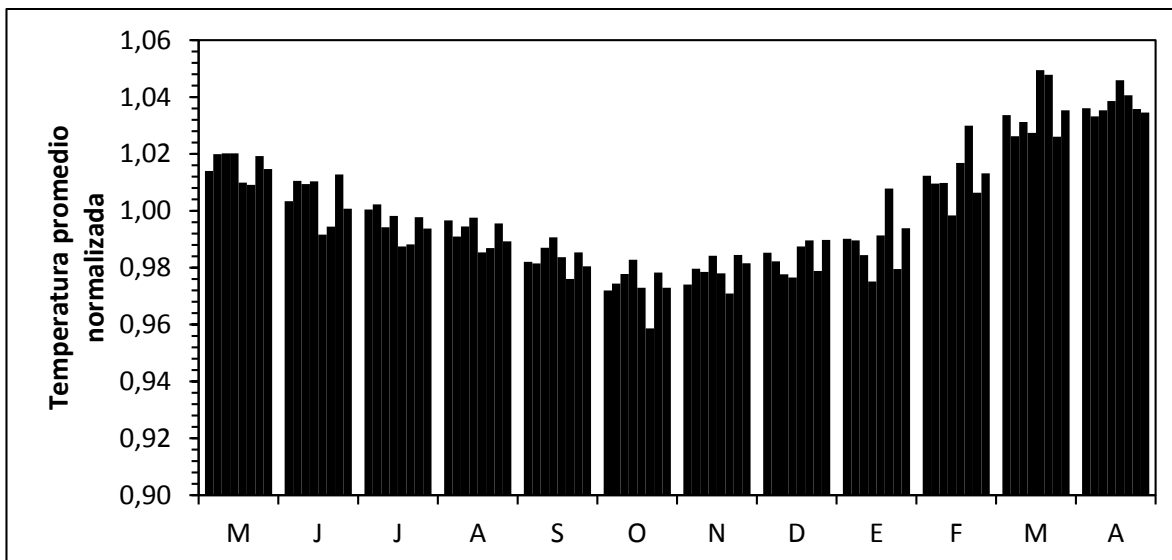


Figura 2-3. Temperatura normalizada para cada estación pluviográfica de la cuenca del río Grande de Térraba.

#### 2.2.2.1. Temperatura promedio en estación pluviográfica 98007

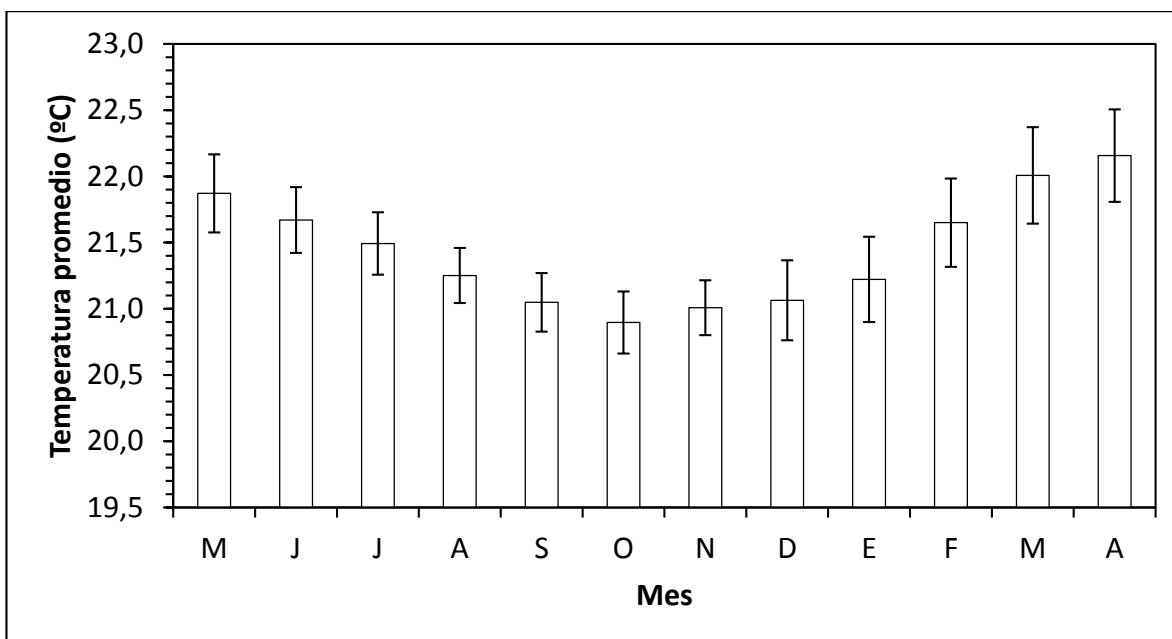
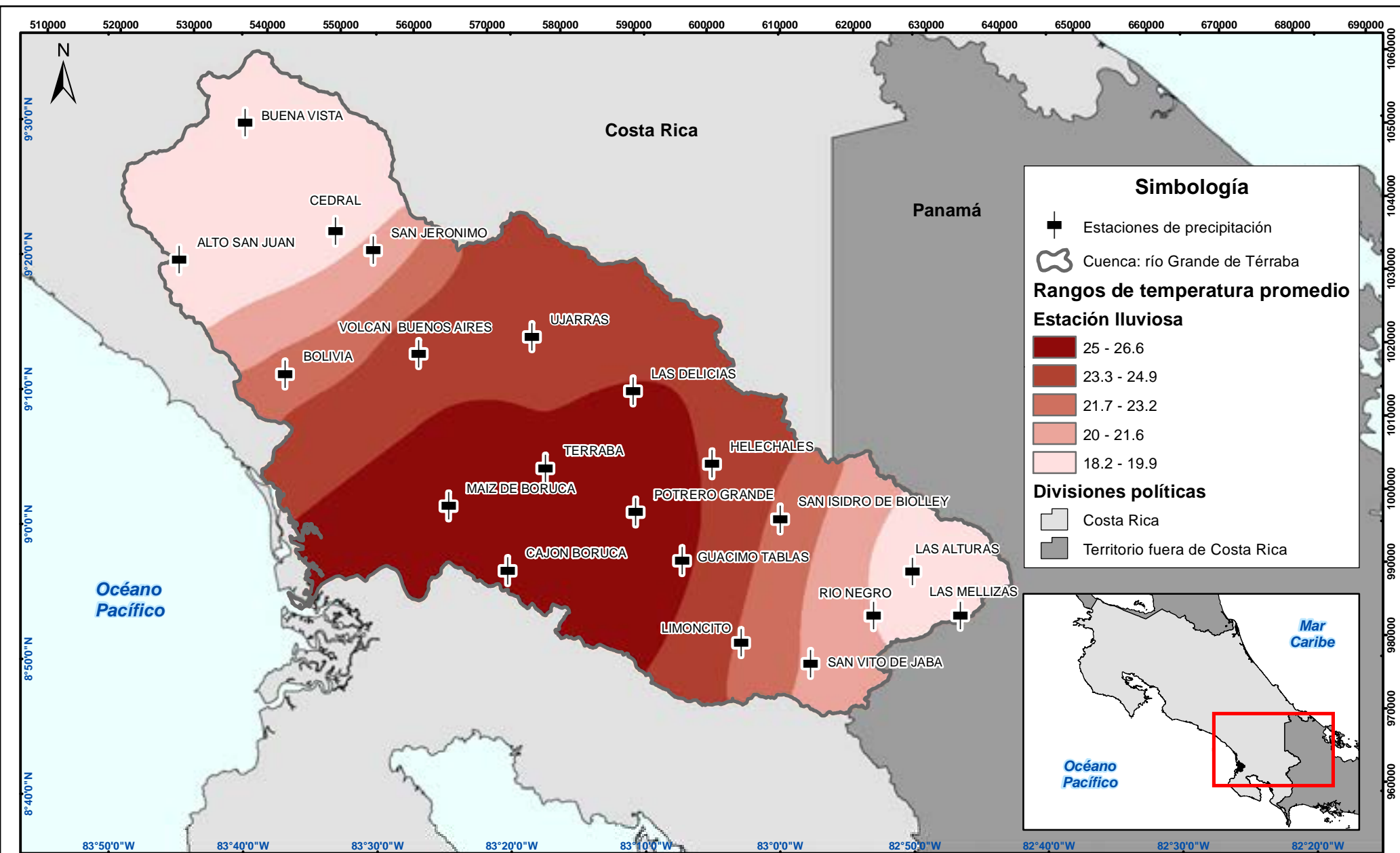


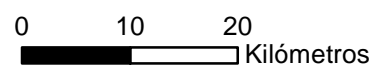
Figura 2-4. Temperatura promedio y límites superior e inferior para cada mes en la estación 98007.



Mapa 2-5. Distribución espacial de la temperatura promedio de la estación lluviosa.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

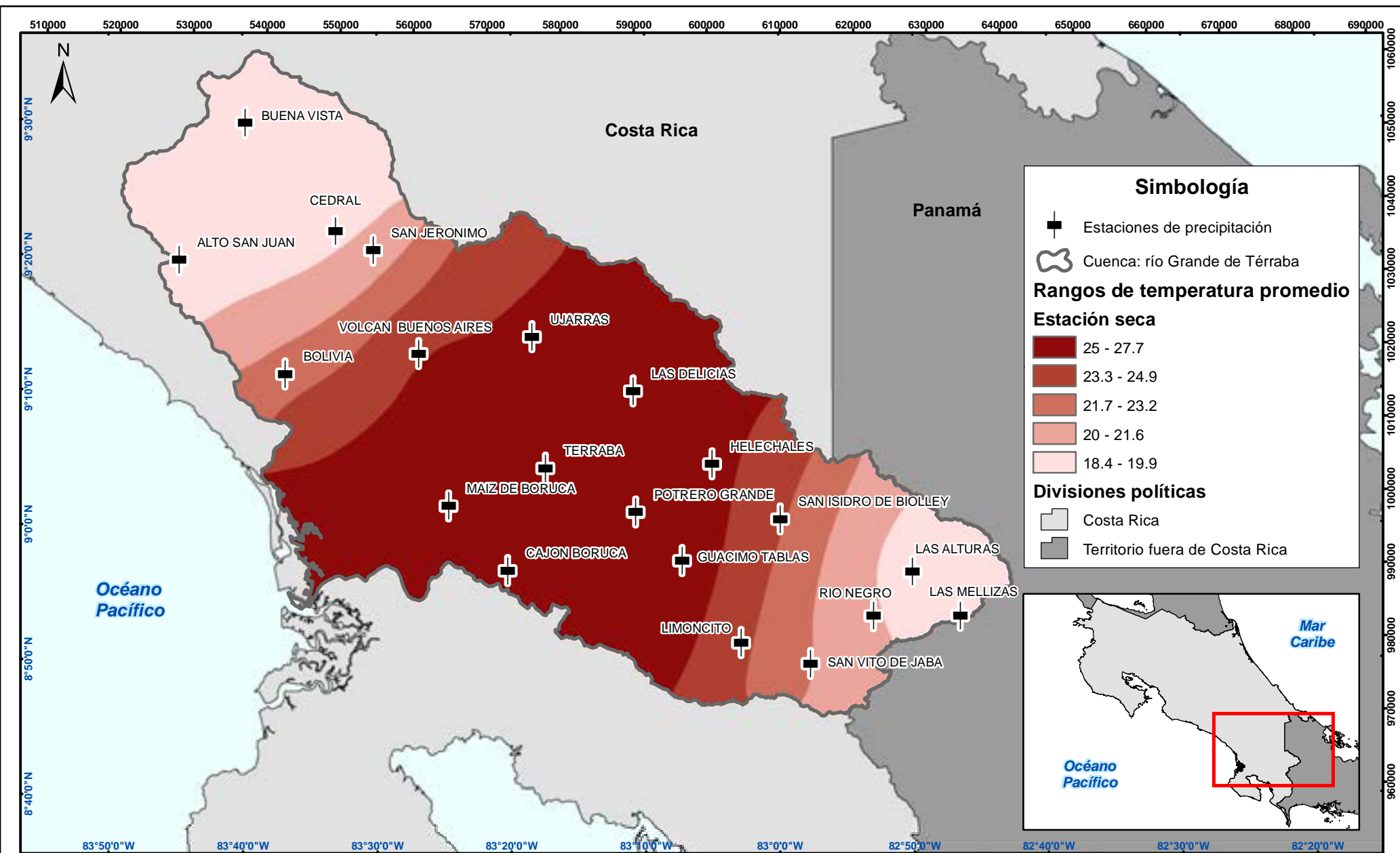
Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.



Escala:  
1:700,000

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas





**Simbología**

- Estaciones de precipitación
- Cuenca: río Grande de Térraba

**Rangos de temperatura promedio**

**Estación seca**

- 25 - 27.7
- 23.3 - 24.9
- 21.7 - 23.2
- 20 - 21.6
- 18.4 - 19.9

**Divisiones políticas**

- Costa Rica
- Territorio fuera de Costa Rica

### 2.2.3. Vientos

Según Bergoeing (1998), el Pacífico Sur posee dos unidades fisiográficas: una de ellas es la Cordillera de Talamanca, la cual divide nuevamente a la cuenca en la Fila Costeña o Brunqueña y la Zona Baja Tectónica que comprende el Valle del General, el Valle de Coto Brus y la zona baja de Punta Burica. La segunda unidad es la Peninsular que contiene a la Península de Osa.

La precipitación anual es menor en las partes altas de la cordillera, donde se alcanzan valores promedio que se encuentran entre los 2500 mm y los 3000 mm debido a la influencia del Alisio en los meses más secos y cuando se presenta el veranillo.

La precipitación aumenta hacia el sur de la región y a medida que las alturas disminuyen, es decir, al pie de la montaña y en los valles (entre 3000 mm y 4000 mm), es importante destacar que en estas zonas se produce un importante aporte de las brisas de montaña.

Finalmente se determina que los núcleos de precipitación -que son aquellos territorios donde se enfoca la lluvia hasta alcanzar valores que rondan los 4000 mm hasta los 6000 mm- se presentan en la península, al norte de Golfito y en Ciudad Neily. Debido a su estructura geográfica donde se encuentra la cordillera más alta del país, la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical y los vientos predominantes, la cuenca del río Grande de Térraba se exhibe como la más lluviosa del territorio nacional.

En la Cuenca del río Grande de Térraba el viento viaja desde el oeste o del suroeste durante las mañanas debido a las brisas del mar y los vientos ecuatoriales. Durante la noche predominan los vientos calmos que transitan con dirección al noreste y norte; estos corresponden a brisas de montaña que tienen su origen en la Cordillera de Talamanca.

El periodo de veranillo en la zona de estudio se presenta durante agosto desde la montaña a 3000 msnm hasta las estaciones de los valles a 400 msnm.

### **3. ELABORACIÓN DE CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA**

#### 3.1. Definición de la serie de máximos anuales

Para la determinación de eventos extremos se utiliza la serie anual de máximos de cada una de las 20 estaciones pluviográficas predeterminadas ubicadas en la cuenca del río Grande de Térraba definidas a lo largo del periodo 1993-2012.

En análisis estadístico, una serie de eventos se denomina a una secuencia conveniente de datos; en este trabajo de investigación fundamentalmente se toman, para cada año del análisis, los cinco valores independientes de mayor intensidad para cada año del análisis de cada estación pluviográfica del estudio (escogidos de acuerdo a los datos diarios de lluvia). Una vez que se haya determinado, para una duración en particular, cuál es el dato que corresponde al máximo de cada periodo anual en cada estación, se construyen las series anuales de máximos con esta información. Las ventanas de tiempo seleccionadas obedecen a la forma en que la base de datos del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) dispone su información (10, 30, 60, 120, 180, 360 minutos).

La idea de trabajar con valores independientes de precipitación se debe a la necesidad de que los histogramas no provengan de un mismo evento y describan característicamente el comportamiento de la precipitación sobre la cuenca debido a diversas tormentas, es decir, se usan los valores más altos de los eventos máximos ocurridos durante un año. En la mitad de los casos es necesario realizar digitalización de datos instantáneos mediante la captura de imágenes y la utilización de un programa especializado para llevar estas imágenes a información numérica que pueda ser usada posteriormente en hojas de datos para el análisis de frecuencias.

Durante la toma de imágenes para la digitalización de datos es indispensable revisar las fechas anterior y posterior al día señalado por los datos de precipitación diaria, y de esta manera descartar la dependencia respecto a un evento de mayor intensidad.

En la Figura 3-1 y la Figura 3-2 se observan dos ejemplares distintos de bandas de precipitación acumulada del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), el primer modelo se presenta por día y el segundo es un compendio de todos los días del año en una misma banda.

Una vez realizadas la captura de fotografías, la digitalización de sus datos y la revisión de la información generada a partir de los primeros dos procedimientos, se obtienen series de precipitación acumuladas asociadas a cada uno de los eventos en análisis (una serie acumulada de datos es la suma de las frecuencias absolutas de todos los valores inferiores o iguales a cierto valor considerado). Dado que se requiere calcular los histogramas de cada tormenta y estos representan una distribución desagregada de los datos en el tiempo, es preciso restarle, al valor de precipitación en un instante, el valor inmediatamente anterior; ver Cuadro 4-1.

Es indispensable apuntar que cada ventana de tiempo posee un peso distinto dentro del análisis, ya que para dos rangos de tiempo desiguales, su ocurrencia en un lapso de una hora varía. Por ejemplo, una ventana de tiempo de 10 minutos sucede seis veces durante una hora, mientras que para una ventana de 30 minutos únicamente se presenta en dos ocasiones. La multiplicación de las cantidades restadas al valor de precipitación en un instante por su peso a lo largo de una hora da como producto las intensidades de precipitación (mm/h).

Se recomienda automatizar la realización de estos procedimientos mediante un macro (conjunto de comandos que se almacena en Excel de manera que se encuentran disponibles para ser ejecutados cuando sea necesario), ya que se trata con gran cantidad de datos y procesos repetitivos. Finalmente se destacan los valores más altos para cada ventana de tiempo (10, 30, 60, 120, 180, 360 minutos) con el objetivo de crear 20 matrices de series de máximos anuales correspondientes a las estaciones pluviográficas.

Este procedimiento supone el tratamiento que debe ser realizado a los datos crudos antes de ser utilizados con el paquete estadístico **"R"**; **las matrices anteriormente mencionadas** son importadas desde R para efectuar los análisis de frecuencias.

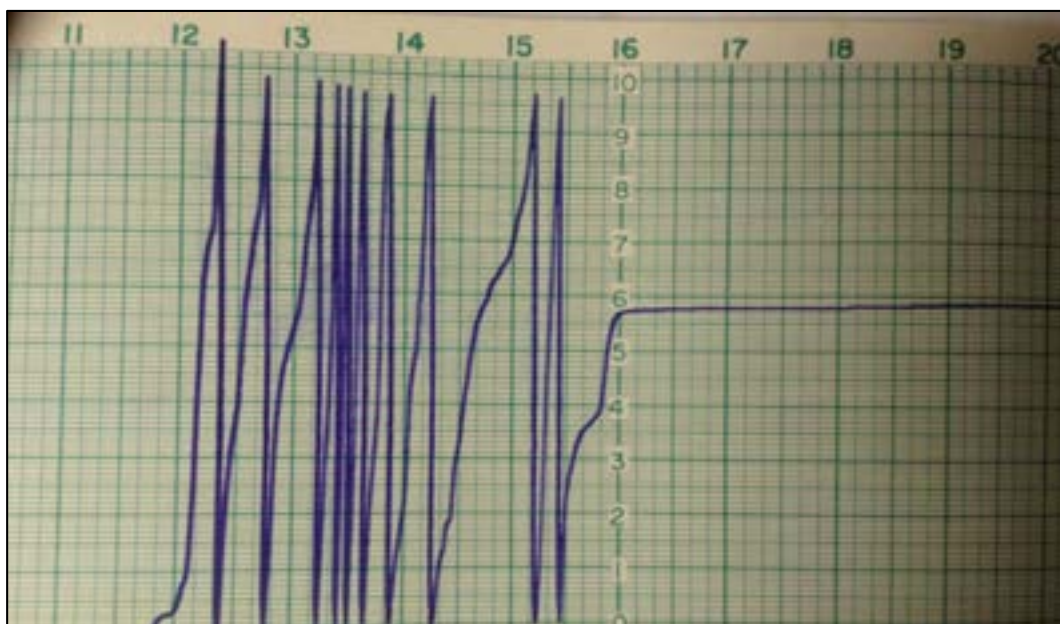


Figura 3-1. Ejemplo de banda de medición de precipitación de la estación Volcán Buenos Aires 98006.

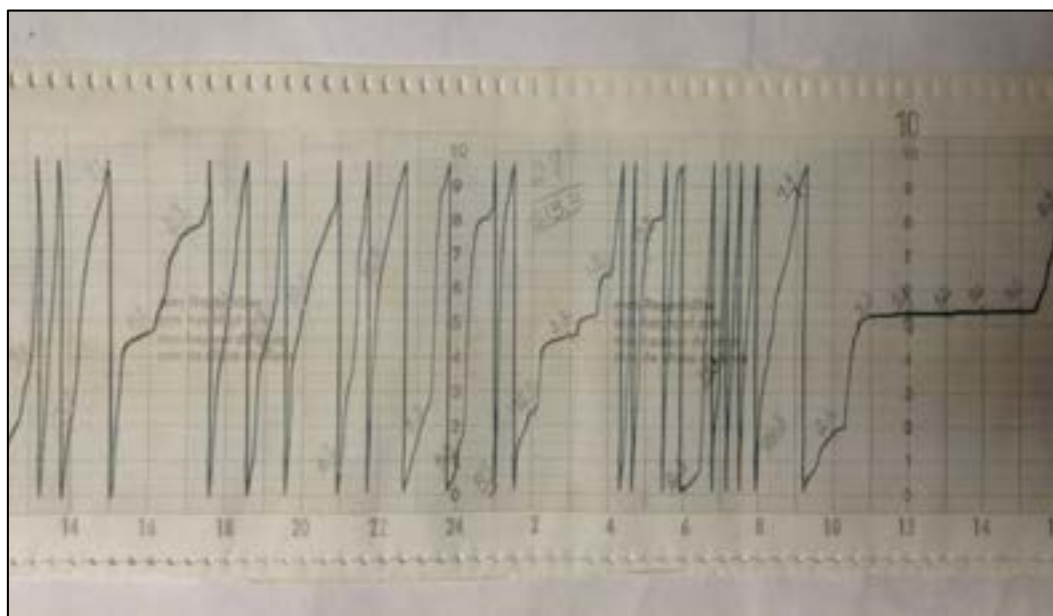


Figura 3-2. Ejemplo de banda de medición de precipitación de la estación Helechales 98051.

### 3.2. Análisis de frecuencias

Una vez realizado el examen de los registros de datos generados a partir de la digitalización de las bandas y los datos dispuestos por el ICE en cada una de las 20 estaciones pluviográficas que están sobre la cuenca del río Grande de Térraba se procede a calcular los momentos lineales de cada una de las series con el afán de efectuar el análisis de frecuencias.

Para el análisis de frecuencias de máximos anuales se utilizan las distribuciones GEV (Generalized Extreme Value) y GPD (Generalized Pareto Distribution) parametrizadas a partir de momentos lineales definidos al inicio del análisis (Hosking y Wallis).

Se estiman los parámetros de la distribución Generalizada de Valor Extremo (GEV, Ecuación 3-1) como se muestra a continuación:

Ecuación 3-1

$$F(x) = \begin{cases} 1 - \left[1 - k \left(\frac{x-u}{a}\right)\right]^{1/k}, & k \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x-u}{a}\right), & k = 0 \end{cases}$$

y de la distribución Generalizada de Pareto (GPD, Ecuación 3-2) de la siguiente manera:

Ecuación 3-2

$$F(x) = \begin{cases} \exp\left[-\left[1 - k \left(\frac{x-u}{a}\right)\right]^{1/k}\right], & k \neq 0 \\ \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-u}{a}\right)\right], & k = 0 \end{cases}$$

De acuerdo a la propuesta en Hosking y Wallis,  $F$  es la probabilidad de no excedencia,  $u$  es el parámetro de localización,  $a$  es el parámetro de escala,  $k$  el parámetro de forma y finalmente  $x$  es la variable modelada.

Además se utiliza el método de Monte Carlo, que consiste en hacer uso de series de números aleatorios uniformemente distribuidos de cero a uno para ingresarlos a las distribuciones como probabilidades; estos valores aleatorios son generados por un algoritmo en el procesador y son integrados a las fórmulas de distribución que además poseen los parámetros calculados a partir de los datos fundamentales. Finalmente, la única incógnita es

$x$ , que en este caso particular responde a las intensidades máximas de precipitación. El procedimiento se efectúa con el afán de formar series sintéticas de valores de intensidades máximas de precipitación y así generar un análisis más robusto que permita calcular los valores centrales y límites de confianza respectivos.

Para cada análisis de frecuencias, se generan 10000 series de números aleatorios distribuidos según la GPD y la GEV para, posteriormente, estimar los momentos lineales y sus correspondientes parámetros estadísticos de las distribuciones de probabilidad para cada una de las series simuladas. Se busca, así, generar un análisis más sólido para contabilizar de una mejor manera la incertidumbre asociada al fenómeno en cuestión.

En la Figura 3-3 se muestra el esquema del método de Monte Carlo, donde los números aleatorios producidos mediante el algoritmo ingresan como pre-imágenes por la izquierda y rebotan en las imágenes de la distribución (que debe su forma a los parámetros ya calculados para este momento) para dar como resultado datos máximos de intensidad de precipitación.

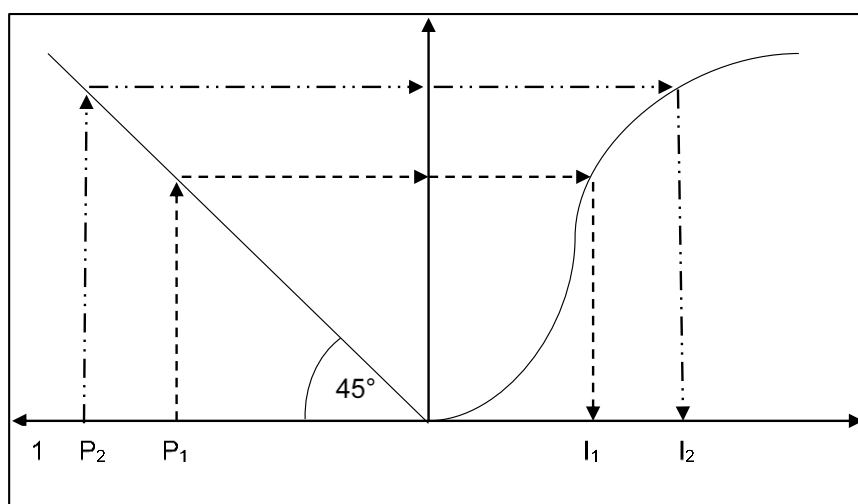


Figura 3-3. Esquema del método de Monte Carlo.

La base de datos entera corresponde a 20 estaciones pluviográficas en un rango de de 20 años que comprende desde enero de 1993 hasta diciembre de 2012; el análisis de frecuencias para la generación de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) se efectúa mediante el **paquete de programación estadística "R"** y posteriormente se exportan los

resultados a Excel con el fin de graficarlos para una mejor comprensión del investigador y el lector.

Para realizar el análisis es indispensable contar con los siguientes parámetros:

- El promedio: define dónde están centrados los datos correspondientes a una serie.
- El coeficiente de variación: describe qué tan dispersos se encuentran los datos del promedio en una serie.
- El coeficiente de asimetría: define el corrimiento de un conjunto de datos en una u otra dirección, la asimetría puede tomar valores negativos, positivos o en el caso de una distribución normal, sería igual a cero.

Dicho esto, se estiman para cada periodo de retorno, el valor central (mediana) de la distribución de precipitaciones, los límites de confianza al 95%. La idea fundamental es que el diseñador pueda basarse en el valor central y el límite superior al 95% para confeccionar sus proyectos.

### 3.2.1. Ejemplo de cálculo de análisis de frecuencias en la estación San Vito de Jaba 98007

Para la estación San Vito de Jaba se calculan los parámetros a partir de la matriz de datos provenientes de la información dispuesta en las bandas y sistema interno del ICE que se presenta en el Cuadro 3-1. Cabe destacar que el mismo procedimiento se sigue para las restantes estaciones pluviográficas.

Cuadro 3-1. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98007.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	87,00	74,80	52,60	36,45	24,98	13,06
<b>1994</b>	120,00	85,00	62,50	33,53	32,35	19,28
<b>1995</b>	70,80	48,00	38,20	26,15	19,90	12,90
<b>1996</b>	120,00	112,80	85,75	46,31	30,89	15,46
<b>1997</b>	120,00	100,00	75,80	38,25	26,88	14,84
<b>1998</b>	153,00	111,00	70,10	39,05	27,83	15,93
<b>1999</b>	114,60	78,00	43,60	26,80	20,70	11,40
<b>2000</b>	123,00	80,80	60,70	36,00	25,03	12,77
<b>2001</b>	133,80	101,40	74,20	39,30	27,97	14,63
<b>2002</b>	109,80	87,40	56,20	30,65	20,53	10,45
<b>2003</b>	111,00	99,00	63,50	38,85	27,23	13,87
<b>2004</b>	105,00	79,20	52,60	32,00	22,50	13,35
<b>2005</b>	103,80	78,80	62,50	40,75	33,60	17,65
<b>2006</b>	114,60	71,60	58,70	41,65	30,57	15,75
<b>2007</b>	109,80	69,60	58,90	43,80	32,27	19,57
<b>2008</b>	117,60	80,80	56,40	33,65	23,70	12,78
<b>2009</b>	146,40	116,80	71,10	50,05	41,67	22,13
<b>2010</b>	108,00	83,40	62,20	45,20	32,33	16,72
<b>2011</b>	91,20	75,20	53,90	31,10	25,67	13,88
<b>2012</b>	102,00	82,20	58,20	39,85	29,03	15,07

Fuente: García, E. 2015.

Para la duración de 10 minutos se obtiene:

$$\lambda_1 = 113,07 \text{ mm/h}$$

$$L - CV = \tau = 0,09$$

$$L - \text{Asimetría} = \tau_3 = 0,01$$

$$L - \text{Curtosis} = \tau_4 = 0,30$$

A partir de los momentos lineales se calculan los parámetros lineales que rigen para cada serie de datos y con los que se pueden retornar valores de intensidad de lluvia de acuerdo a una probabilidad de excedencia dada.

$$u = 106,46 \text{ mm/h}$$

$$a = 18,10$$

$$k = 0,26$$

Por lo tanto, la fórmula para la obtención de intensidades mediante la distribución GEV presenta la siguiente configuración:

Ecuación 3-3

$$F(x) = 1 - \left[ 1 - 0,26 \left( \frac{x - 106,46}{18,10} \right) \right]^{1/0,26}, \quad \text{ya que } k \neq 0$$

Es importante destacar que la probabilidad de no-excedencia está en función del periodo de retorno  $T_r$ , por la relación:

Ecuación 3-4

$$P = \frac{1}{T_r}, \quad \text{donde } P = 1 - F(x)$$

Se sigue la misma metodología para la Distribución Generalizada de Pareto; se determinan los parámetros y se define una configuración para la distribución.

$$u = 82,45 \text{ mm/h}$$

$$a = 59,88$$

$$k = 0,96$$

Ecuación 3-5

$$F(x) = \exp \left[ - \left[ 1 - 0,96 \left( \frac{x - 82,45}{59,88} \right) \right]^{1/0,96} \right], \quad \text{ya que } k \neq 0$$

Asimismo, resulta indispensable verificar la calidad de los ajustes de las distribuciones utilizadas. Como se observa en la Figura 3-4, tanto la GEV como la GPD presentan tendencias similares a la muestra para la duración de 10 minutos en el Cuadro 3-1.

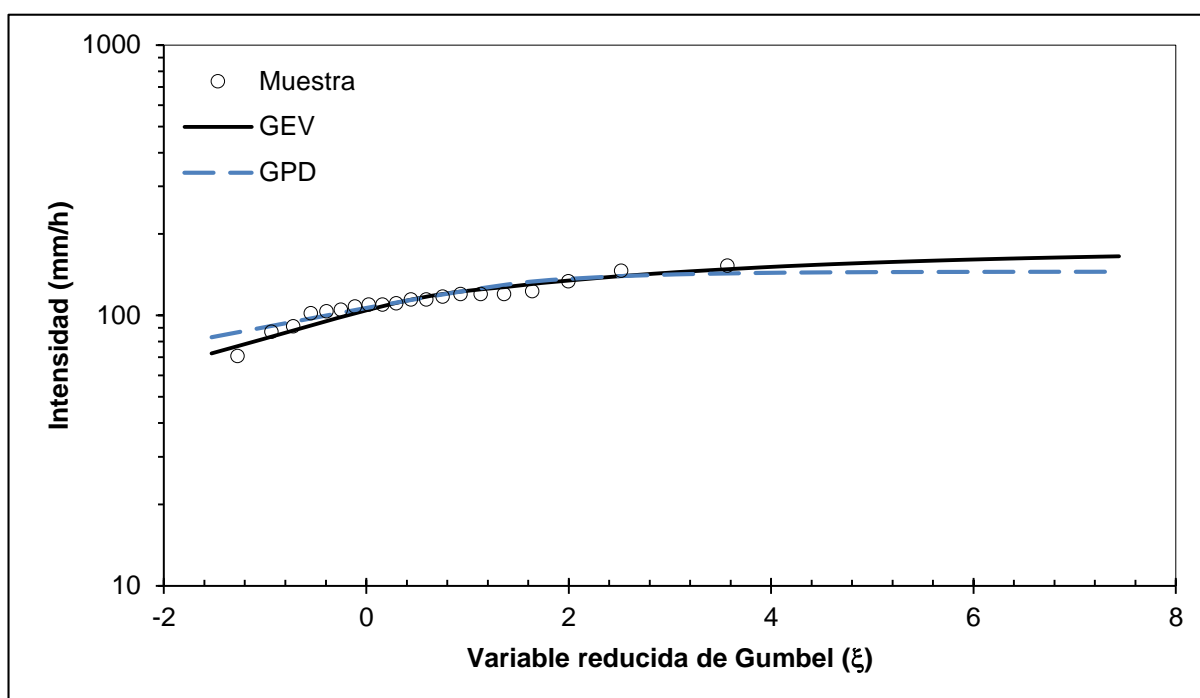


Figura 3-4. Ajuste de las distribuciones GEV y GPD a los datos fundamentales de precipitación máxima para la duración de 10 minutos en la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno, presentados como valores de la variable reducida de Gumbel.

Para cada análisis de frecuencias, respectivo a las seis duraciones determinadas, se generan 10000 series de números aleatorios distribuidos de acuerdo a la GEV y la GPD. La idea fundamental es estimar los momentos lineales y sus correspondientes parámetros estadísticos de las distribuciones de probabilidad para cada una de las series simuladas mediante el método de Monte Carlo.

En el Cuadro 3-2, Cuadro 3-3, Cuadro 3-4 y Cuadro 3-5 se presentan los resultados de los análisis de frecuencias generados mediante el método de Monte Carlo para la estación 98007 de acuerdo al valor central y el límite superior de la distribución GEV, así como al valor central y el límite superior de la distribución GPD, respectivamente.

Cabe destacar que los valores dispuestos en los cuadros son los insumos para estimar los parámetros de las fórmulas de las curvas de intensidad-duración-frecuencia de la estación San Vito de Jaba.

Cuadro 3-2. Análisis de frecuencias de acuerdo al valor central mediante GEV en la estación 98007, intensidades en mm/h.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>5</b>	128,60	98,91	69,73	43,11	31,93	17,09
<b>10</b>	136,70	107,62	75,06	45,97	34,74	18,82
<b>15</b>	140,93	112,38	77,98	47,31	36,14	19,83
<b>20</b>	143,79	115,38	79,69	48,15	37,04	20,53
<b>25</b>	145,60	117,68	80,97	48,74	37,74	21,09
<b>50</b>	150,84	124,37	84,96	50,46	39,68	22,75
<b>75</b>	153,48	128,18	86,97	51,30	40,76	23,66
<b>100</b>	155,06	130,77	88,41	51,82	41,50	24,38

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-3. Análisis de frecuencias de acuerdo al límite superior al 95% mediante GEV en la estación 98007, intensidades en mm/h.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>5</b>	139,11	108,81	75,87	46,52	35,75	19,23
<b>10</b>	148,81	120,44	82,27	49,77	39,06	21,74
<b>15</b>	154,26	127,75	86,32	51,32	41,13	23,45
<b>20</b>	157,81	133,73	89,15	52,51	42,63	24,86
<b>25</b>	161,01	138,54	91,41	53,45	43,74	25,89
<b>50</b>	171,20	153,58	99,23	56,94	47,58	30,16
<b>75</b>	178,35	165,75	103,77	58,83	50,26	33,07
<b>100</b>	183,59	172,93	107,47	60,21	52,53	35,36

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-4. Análisis de frecuencias de acuerdo al valor central mediante GPD en la estación 98007, intensidades en mm/h.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>5</b>	131,51	101,62	71,57	44,24	32,95	17,53
<b>10</b>	138,22	109,88	76,24	46,37	35,45	19,29
<b>15</b>	140,96	113,18	78,20	47,11	36,44	20,12
<b>20</b>	142,12	115,24	79,14	47,51	37,02	20,70
<b>25</b>	142,81	116,71	79,85	47,71	37,45	21,07
<b>50</b>	144,37	119,91	81,16	48,18	38,29	22,18
<b>75</b>	144,91	121,23	81,65	48,33	38,63	22,65
<b>100</b>	145,24	121,97	81,93	48,42	38,84	22,96

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-5. Análisis de frecuencias de acuerdo al límite superior al 95% mediante GPD en la estación 98007, intensidades en mm/h.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>5</b>	140,17	112,15	77,47	46,80	36,05	19,80
<b>10</b>	144,71	119,47	80,98	48,40	38,04	21,73
<b>15</b>	147,24	123,12	82,98	49,33	39,14	22,83
<b>20</b>	149,08	125,41	84,40	50,01	39,99	23,59
<b>25</b>	150,75	127,47	85,48	50,63	40,64	24,29
<b>50</b>	156,87	135,58	89,27	52,41	43,05	26,36
<b>75</b>	160,71	139,82	91,38	53,34	44,44	27,71
<b>100</b>	163,08	143,30	92,93	53,87	45,36	28,73

Fuente: García, E. 2015.

Asimismo se muestran los resultados de los análisis de frecuencias para la estación San Vito de Jaba de la Figura 3-5 a la Figura 3-16, donde las leyendas: *Mediana*, *L. Superior* y *L. Inferior* corresponden a la información generada a partir de las series sintéticas, mientras que *Datos* representa el ajuste efectuado a la muestra.

Además, es imperativo apuntar que en las 20 estaciones, las series de intensidades de precipitación provenientes de las distribuciones GEV y GPD se ajustan de excelente manera a las muestras. A partir de lo anterior, y mediante las figuras de los análisis de frecuencias, se comprueba que los resultados de las series sintéticas también se ajustan de buena forma.

### 3.2.1.1. Análisis de frecuencias con Generalizada de Valor Extremo (GEV)

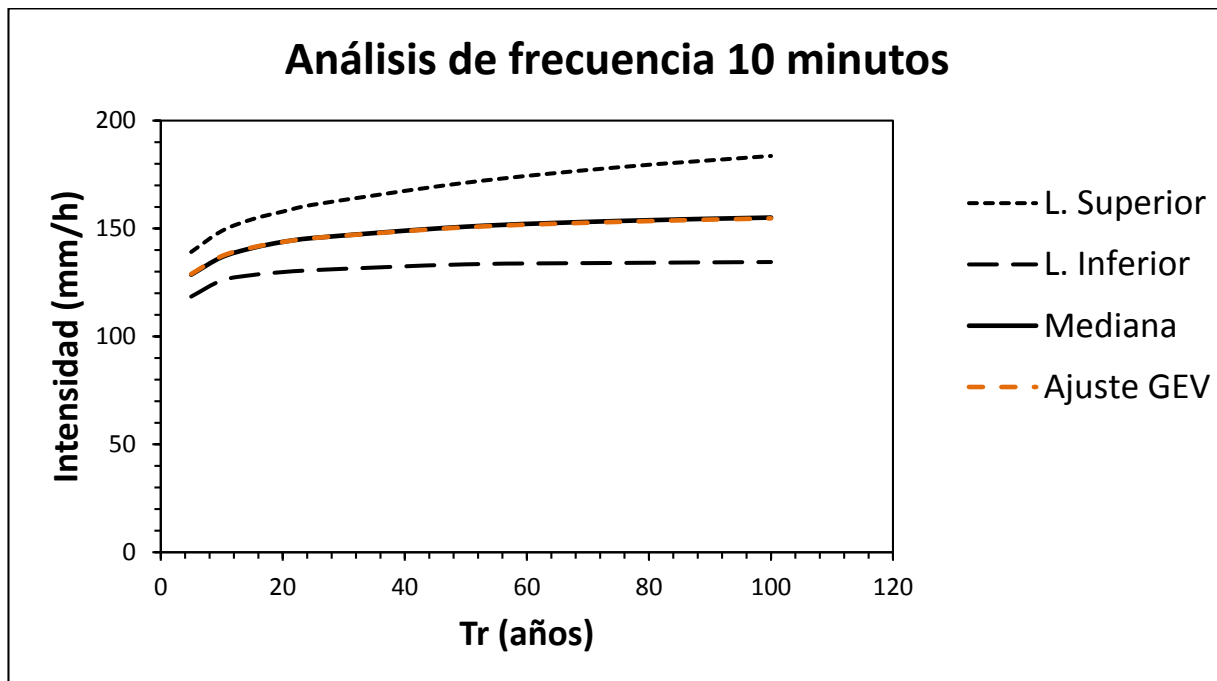


Figura 3-5. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 10 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

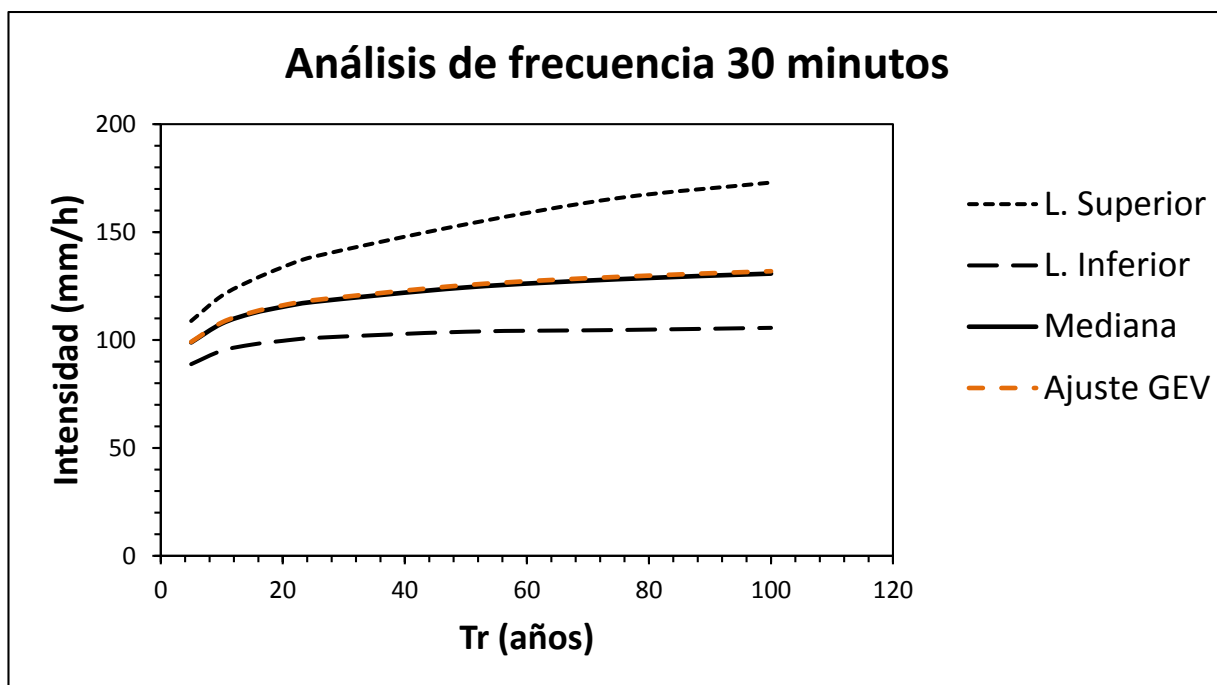


Figura 3-6. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 30 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

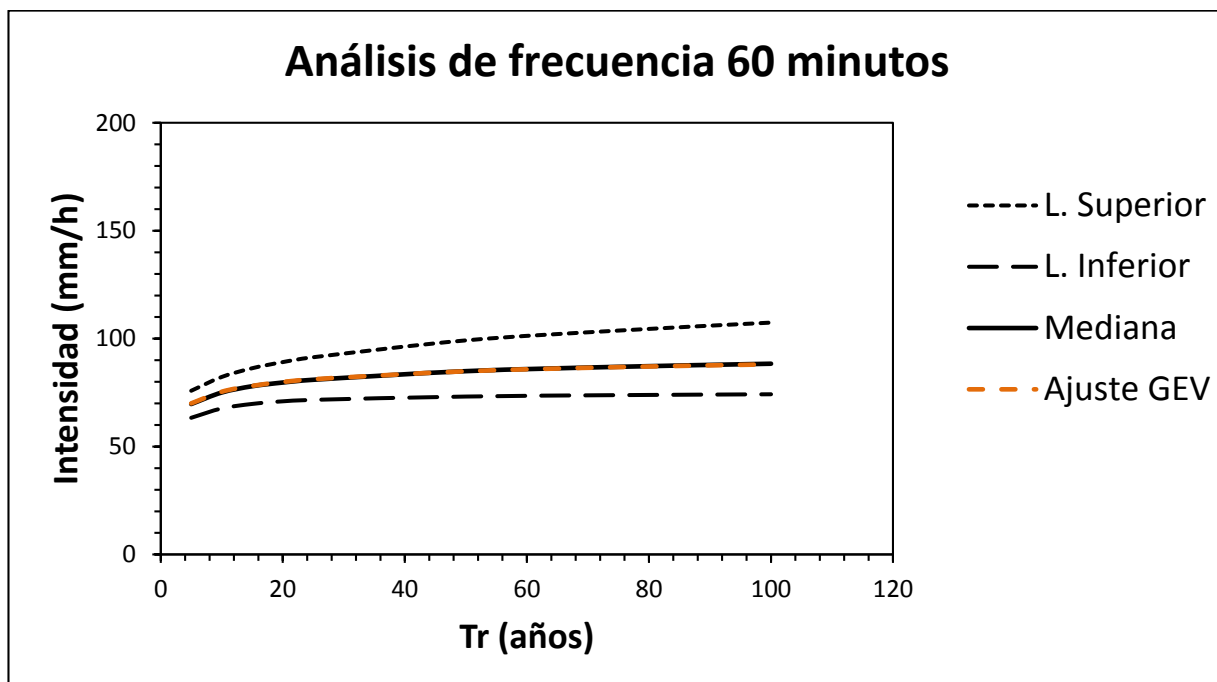


Figura 3-7. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 60 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

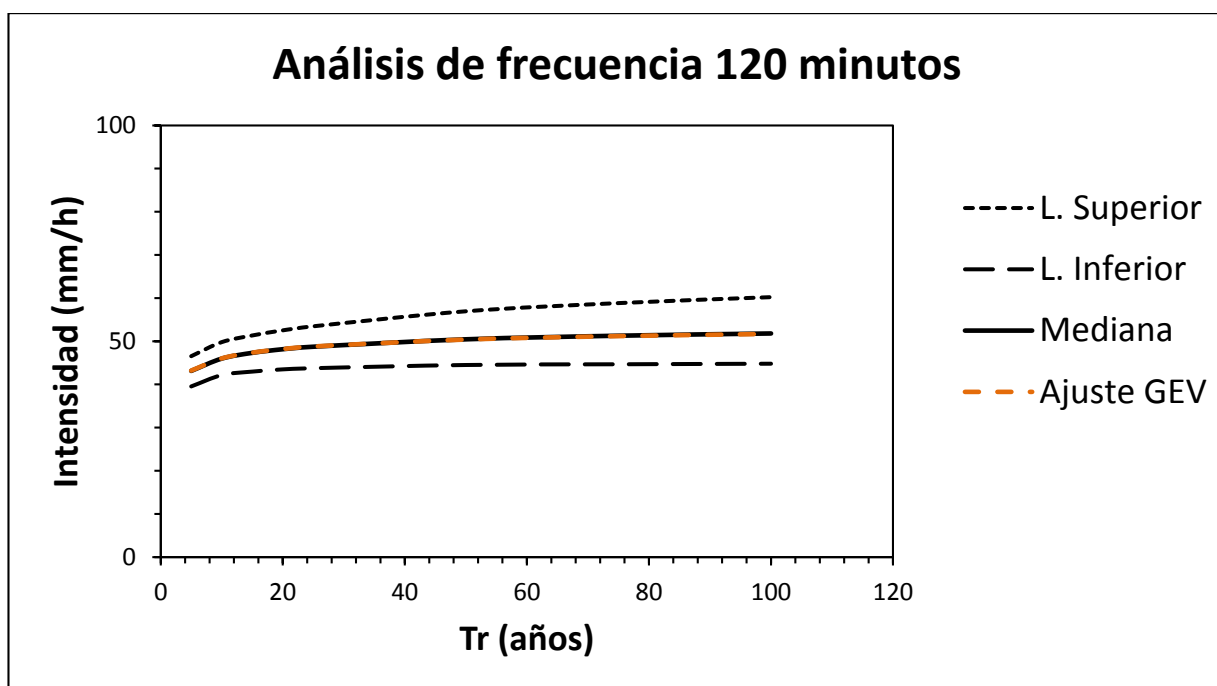


Figura 3-8. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 120 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

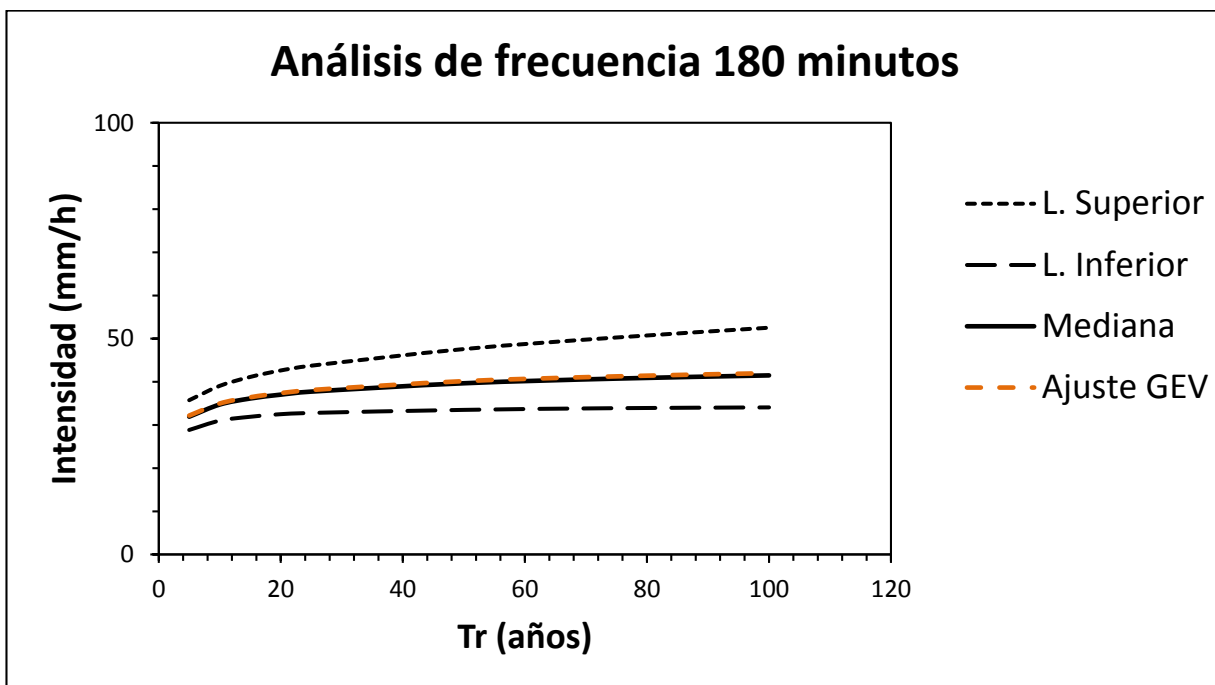


Figura 3-9. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 180 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

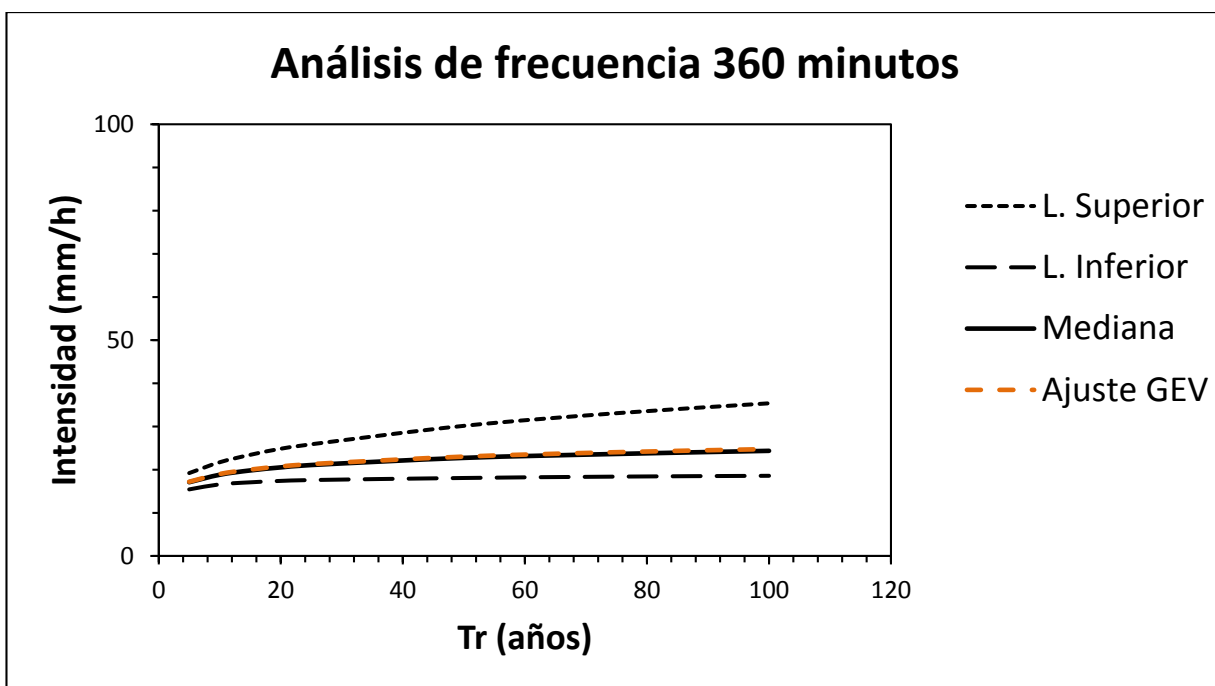


Figura 3-10. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 360 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

### 3.2.1.2. Análisis de frecuencias con Generalizada de Pareto (GPD)

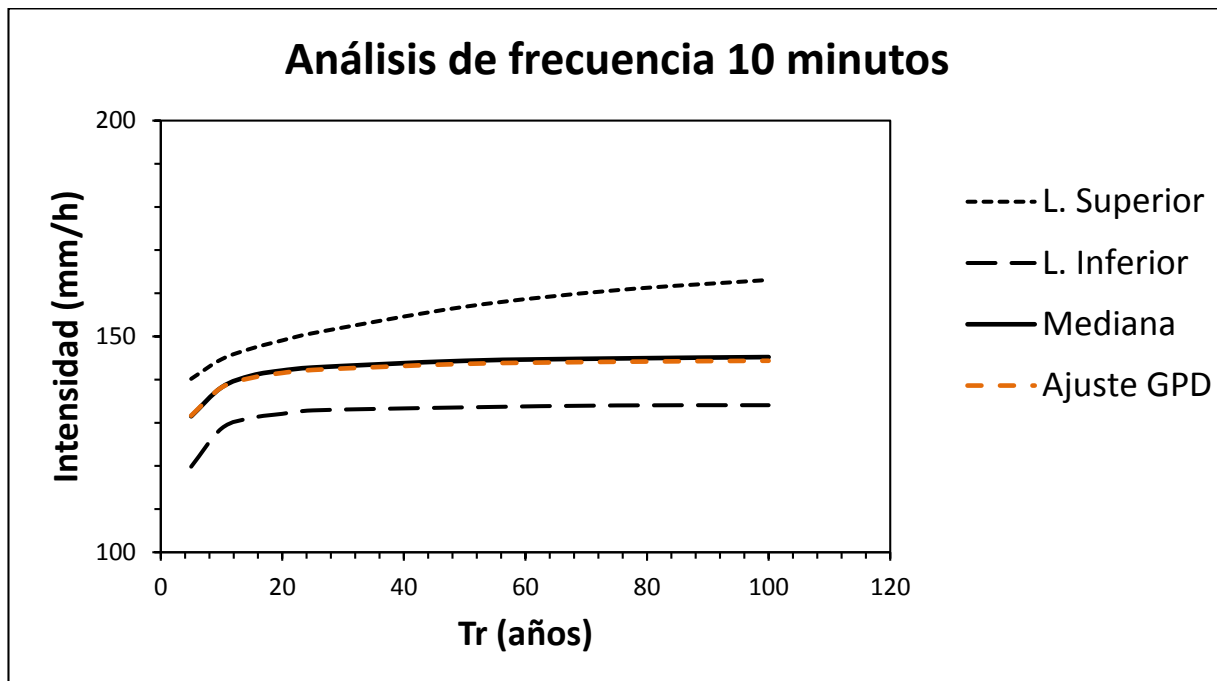


Figura 3-11. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 10 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

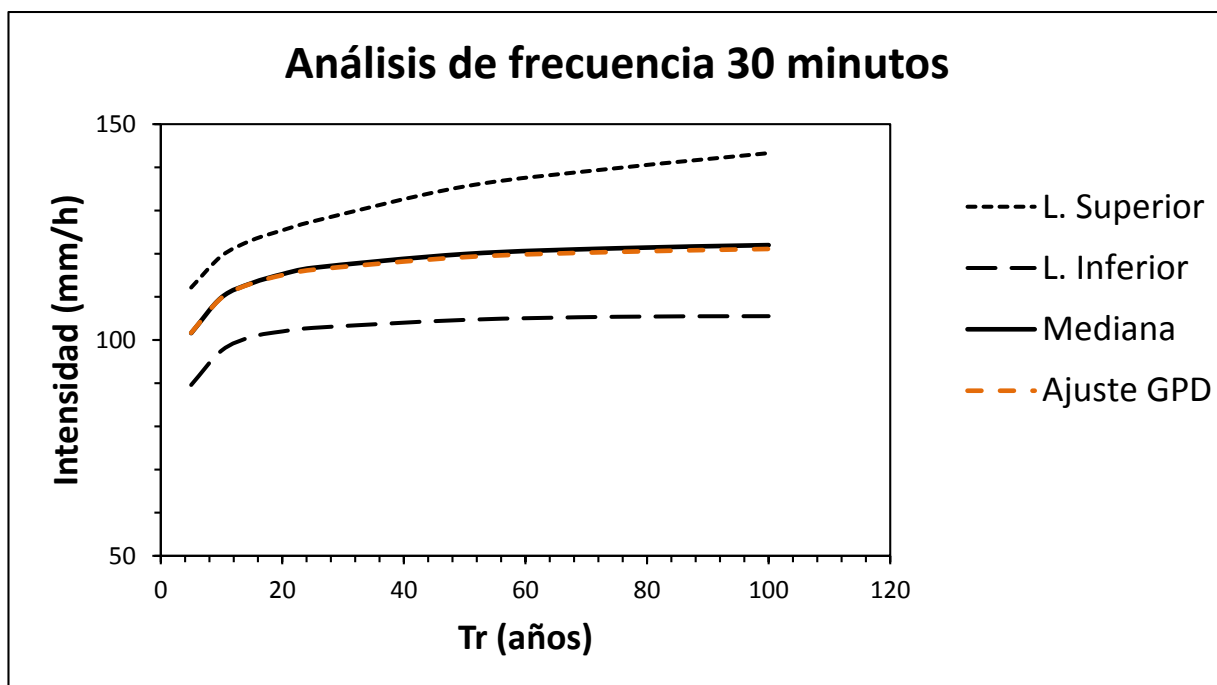


Figura 3-12. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 30 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

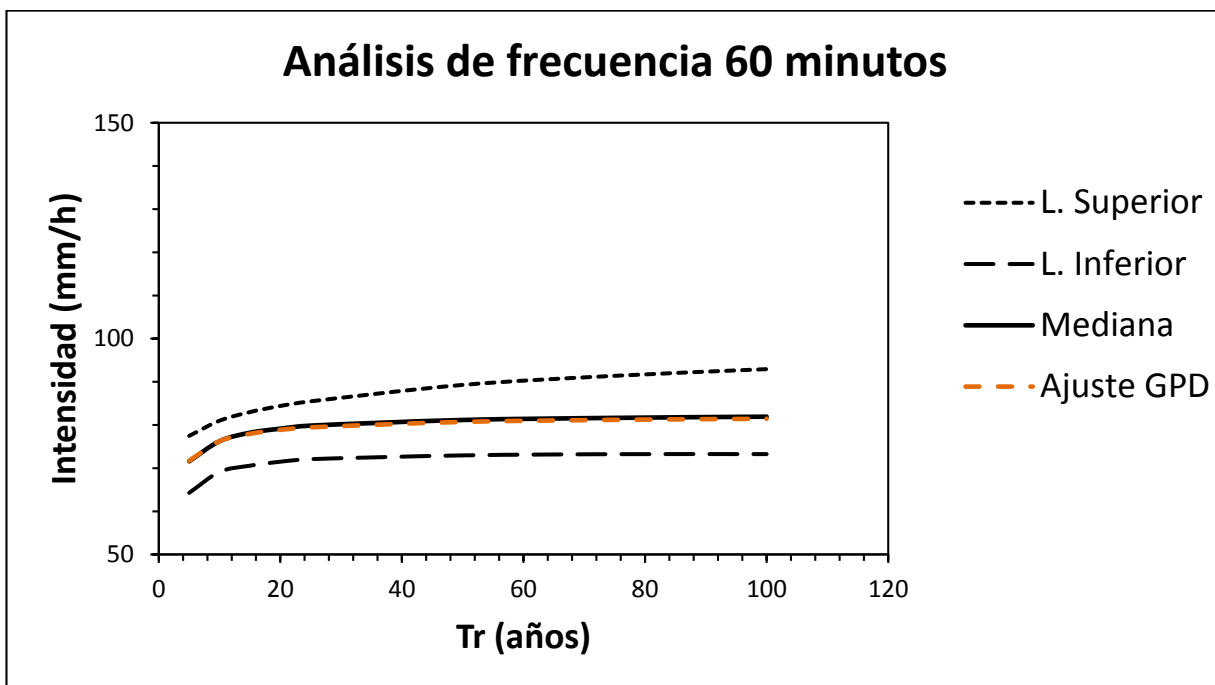


Figura 3-13. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 60 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

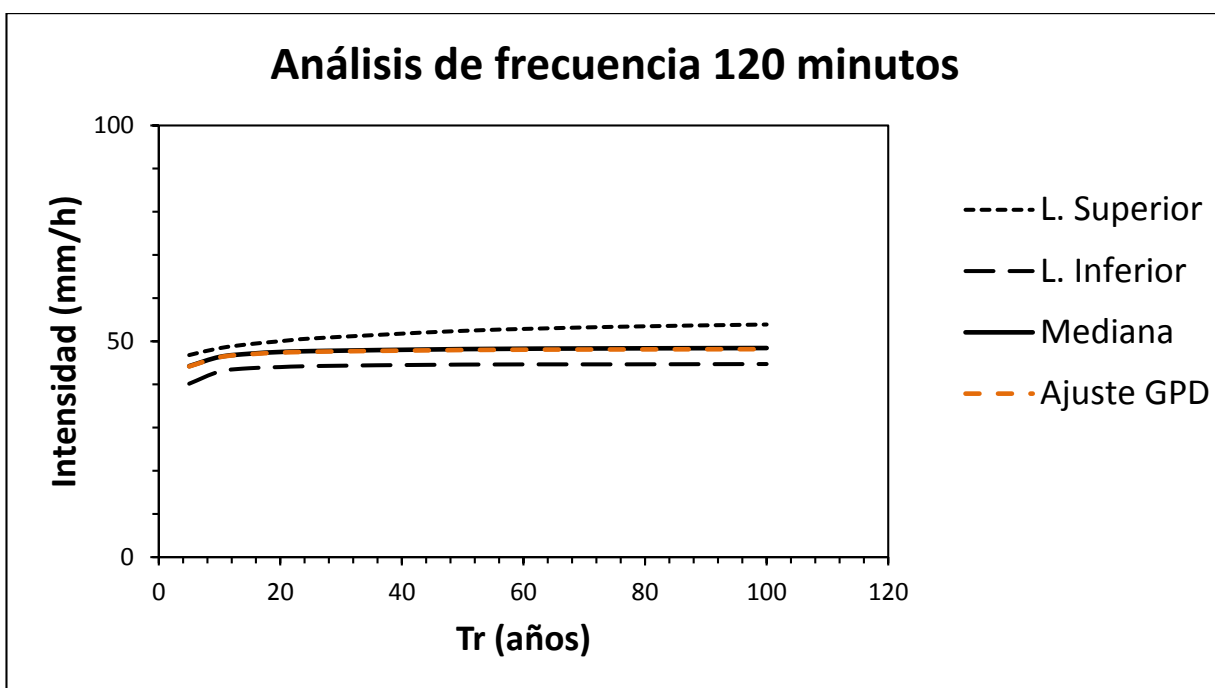


Figura 3-14. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 120 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

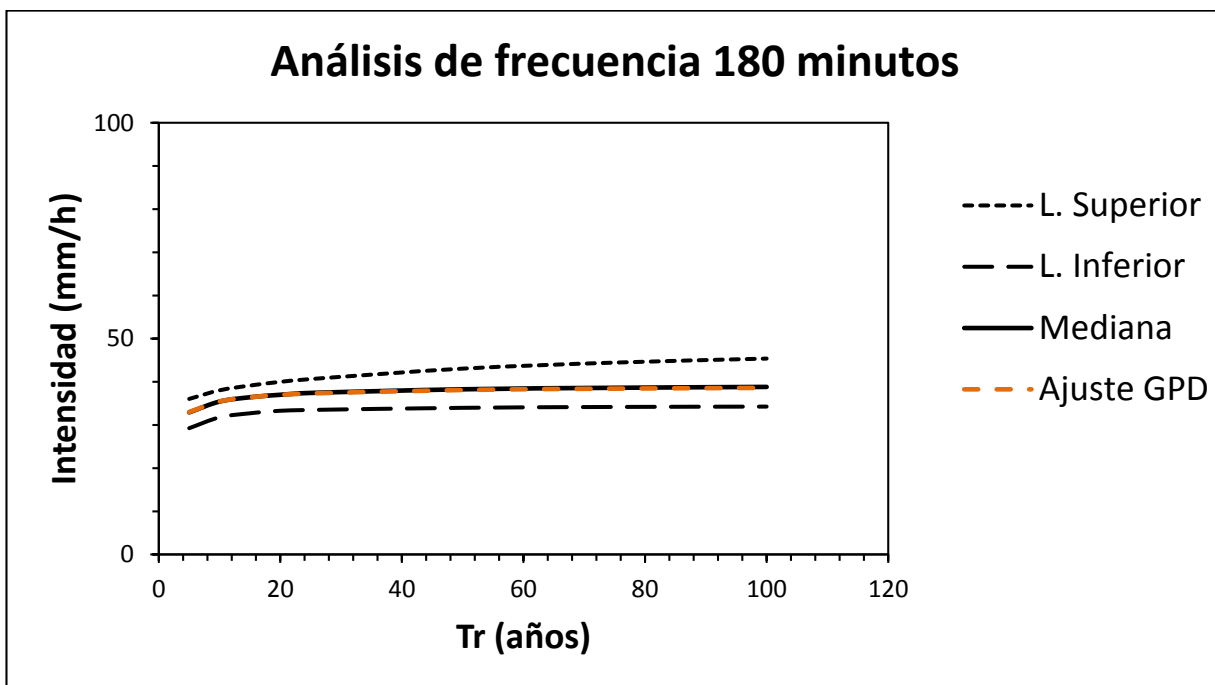


Figura 3-15. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 180 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

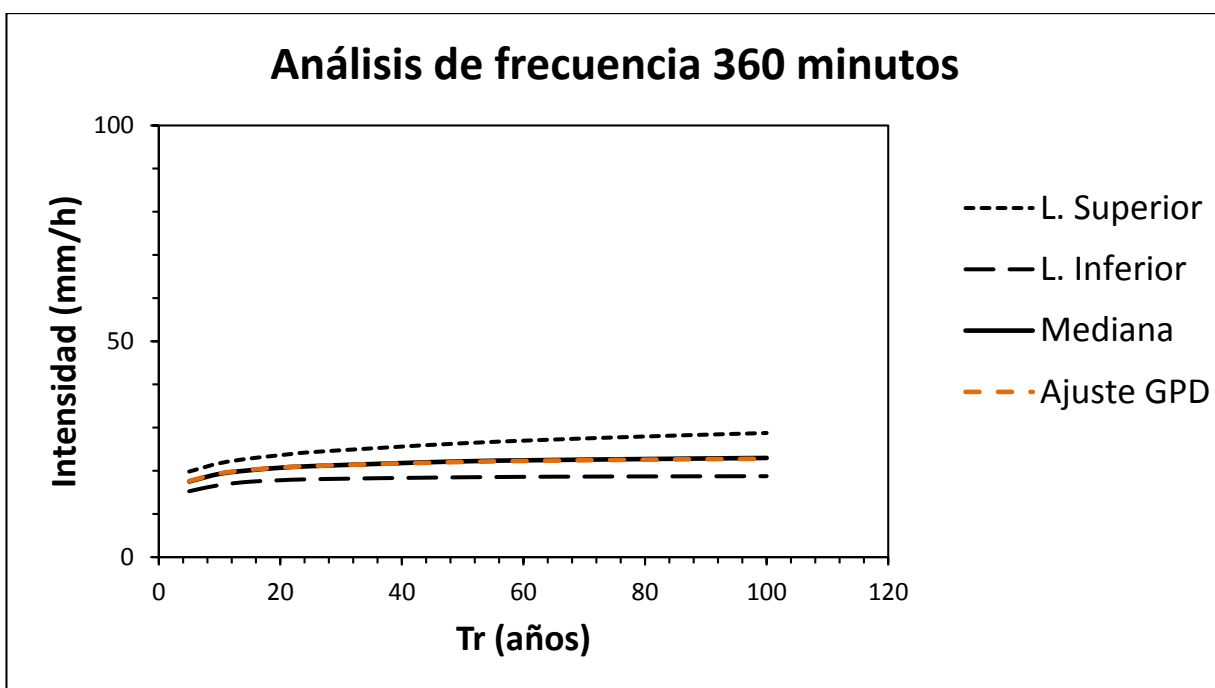


Figura 3-16. Análisis de frecuencia de tormentas con duración de 360 minutos de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

### 3.3. Curvas de intensidad-duración-frecuencia

Las curvas IDF reflejan la relación que existe entre la intensidad de la precipitación de una tormenta con cierta duración y su ocurrencia cada cierto tiempo que generalmente está definido en términos de años.

Los resultados de los análisis de frecuencias para cada duración son el insumo fundamental para la creación de las curvas, además es trascendental establecer la fórmula que define al grupo de curvas con la finalidad de generar una herramienta robusta y a la vez lo suficientemente flexible para poder calcular intensidades de precipitación a partir del ingreso de duraciones de tormenta y periodos de retorno distintos. Como se observa en la Ecuación 3-6, es preciso encontrar los valores de los parámetros  $C, n, d$  y  $m$ .

Ecuación 3-6

$$I = \frac{C T_r^m}{(D - d)^n}$$

donde  $I$  es la intensidad en  $mm/h$ ,  $T_r$  es el periodo de retorno asociado a una tormenta determinada en años,  $C, n, d$  y  $m$  son constantes que se determinan por medio del criterio de mínimos cuadrados y finalmente  $D$  es la duración de la tormenta previamente establecida.

#### 3.3.1. Determinación de parámetros de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia en la estación San Vito de Jaba 98007

La determinación de parámetros se realiza utilizando regresión múltiple y el criterio de los mínimos cuadrados que es una técnica de análisis numérico enmarcada dentro de la optimización matemática. Dados un conjunto de pares ordenados: variable independiente, variable dependiente, y una familia de funciones, se intenta encontrar la función continua que mejor se ajuste a los datos de acuerdo con el criterio de mínimo error cuadrático.

En el Cuadro 3-6 y Cuadro 3-7 se observan los valores de intensidades de precipitación provenientes del análisis de frecuencias y de la regresión múltiple, respectivamente.

Esto quiere decir que los datos del Cuadro 3-7 obedecen a la ecuación:

Ecuación 3-7

$$I = \frac{5000 T_r^{0.074}}{(D - 44,554)^{0.941}}$$

Además se adjunta el Cuadro 3-8 dónde se muestra el porcentaje de error a partir del método de mínimo error cuadrático para cada posición, dónde se determina que para duraciones de 30 minutos se presentan las mayores diferencias de datos. Es importante apuntar que se utiliza la herramienta de cálculo *Solver* para disminuir el error cuadrático y llevarlo al mínimo, e idealmente a cero. Asimismo es indispensable señalar que el método de optimización usado es *Evolutionary*, ya que permite acotar las variables con el objetivo de que la regresión de sus valores tengan sentido de acuerdo a la Ecuación 3-7.

Además, en el Cuadro 3-9, se observan los porcentajes de correlación entre los datos generados con la ecuación y los provenientes del análisis de frecuencias con distribución generalizada de valor extremo.

Finalmente, los parámetros de la Ecuación 3-6 para cada estación de la cuenca del río Grande de Térraba se encuentran dispuestos en cuadros de acuerdo a la siguiente relación:

- Cuadro 3-10 contiene parámetros para el valor central de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo.
- Cuadro 3-11 contiene parámetros para el límite superior al 95% de acuerdo a la distribución Generalizada de Valor Extremo.
- Cuadro 3-12 contiene parámetros para el valor central de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto.
- Cuadro 3-13 contiene parámetros para el límite superior al 95% de acuerdo a la distribución Generalizada de Pareto.

Cuadro 3-6. Datos provenientes de series sintéticas para el valor central de la distribución GEV en la estación 98007, intensidades en mm/h.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
5	128,60	98,91	69,73	43,11	31,93	17,09
10	136,70	107,62	75,06	45,97	34,74	18,82
15	140,93	112,38	77,98	47,31	36,14	19,83
20	143,79	115,38	79,69	48,15	37,04	20,53
25	145,60	117,68	80,97	48,74	37,74	21,09
50	150,84	124,37	84,96	50,46	39,68	22,75
75	153,48	128,18	86,97	51,30	40,76	23,66
100	155,06	130,77	88,41	51,82	41,50	24,38

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-7. Datos generados con fórmula de parámetros optimizados de la distribución GEV en la estación 98007, intensidades en mm/h.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
5	130,88	97,56	70,98	46,33	34,58	19,88
10	137,78	102,70	74,72	48,77	36,40	20,92
15	141,98	105,84	77,00	50,26	37,51	21,56
20	145,04	108,12	78,66	51,34	38,32	22,03
25	147,46	109,92	79,97	52,19	38,96	22,39
50	155,24	115,71	84,18	54,95	41,01	23,57
75	159,97	119,24	86,75	56,62	42,26	24,29
100	163,42	121,81	88,62	57,84	43,17	24,82

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-8. Porcentajes de error

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
5	1,8%	1,4%	1,8%	7,5%	8,3%	16,3%
10	0,8%	4,6%	0,5%	6,1%	4,8%	11,2%
15	0,7%	5,8%	1,3%	6,2%	3,8%	8,7%
20	0,9%	6,3%	1,3%	6,6%	3,5%	7,3%
25	1,3%	6,6%	1,2%	7,1%	3,2%	6,2%
50	2,9%	7,0%	0,9%	8,9%	3,4%	3,6%
75	4,2%	7,0%	0,3%	10,4%	3,7%	2,7%
100	5,4%	6,9%	0,2%	11,6%	4,0%	1,8%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-9. Porcentajes de correlación entre los datos generados con la ecuación y los provenientes del análisis de frecuencias con distribución generalizada de valor extremo.

Estación	Valor central		Límite Superior al 95%	
	R <sup>2</sup> (%)	Nash-Sutcliffe (%)	R <sup>2</sup>	Nash-Sutcliffe (%)
98007	99,17	99,12	97,75	97,70

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-10. Parámetros de curvas de intensidad-duración-frecuencia para valor central de acuerdo a GEV.

<b>Estación</b>	<b>C</b>	<b>M</b>	<b>d</b>	<b>N</b>
<b>98006</b>	1529,044	0,113	13,739	0,743
<b>98007</b>	5000,000	0,074	44,554	0,941
<b>98010</b>	1119,931	0,055	14,565	0,638
<b>98011</b>	1193,812	0,157	56,982	0,659
<b>98012</b>	9112,693	0,062	69,428	1,010
<b>98013</b>	9180,556	0,041	46,971	1,073
<b>98018</b>	8746,890	0,121	51,745	1,037
<b>98031</b>	477,527	0,145	8,658	0,557
<b>98032</b>	437,251	0,284	0,001	0,632
<b>98033</b>	15628,064	0,057	75,185	1,096
<b>98034</b>	10452,177	0,053	59,718	1,090
<b>98035</b>	10000,520	0,053	35,000	1,090
<b>98036</b>	855,052	0,130	10,428	0,663
<b>98037</b>	1664,378	0,116	25,574	0,735
<b>98043</b>	5747,275	0,054	56,634	0,952
<b>98044</b>	12992,369	0,095	40,729	1,191
<b>98051</b>	1295,617	0,106	14,242	0,730
<b>98057</b>	2233,759	0,055	25,739	0,801
<b>98066</b>	3611,639	0,094	36,612	0,900
<b>98068</b>	3024,531	0,096	28,672	0,866

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-11. Parámetros de curvas de intensidad-duración-frecuencia para límite superior al 95% de acuerdo a GEV.

<b>Estación</b>	<b>C</b>	<b>M</b>	<b>d</b>	<b>N</b>
<b>98006</b>	395,997	0,192	-1,965	0,476
<b>98007</b>	5427,278	0,115	48,747	0,947
<b>98010</b>	521,276	0,084	2,722	0,489
<b>98011</b>	115,811	0,377	100,000	0,230
<b>98012</b>	5255,418	0,103	77,997	0,881
<b>98013</b>	9122,214	0,064	46,443	1,071
<b>98018</b>	609,359	0,278	6,165	0,627
<b>98031</b>	90,731	0,294	-7,456	0,215
<b>98032</b>	40,086	0,578	-9,924	0,260
<b>98033</b>	9999,950	0,087	74,595	1,002
<b>98034</b>	7380,611	0,154	108,785	0,961
<b>98035</b>	8983,599	0,128	38,317	1,088
<b>98036</b>	532,671	0,194	3,752	0,568
<b>98037</b>	376,371	0,226	1,324	0,484
<b>98043</b>	21588,200	0,095	105,589	1,137
<b>98044</b>	1770,601	0,163	13,204	0,844
<b>98051</b>	836,915	0,186	7,421	0,667
<b>98057</b>	973,516	0,090	15,387	0,633
<b>98066</b>	4681,953	0,197	41,262	0,968
<b>98068</b>	2707,167	0,204	25,095	0,882

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-12. Parámetros de curvas de intensidad-duración-frecuencia para valor central de acuerdo a GPD.

<b>Estación</b>	<b>C</b>	<b>M</b>	<b>d</b>	<b>N</b>
<b>98006</b>	1548,806	0,069	12,729	0,719
<b>98007</b>	4999,992	0,041	42,970	0,925
<b>98010</b>	1073,011	0,023	12,628	0,616
<b>98011</b>	1611,510	0,134	71,087	0,686
<b>98012</b>	10000,000	0,031	70,046	1,012
<b>98013</b>	8558,370	0,012	45,238	1,048
<b>98018</b>	8352,250	0,103	47,730	1,023
<b>98031</b>	389,886	0,109	4,695	0,492
<b>98032</b>	519,084	0,269	0,001	0,665
<b>98033</b>	11043,166	0,023	66,229	1,025
<b>98034</b>	12808,067	0,040	65,215	1,111
<b>98035</b>	12449,714	0,024	68,582	1,045
<b>98036</b>	938,840	0,076	9,628	0,653
<b>98037</b>	1581,545	0,082	21,741	0,711
<b>98043</b>	18934,235	0,028	80,199	1,140
<b>98044</b>	4750,339	0,060	26,985	0,987
<b>98051</b>	1482,108	0,072	14,607	0,737
<b>98057</b>	2506,441	0,025	26,725	0,807
<b>98066</b>	5627,556	0,069	42,067	0,968
<b>98068</b>	4871,760	0,074	34,387	0,942

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 3-13. Parámetros de curvas de intensidad-duración-frecuencia para límite superior al 95% de acuerdo a GPD.

<b>Estación</b>	<b>C</b>	<b>M</b>	<b>d</b>	<b>N</b>
<b>98006</b>	674,655	0,114	2,761	0,400
<b>98007</b>	7575,806	0,061	52,032	0,989
<b>98010</b>	710,311	0,046	6,065	0,539
<b>98011</b>	67,319	0,347	100,000	0,111
<b>98012</b>	8035,130	0,058	77,935	0,952
<b>98013</b>	9239,458	0,033	46,842	1,062
<b>98018</b>	682,267	0,212	4,788	0,623
<b>98031</b>	92,352	0,210	-8,577	0,175
<b>98032</b>	43,243	0,537	-9,937	0,270
<b>98033</b>	15979,986	0,047	79,124	1,077
<b>98034</b>	18782,396	0,101	119,125	1,107
<b>98035</b>	12456,959	0,047	74,014	1,035
<b>98036</b>	688,854	0,109	4,976	0,586
<b>98037</b>	696,187	0,133	6,760	0,566
<b>98043</b>	23907,421	0,050	96,963	1,156
<b>98044</b>	2583,366	0,097	17,221	0,884
<b>98051</b>	1457,868	0,109	12,548	0,741
<b>98057</b>	1615,144	0,047	21,521	0,719
<b>98066</b>	8965,790	0,121	49,361	1,054
<b>98068</b>	5841,232	0,127	34,682	0,988

Fuente: García, E. 2015.

### 3.3.2. Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia para la estación San Vito de Jaba 98007.

A continuación se presentan las curvas IDF de la estación 98007 San Vito de Jaba. Estas curvas obedecen tanto a la distribución generalizada de valor extremo como a la generalizada de Pareto.

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia mediante distribución GEV para el valor central.

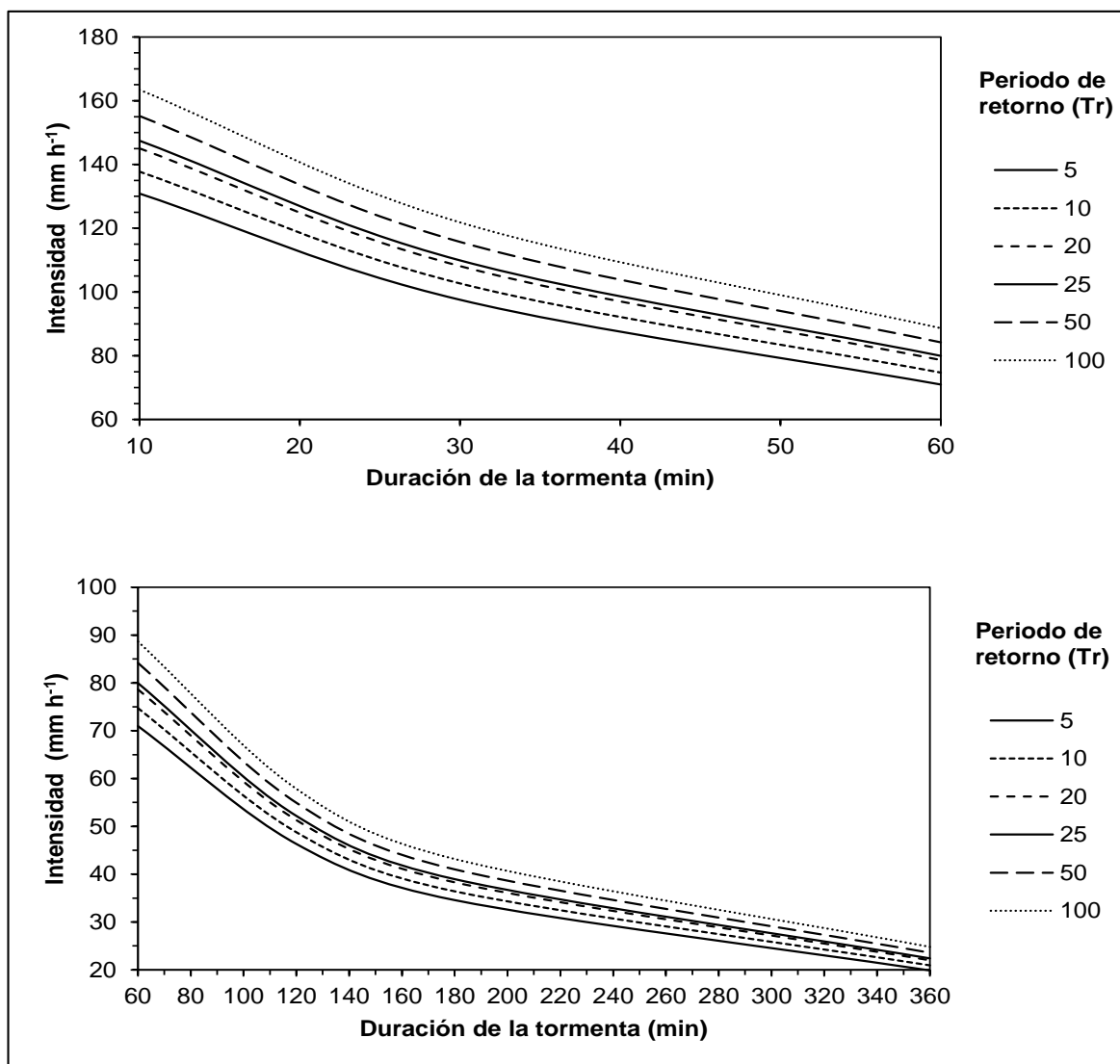


Figura 3-17. Curvas de intensidad-duración-frecuencia (valor central) generadas con parámetros de acuerdo a distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia mediante distribución GEV para el límite superior.

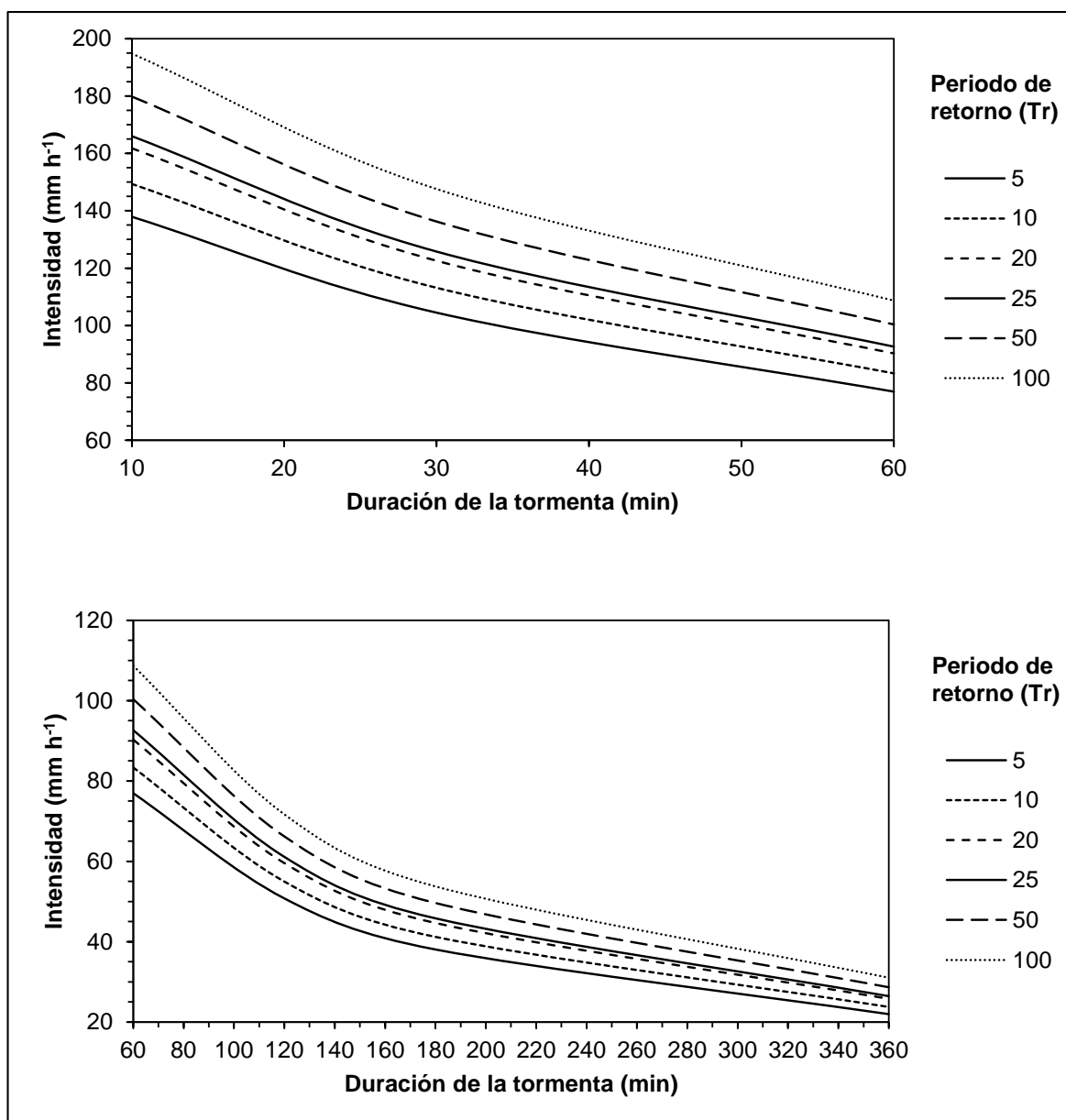


Figura 3-18. Curvas de intensidad-duración-frecuencia (límite de confianza superior al 95%) generadas con parámetros de acuerdo a distribución Generalizada de Valor Extremo de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia mediante distribución GPD para el valor central.

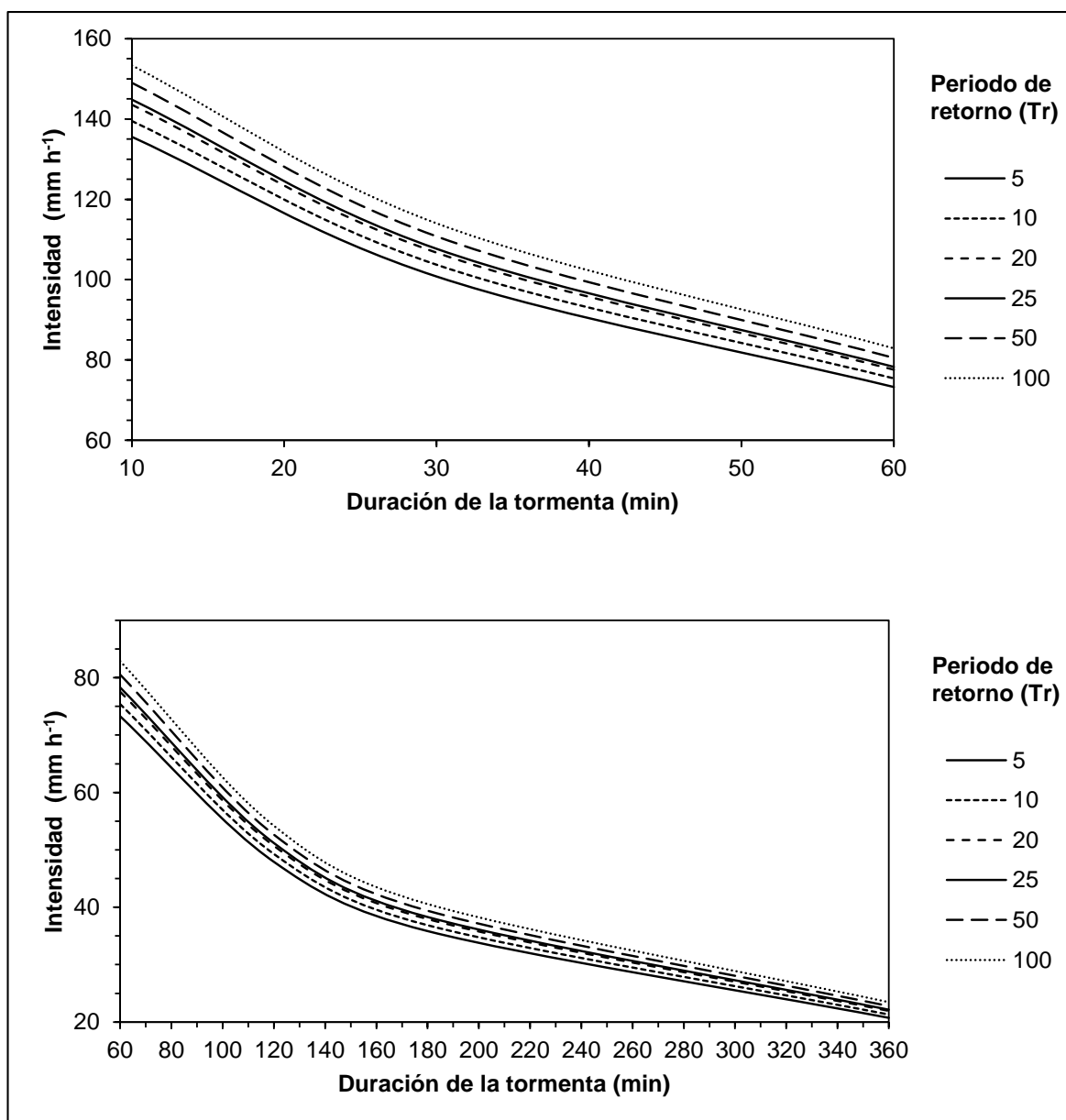


Figura 3-19. Curvas de intensidad-duración-frecuencia (valor central) generadas con parámetros de acuerdo a distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia mediante distribución GPD para el límite superior.

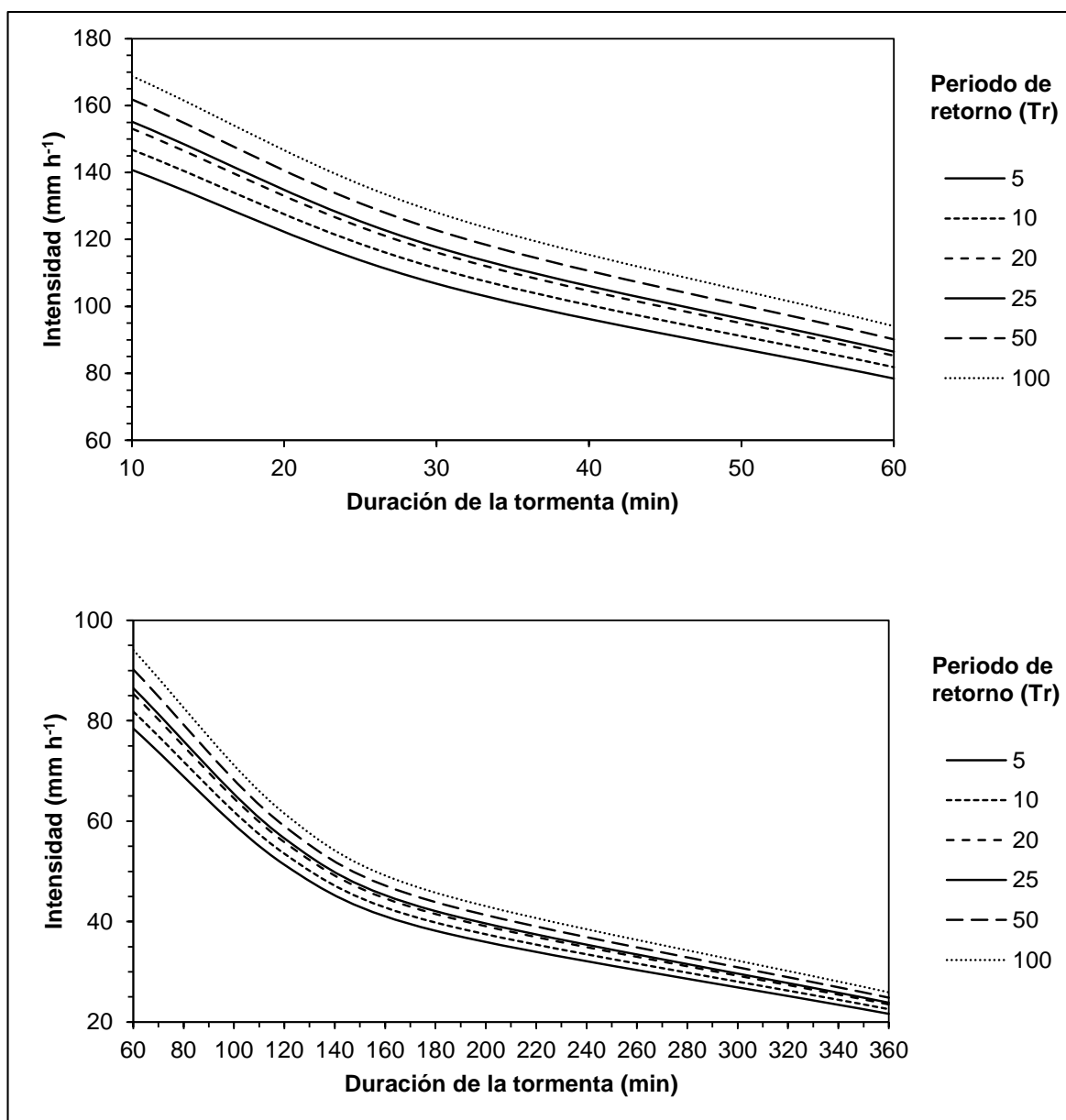


Figura 3-20. Curvas de intensidad-duración-frecuencia (límite de confianza superior al 95%) generadas con parámetros de acuerdo a distribución Generalizada de Pareto de la estación pluviográfica 98007 para distintos periodos de retorno.

3.4. Variación de la intensidad máxima de precipitación entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo.

Una vez realizados los análisis de frecuencias es relevante interpretar los resultados espacialmente, es decir sobre la cuenca del río Grande de Térraba, y de esta manera relacionarlos con otras variables que dictan las condiciones específicas de la zona, por ejemplo: altitud sobre el nivel del mar, vientos, zonas de vida, geografía, entre otras. En el caso específico de esta investigación se utiliza un modelo de elevación digital para observar el efecto de la altura sobre la intensidad máxima de precipitación. Asimismo se establece una comparación visual entre las intensidades máximas de las estaciones, donde los círculos de mayor dimensión simbolizan intensidades mayores.

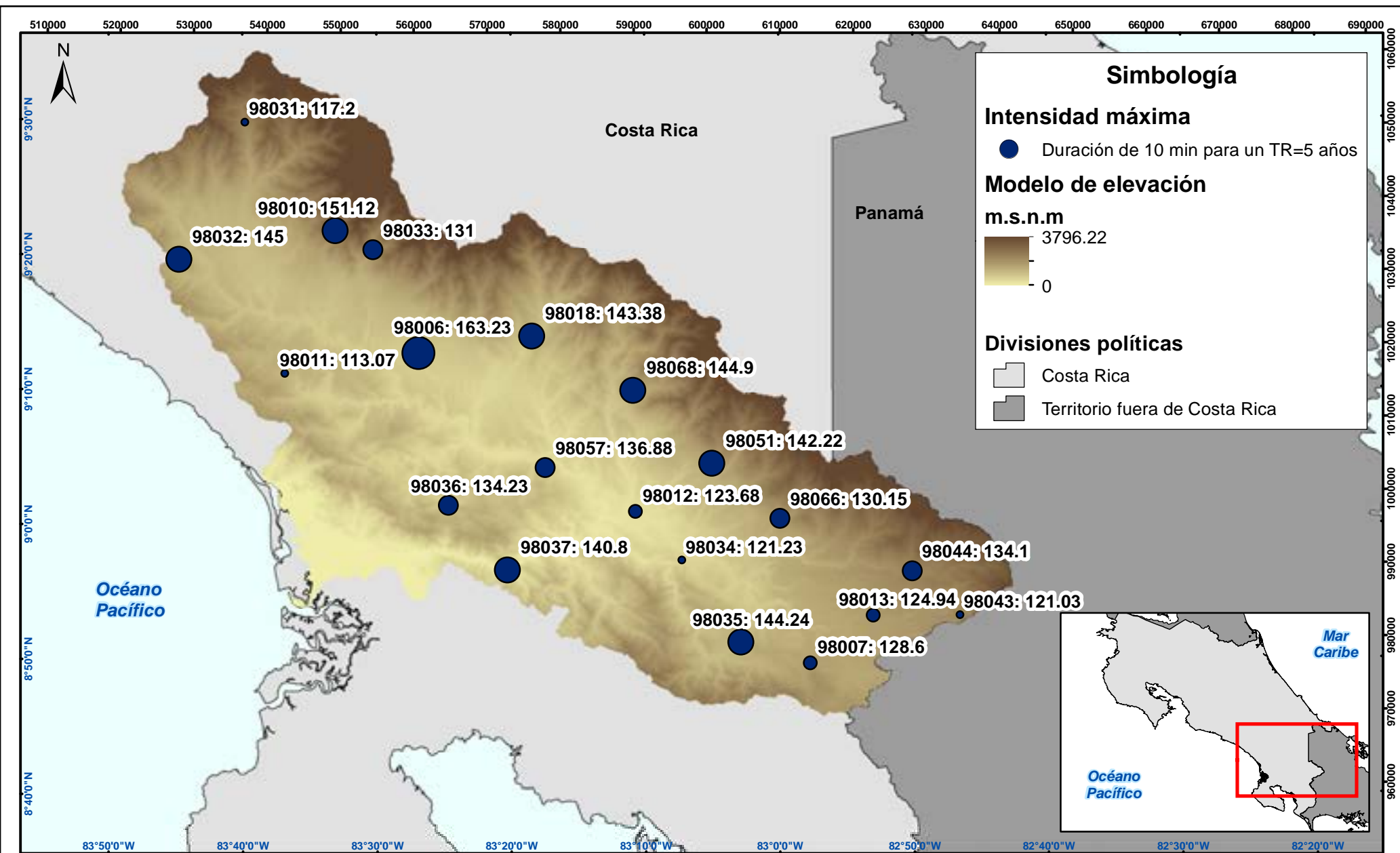
Por otro lado es imperativo apuntar que no es recomendable realizar interpolación entre las intensidades máximas de precipitación de las estaciones pluviográficas, debido a que estos valores pueden obedecer a diferentes eventos que suceden incluso en años distintos. Además, es indispensable analizar el tipo de fenómeno que los genera y de cuál vertiente proviene.

En el Cuadro 3-14 se observa la selección de acuerdo a duración y periodo de retorno que se efectúa para la creación de los mapas acerca de la variación de la intensidad máxima de precipitación entre las estaciones a partir de los análisis de frecuencia. Cabe destacar que los resultados provienen de la distribución generalizada de valor extremo.

**Cuadro 3-14. Selección de duraciones y periodos de retorno para creación de mapas de variación de intensidad máxima de precipitación entre estaciones.**

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>5</b>	X		X		X	
<b>10</b>						
<b>20</b>	X		X		X	
<b>25</b>						
<b>50</b>	X		X		X	
<b>75</b>						
<b>100</b>						

Fuente: García, E. 2015.



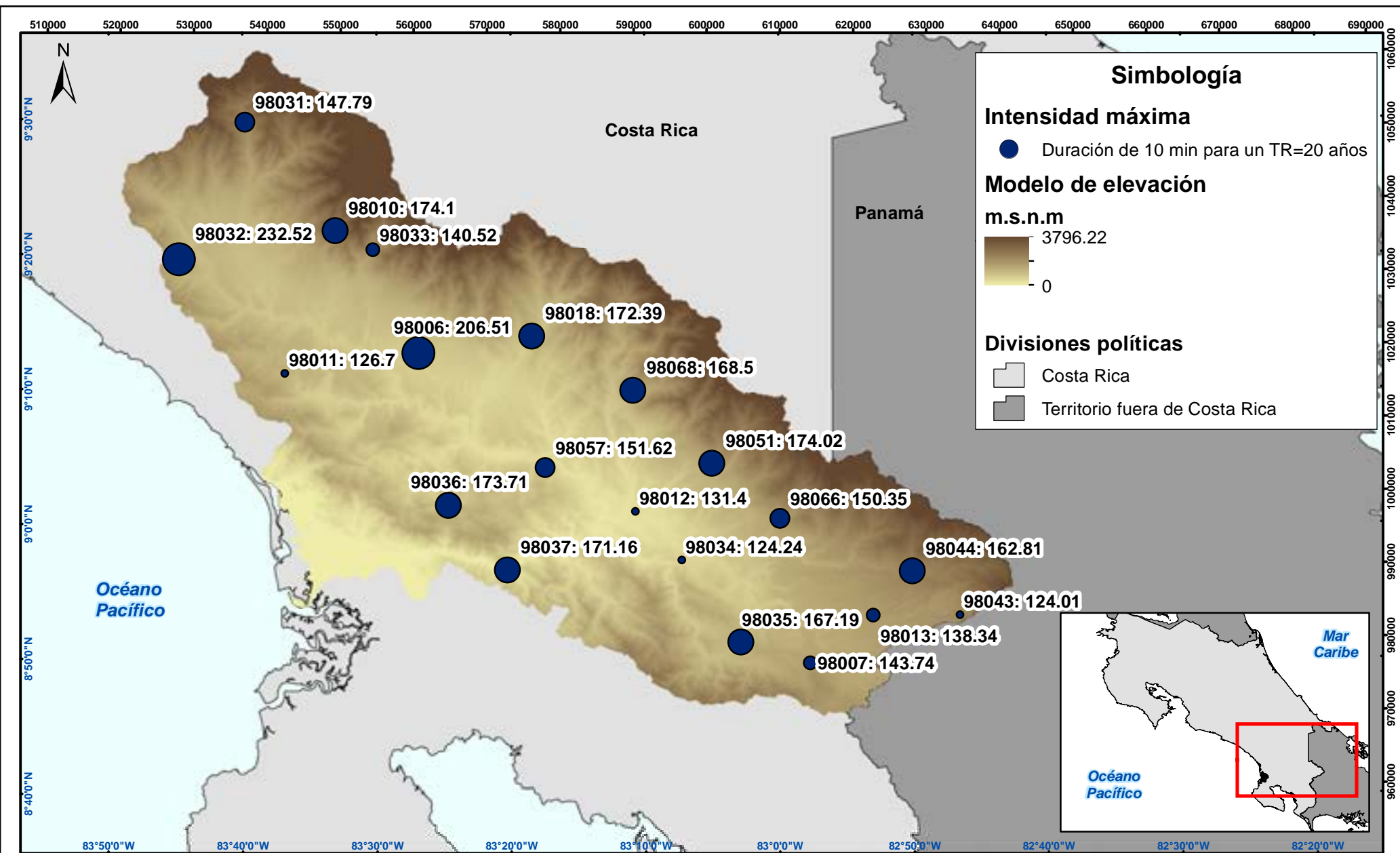
Mapa 3-1. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 10 min y un TR = 5 años.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas





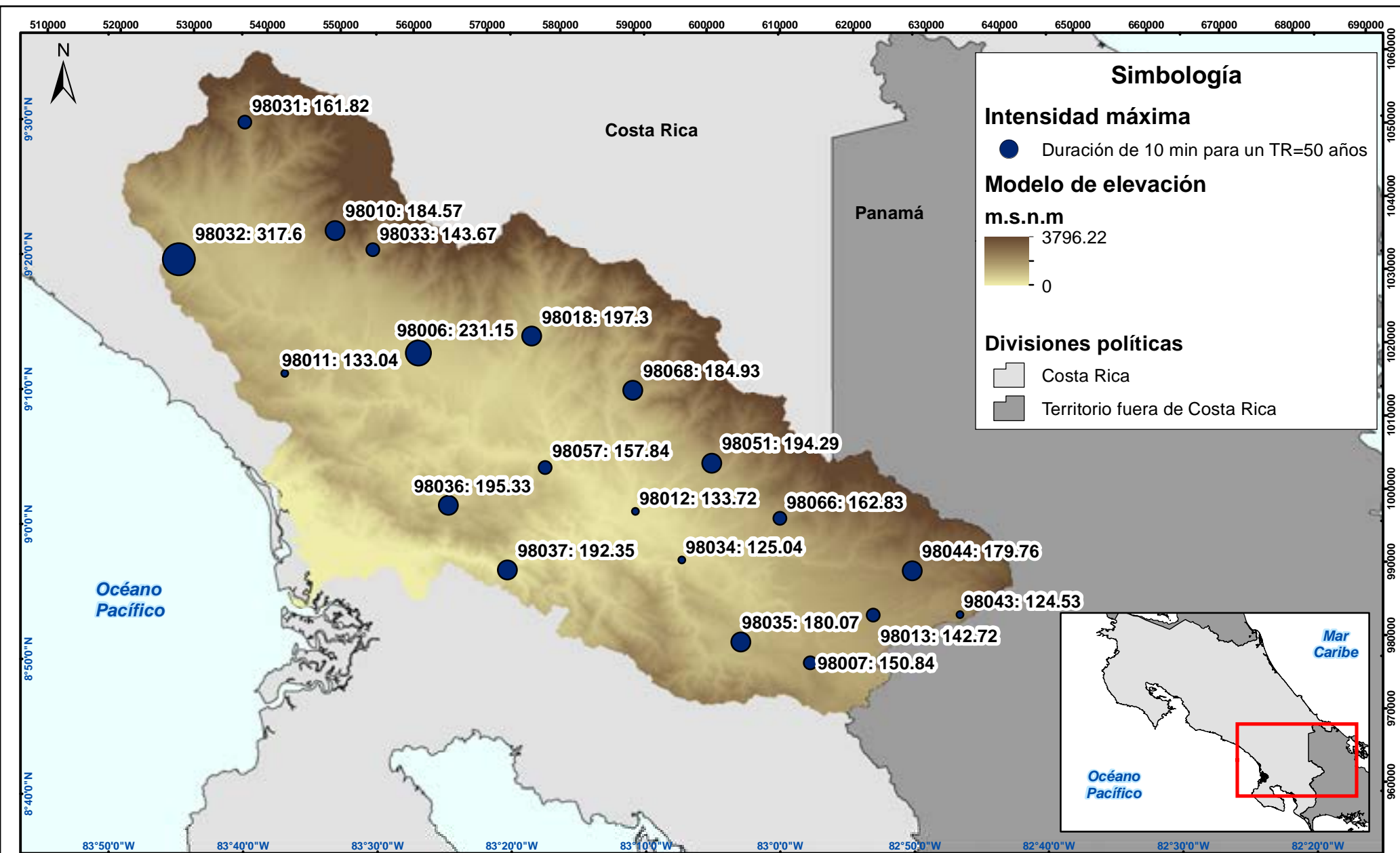
Mapa 3-2. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 10 min y un TR = 20 años.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas





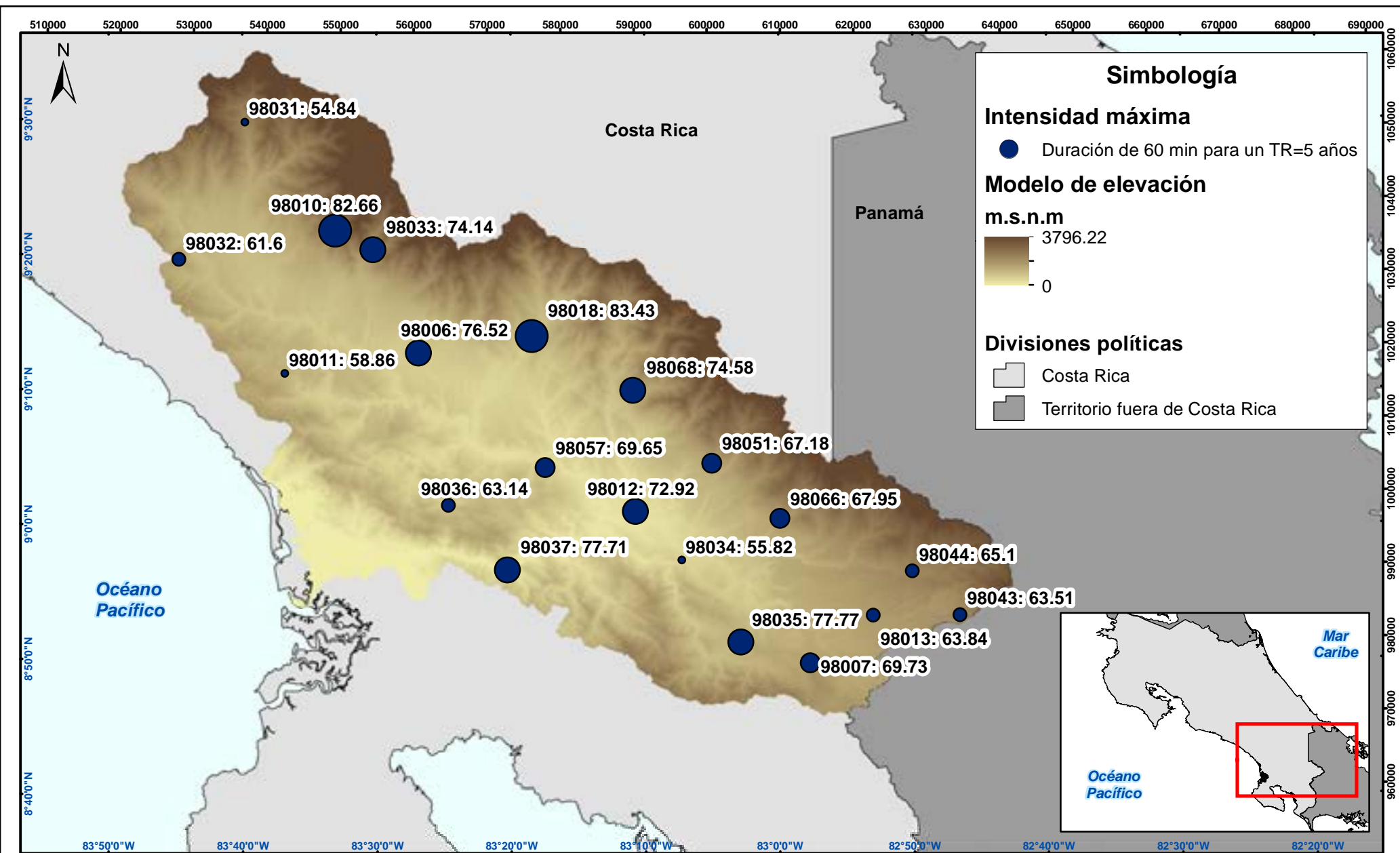
Mapa 3-3. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 10 min y un TR = 50 años.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas



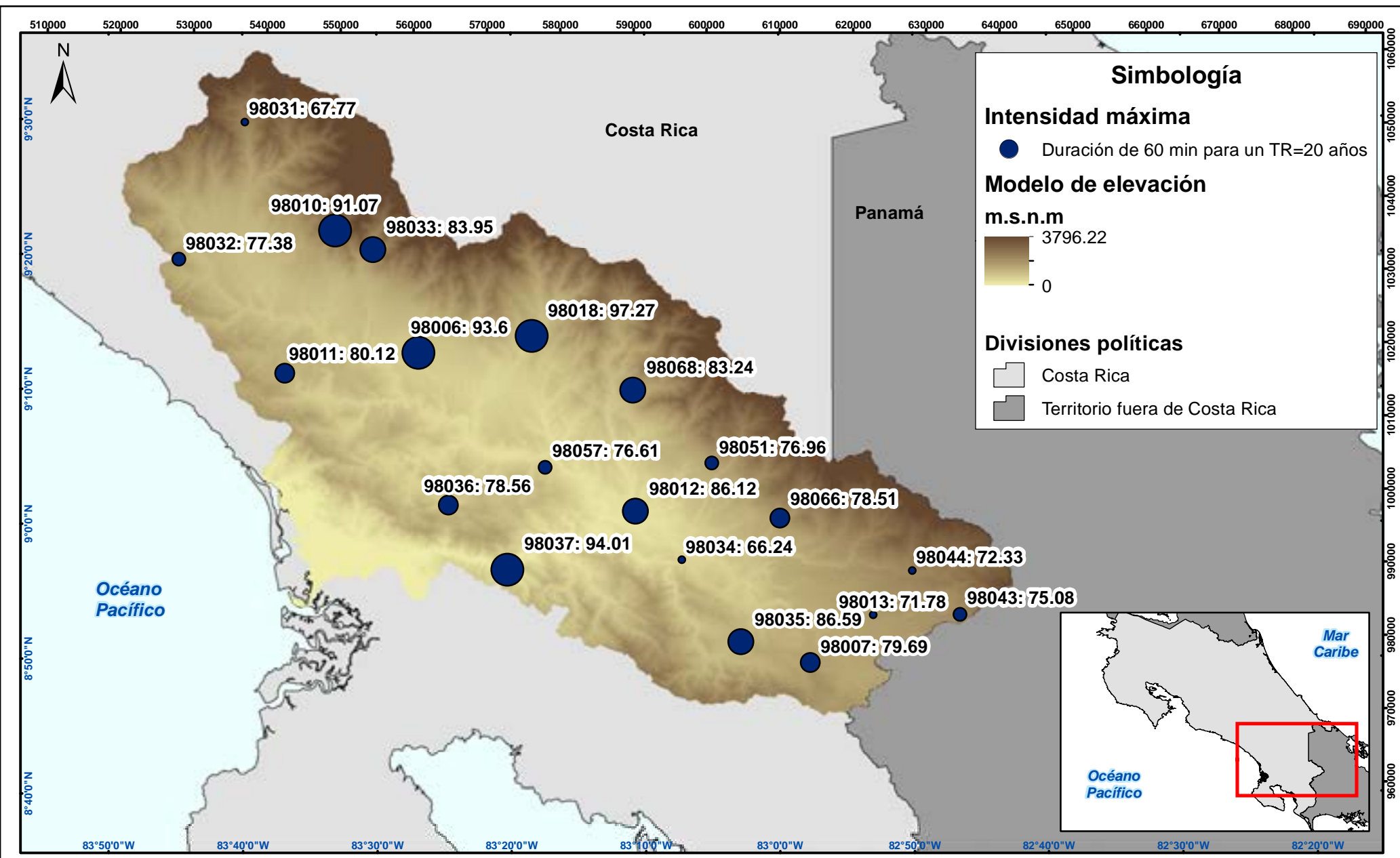


Mapa 3-4. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 60 min y un TR = 5 años.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas



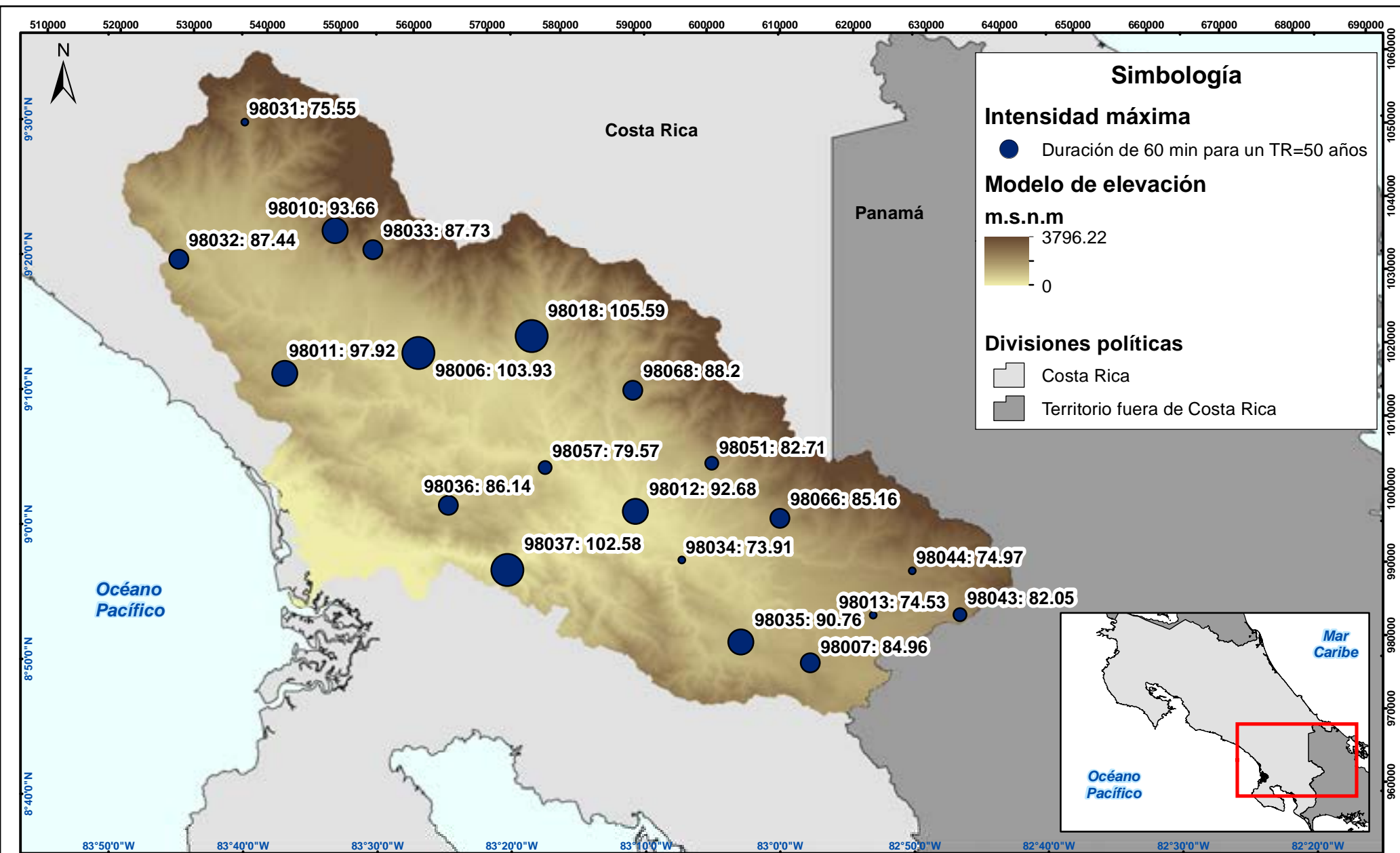
Mapa 3-5. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 60 min y un TR = 20 años.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas





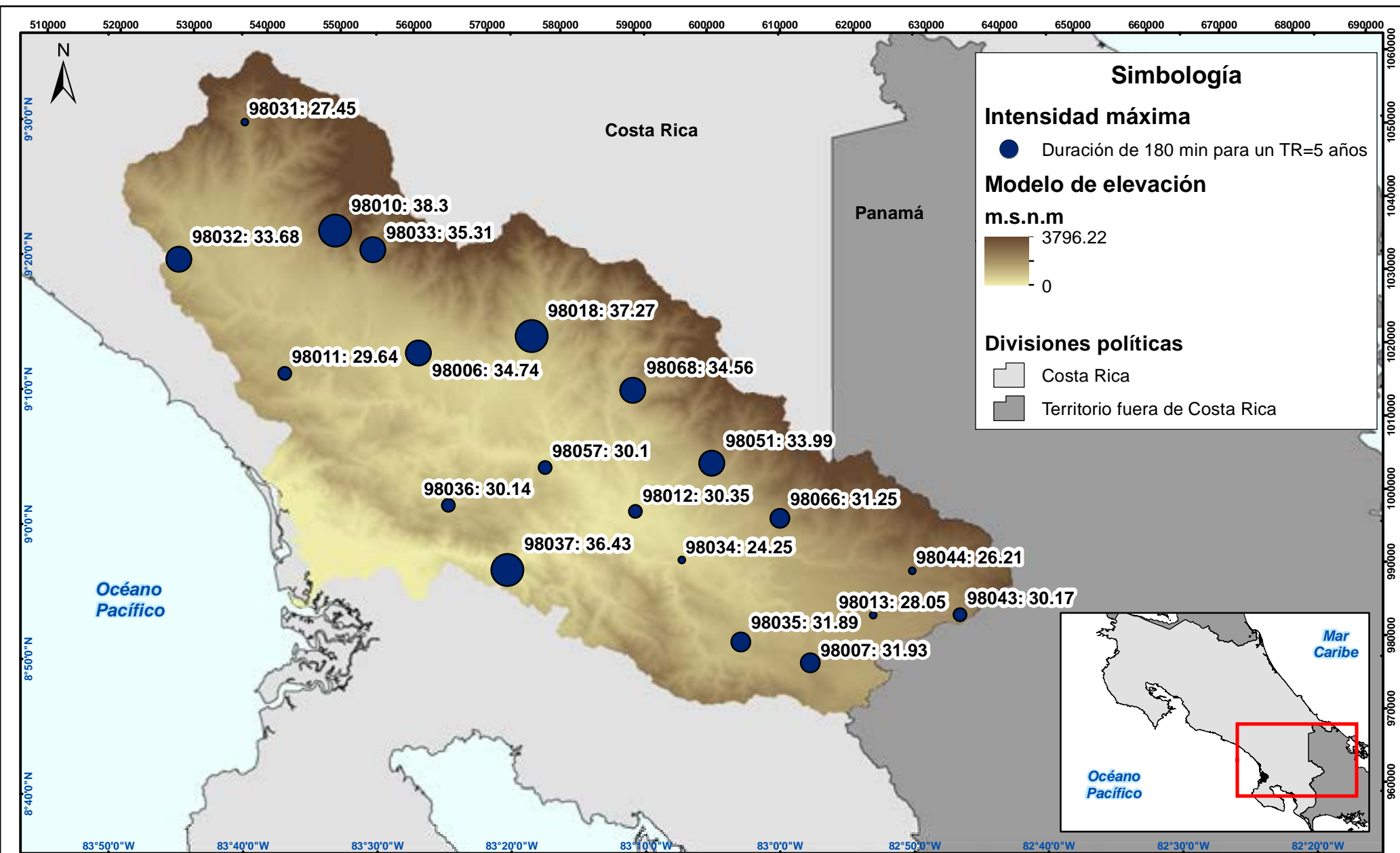
Mapa 3-6. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 60 min y un TR = 50 años.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas



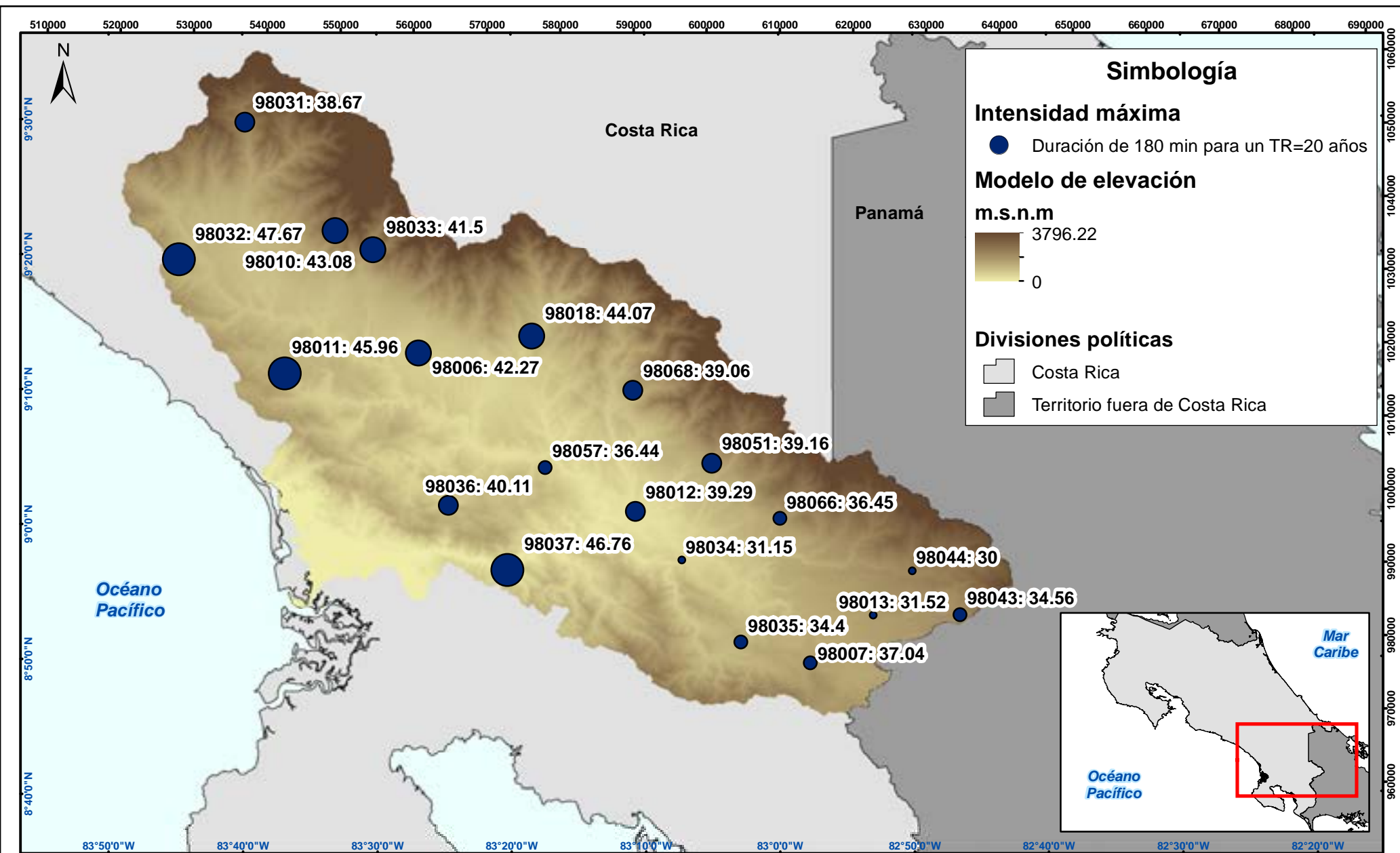


Mapa 3-7. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 180 min y un TR = 5 años.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas



Mapa 3-8. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 180 min y un TR = 20 años.

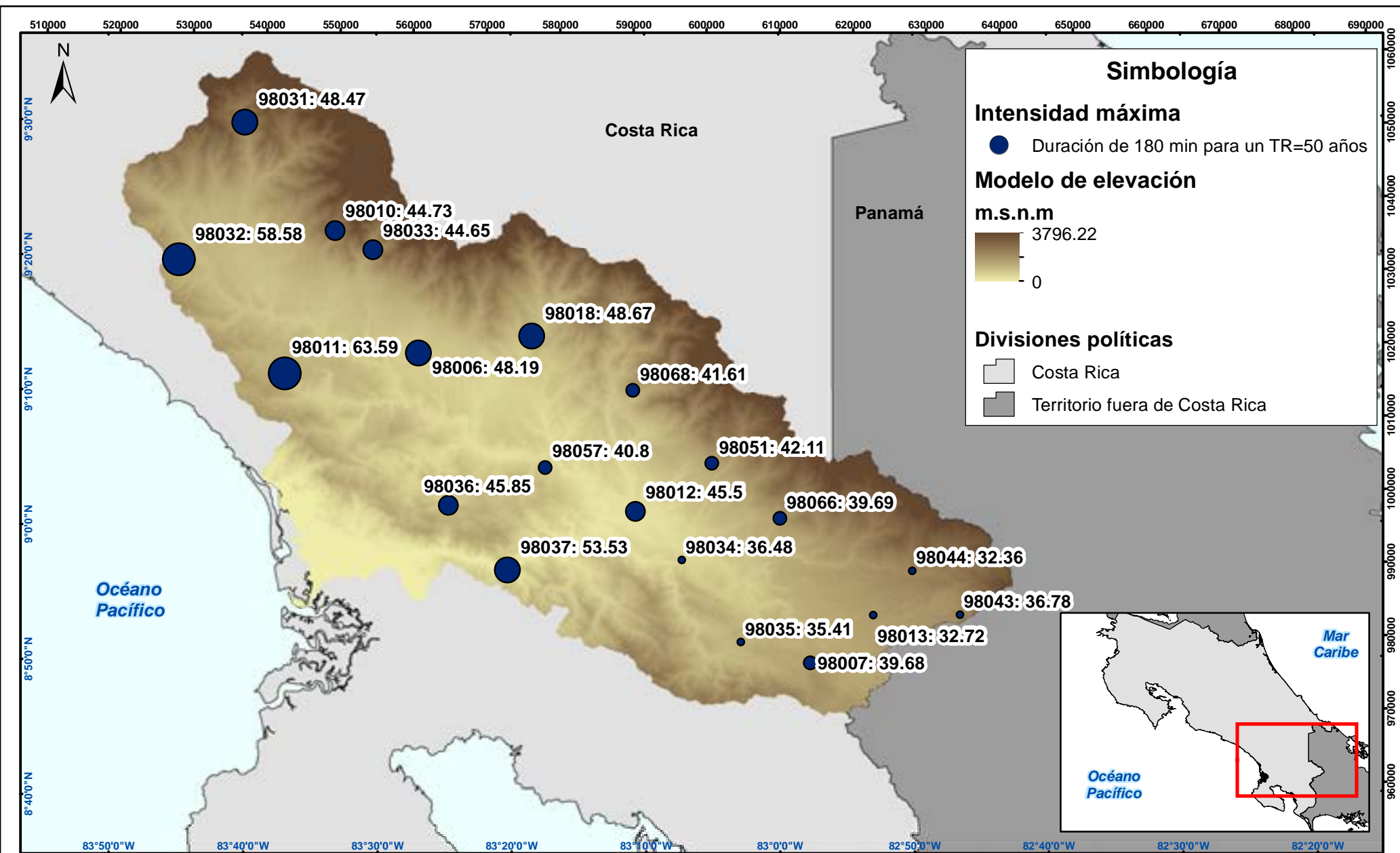
Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas

0 10 20 Kilómetros

Escala: 1:700,000



Mapa 3-9. Variación de la intensidad máxima (valor central) entre estaciones a partir de los análisis de frecuencias con la distribución generalizada de valor extremo para una duración de 180 min y un TR = 50 años.

Trabajo final de graduación: Análisis de intensidades de precipitación de la cuenca del río Grande de Térraba.

Fuente: ICE (1993-2012)  
ITCR (2008)

Coordenadas CRTM05  
En azul coordenadas geográficas

0 10 20 Kilómetros

Escala: 1:700,000

## **4. HISTOGRAMAS CARACTERÍSTICOS**

### 4.1. Determinación de duración de tormentas para las estaciones de la cuenca del río Grande de Térraba

Para poder construir los Histogramas característicos de las estaciones que se ubican sobre la cuenca del río Grande de Térraba es necesario realizar un tratamiento de los datos crudos, resultado de la digitalización de las bandas dispuestas por el ICE. Cabe destacar que las tormentas han sido separadas, de acuerdo a su temporalidad, en eventos de corta duración (los cuales se caracterizan por poseer series de datos con longitudes menores a los 360 minutos) y larga duración (eventos que presentan longitudes mayores a los 360 minutos). Estas últimas pueden, inclusive en algunos casos, prolongarse por más de 1380 minutos, es decir, más de 23 horas continuas de lluvia.

El 89% del grupo de estaciones que poseen información para el periodo 1993-1998 (en total 18 estaciones) poseen como mínimo 30 series de datos de precipitación acumulada, es decir, al menos 30 tormentas definidas para realizar el análisis.

Con el objetivo de trabajar con un modelo que no posea información que distorsione la realidad de la forma característica en que llueve en dada zona de la cuenca, es importante seleccionar adecuadamente los rangos en que sí hay presencia significativa de precipitación. Mediante este análisis se pretende establecer la duración real que tiene cada tormenta como elemento individual y supone una de las tareas más importantes para generar histogramas fieles al comportamiento de la precipitación sobre la cuenca.

Como se puede observar en la Figura 4-1, las columnas poseen extensiones de datos que únicamente introducen desproporción a la duración de cada evento y finalmente generan alteración en el modelo para la confección de histogramas característicos.

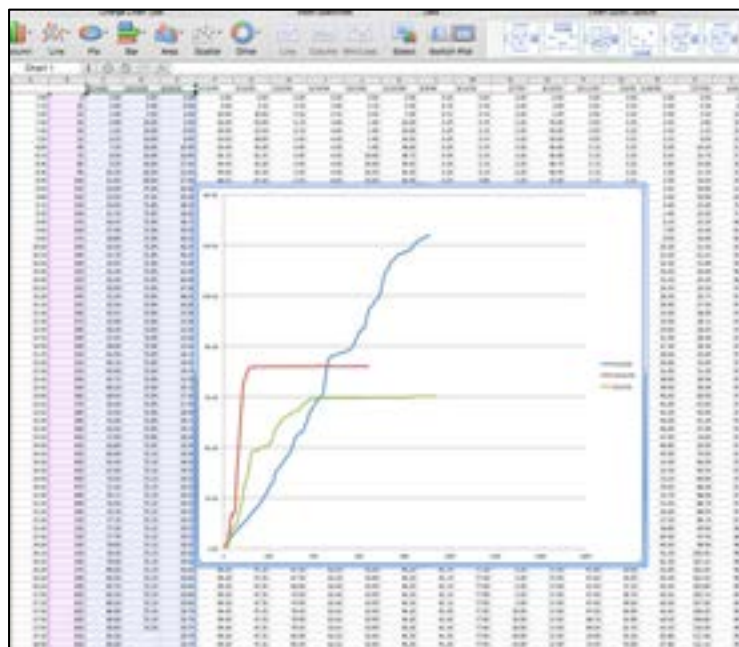


Figura 4-1. Ejemplo de análisis de series de datos de precipitación.

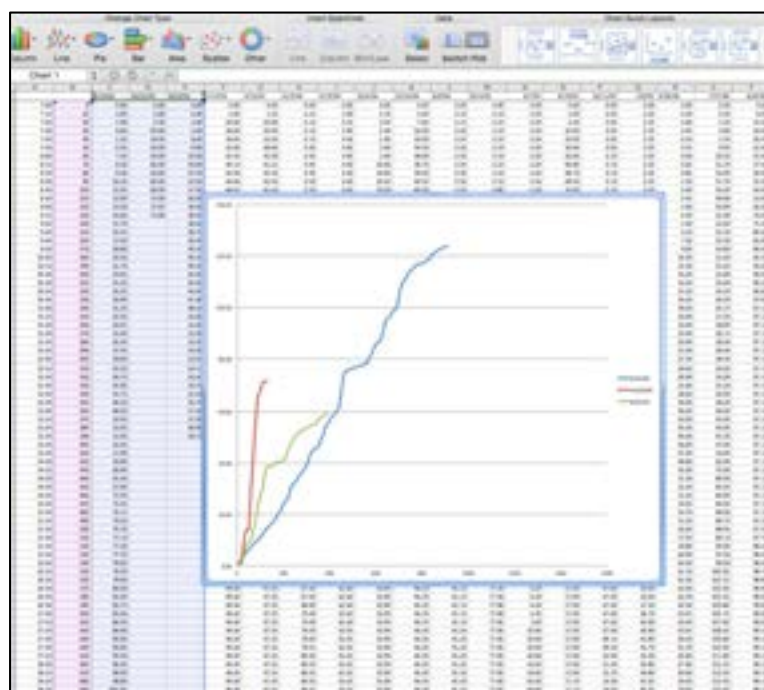


Figura 4-2. Ejemplo de determinación de duración real para series de datos de precipitación.

En la Figura 4-2, por el contrario, se determinan las duraciones verdaderas de las tormentas.

Es imperativo recordar que en series de datos acumulados: la presencia de secciones planas simboliza un estancamiento en el crecimiento, por lo que se puede asegurar que en estos periodos no precipita significativamente y supone el final de la tormenta. Una vez detectada dicha condición, se procede a eliminar la planicie y reordenar los datos para que partan del origen del eje coordenado.

En la Figura 4-3 se observa la diferencia entre las series de datos tratadas y aquellas que no se han depurado. Es imperativo observar las planicies que poseen los eventos no procesados.

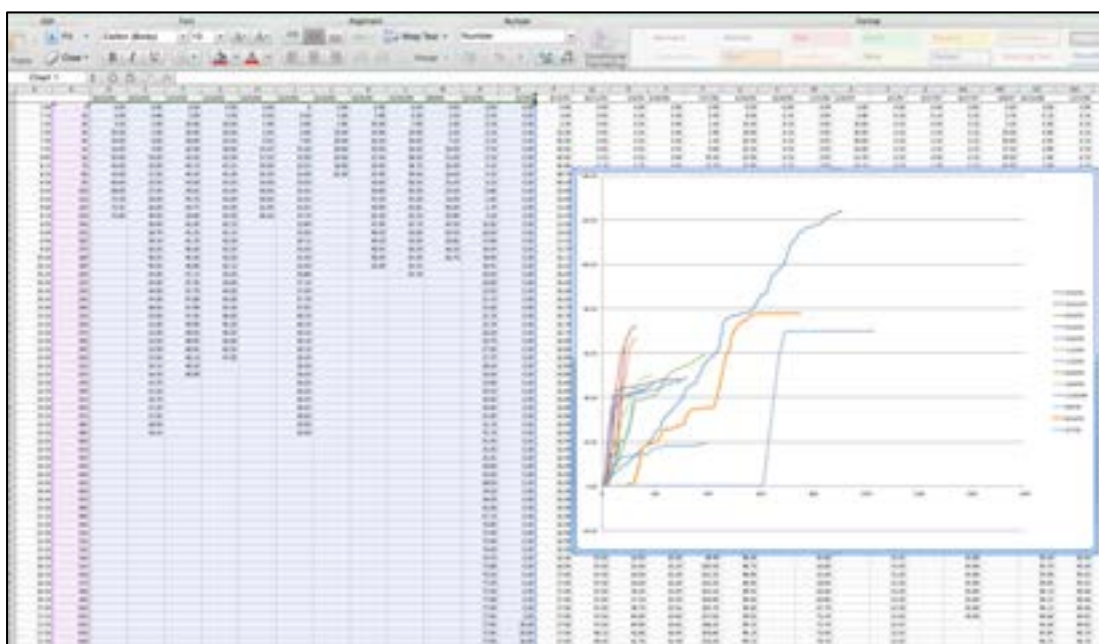


Figura 4-3. Diferencia entre series de datos tratadas y series sin analizar.

#### 4.2. Generación de curva acumulada de precipitación para probabilidad de ocurrencia del 50%

Una vez que se realiza el tratamiento individual de las series de precipitación acumulada y se efectúa la separación entre tormentas que duran menos de seis horas y aquellas que se prolongan por más de ese límite, se procede a crear una curva acumulada de tormentas de corta duración resultante del grupo de eventos analizados, y otra para larga duración.

Los patrones de distribución temporal pueden ser desarrollados para varios grupos de probabilidad si así se desea; en el caso particular de esta investigación se labora con la

mediana, es decir, el percentil 50 que se presenta como una curva más suave que los trazos de los casos observados. A partir de esta metodología, se forma el histograma del 50% que representa un patrón de lluvia que es excedido por la mitad de las tormentas; la mediana es utilizada con frecuencia en los diseños hidráulicos por lo que se considera válido efectuar la distribución con este percentil.

Como se aprecia en la Figura 4-4, la precipitación acumulada se ha dispuesto en forma de porcentaje con la finalidad de que todas los eventos converjan a un mismo punto en el eje vertical, esto es el 100% de la precipitación. Asimismo, las tormentas deben compartir idéntica duración, ya que esto permite que las series de datos tengan la misma extensión y por ende compartan igual valor máximo en el tiempo.

Ven te Chow (1994) plantea una metodología en la que cada evento debe ser tratado por separado para disponer su temporalidad en porcentajes para luego generar matrices de datos que den con histogramas a partir de porcentaje de precipitación contra duración porcentual. En esta investigación se introduce un nuevo método que permite que el histograma final esté graficado contra la duración en unidad de tiempo (minutos): la idea fundamental es que a partir de los datos tratados para definir duraciones reales de tormenta como se describe en el apartado 4.1, se les alargue el último valor (máximo) hasta la tormenta de mayor duración del grupo de estudio. Es por esta razón que en la mayoría de las curvas acumuladas se presenta una planicie al final, esta describe de manera típica la tendencia a dejar de llover en el área de influencia de una estación específica.

En el Cuadro 4-1 se muestra un ejemplo de la construcción del Histograma característico de la estación 98012 que aparece en la Figura 4-5. Por razones de espacio únicamente se muestran 3 tormentas con las que se produjo la curva acumulada de precipitación para probabilidad de ocurrencia del 50%.

Cuadro 4-1. Construcción de Histograma característico de la estación Potrero Grande 98012.

Duración (min)	5/27/98	10/17/98 (Tormenta de mayor duración)	5/6/98	Curva acumulada de precipitación	Histograma corta duración
10	4,4%	11,5%	7,0%	4,2%	4,2%
20	11,0%	33,3%	12,9%	14,2%	10,0%
30	16,0%	50,0%	14,4%	24,2%	10,1%
40	22,1%	66,7%	17,6%	34,8%	10,6%
50	33,1%	76,7%	25,5%	46,7%	11,9%
60	55,2%	83,3%	30,8%	62,5%	15,8%
70	67,4%	90,0%	35,2%	71,3%	8,8%
80	76,2%	90,5%	52,8%	78,4%	7,1%
90	79,1%	90,7%	59,9%	88,1%	9,7%
100	81,8%	90,8%	70,4%	89,3%	1,2%
110	83,3%	91,0%	81,0%	90,5%	1,2%
120	86,4%	91,0%	85,4%	91,3%	0,7%
130	87,7%	91,0%	88,0%	92,0%	0,7%
140	88,7%	91,2%	93,3%	93,7%	1,7%
150	89,9%	91,2%	96,8%	96,9%	3,1%
160	90,9%	91,2%	98,6%	98,3%	1,4%
170	92,0%	91,2%	100,0%	99,3%	1,1%
180	93,1%	91,2%	100,0%	100,0%	0,7%
190	94,1%	91,2%	100,0%	100,0%	0,0%
200	95,2%	91,2%	100,0%	100,0%	0,0%
210	96,1%	91,2%	100,0%	100,0%	0,0%
220	96,8%	91,5%	100,0%	100,0%	0,0%
230	97,5%	92,5%	100,0%	100,0%	0,0%
240	98,0%	93,6%	100,0%	100,0%	0,0%
250	98,3%	94,1%	100,0%	100,0%	0,0%
260	98,7%	94,7%	100,0%	100,0%	0,0%
270	99,1%	95,7%	100,0%	100,0%	0,0%
280	100,0%	96,1%	100,0%	100,0%	0,0%
300	100,0%	97,8%	100,0%	100,0%	0,0%
310	100,0%	98,7%	100,0%	100,0%	0,0%
320	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	0,0%

Fuente: García, E. 2015.

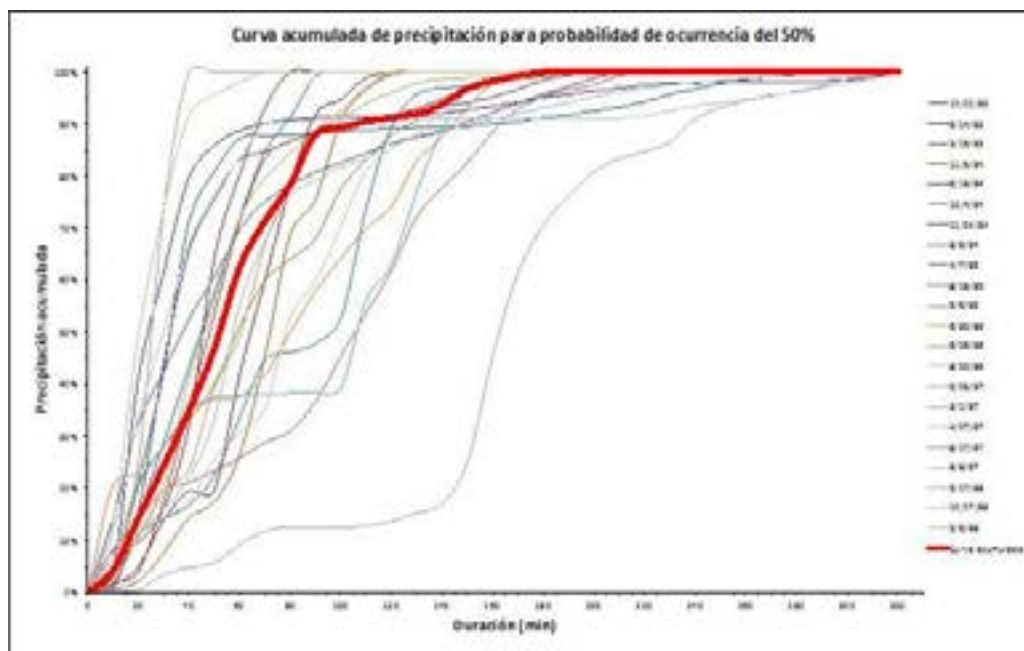


Figura 4-4. Curva acumulada de precipitación de tormentas de corta duración para probabilidad de ocurrencia del 50%.

Es indispensable, a partir del concepto de separación de las tormentas de acuerdo a su duración, generar dos histogramas para cada estación pluviográfica de la cuenca analizada. En la Figura 4-5 se exhibe el histograma de corta duración de la estación Potrero Grande (98012), acompañado por la curva de precipitación acumulada resultado del análisis de tormentas.

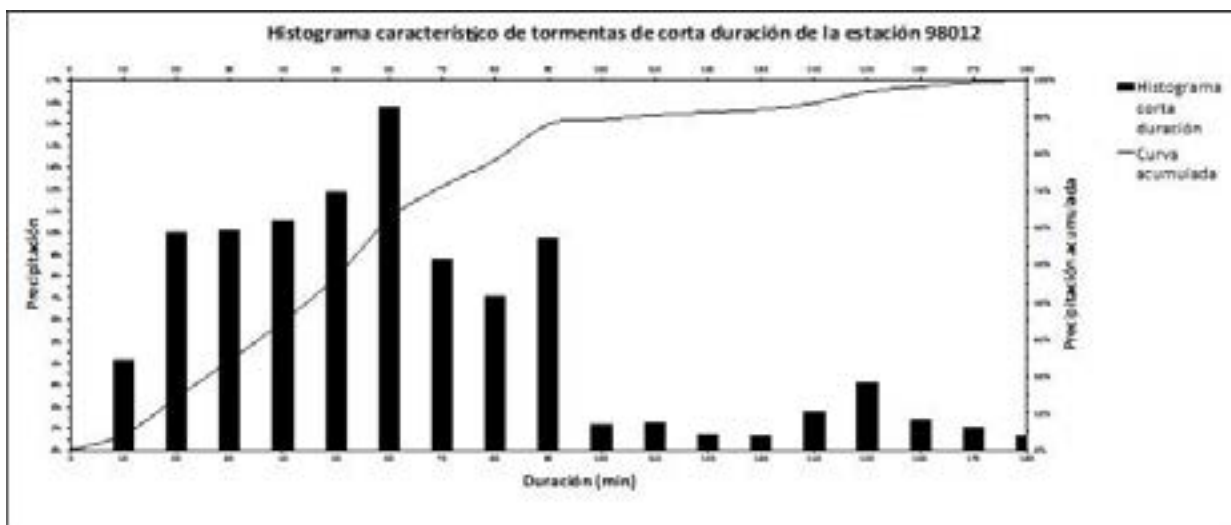


Figura 4-5. Histograma característico de tormentas de corta duración de la estación Potrero Grande 98012.

### 4.3. Creación de Histogramas característicos de la cuenca del río Grande de Térraba

Los histogramas característicos muestran la forma típica en que se distribuye la lluvia en un área de influencia determinada; son elaborados a partir de series de datos de precipitación y la determinación de eventos máximos y su duración respectiva.

Debido a que los histogramas describen el comportamiento de más de una tormenta en un solo gráfico y estas no poseen los mismos valores de precipitación, es indispensable presentar la información en términos de porcentaje. Como se aprecia en la Figura 4-5, el histograma describe como el porcentaje de precipitación varía característica y porcentualmente a lo largo de una duración típica de tormenta; esto nos señala que no todas las tormentas duran 180 minutos, pero su apariencia es similar a la de la imagen.

Para generar los datos de los histogramas basta con restarle, al valor de precipitación en un **instante, el valor inmediatamente anterior. Este procedimiento es conocido como “des-acumular datos”** en ingeniería.

Los histogramas de corta y larga duración pueden ser observados a partir de la Figura 4-6 hasta la Figura 4-40.

Asimismo, las curvas acumuladas de precipitación para la confección de histogramas característicos de corta duración se pueden ver en el apéndice 7.5.1, y para la realización de los histogramas de larga duración por efecto de eventos extraordinarios pueden observarse en el apéndice 7.5.2.

#### 4.4. Histogramas característicos de corta duración de acuerdo a su estación pluviográfica

Estación Volcán Buenos Aires 98006



Figura 4-6. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98006.

Estación San Vito de Jaba 98007

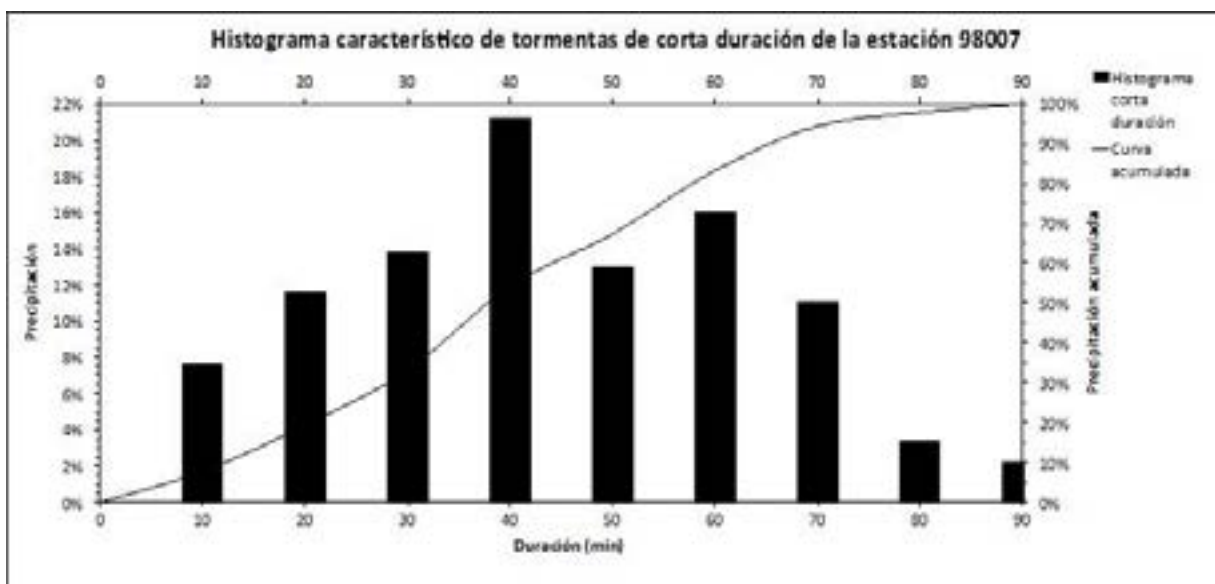


Figura 4-7. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98007.

## Estación Cedral 98010

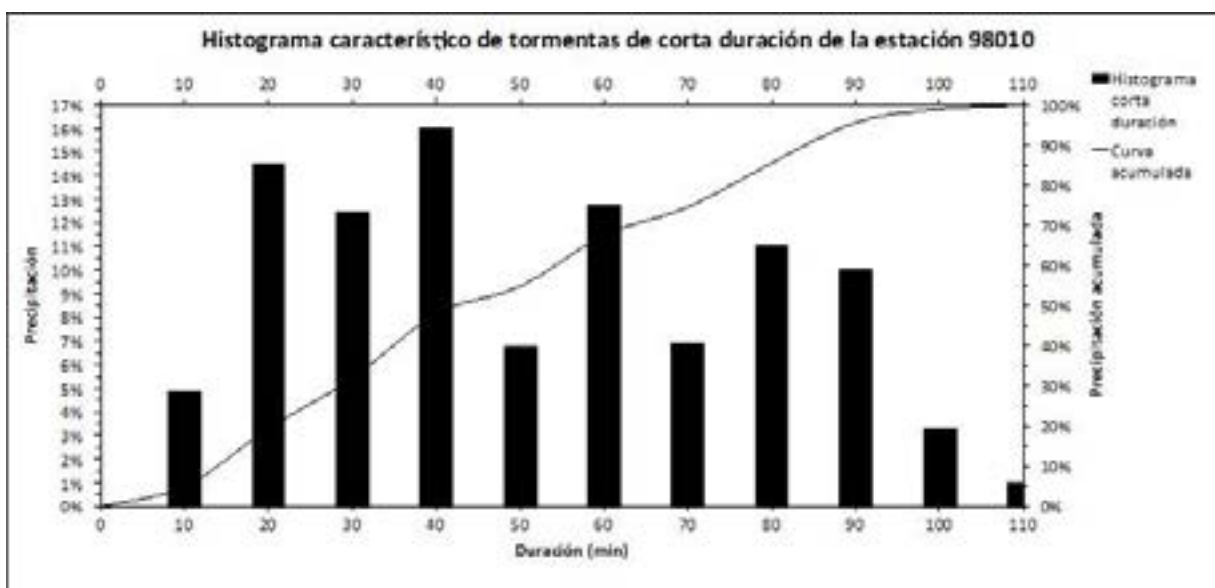


Figura 4-8. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98010.

## Estación Bolivia 98011

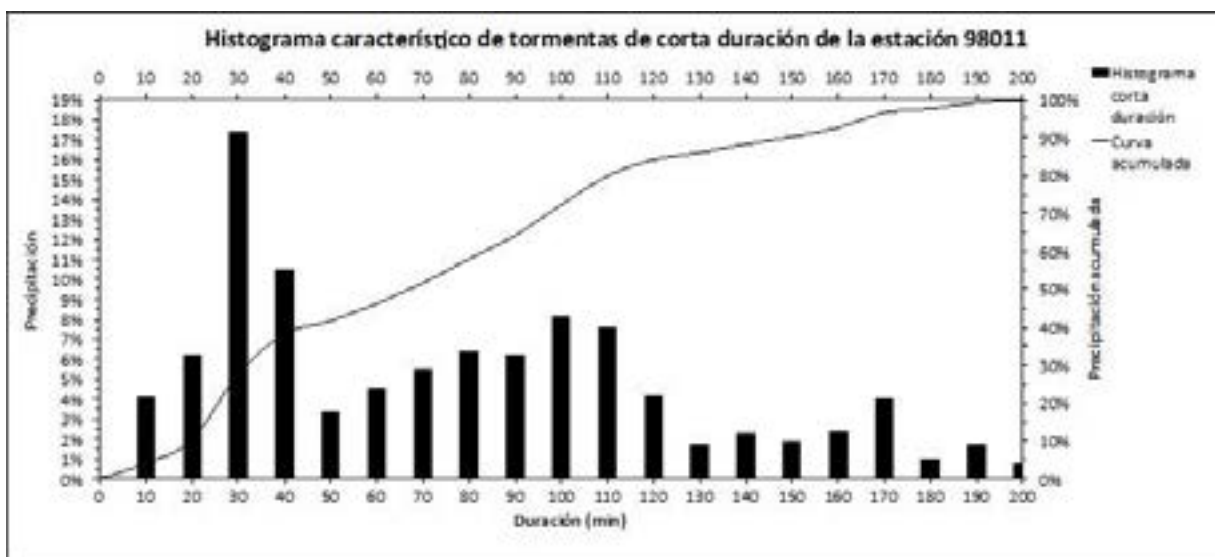


Figura 4-9. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98011.

## Estación Potrero Grande 98012

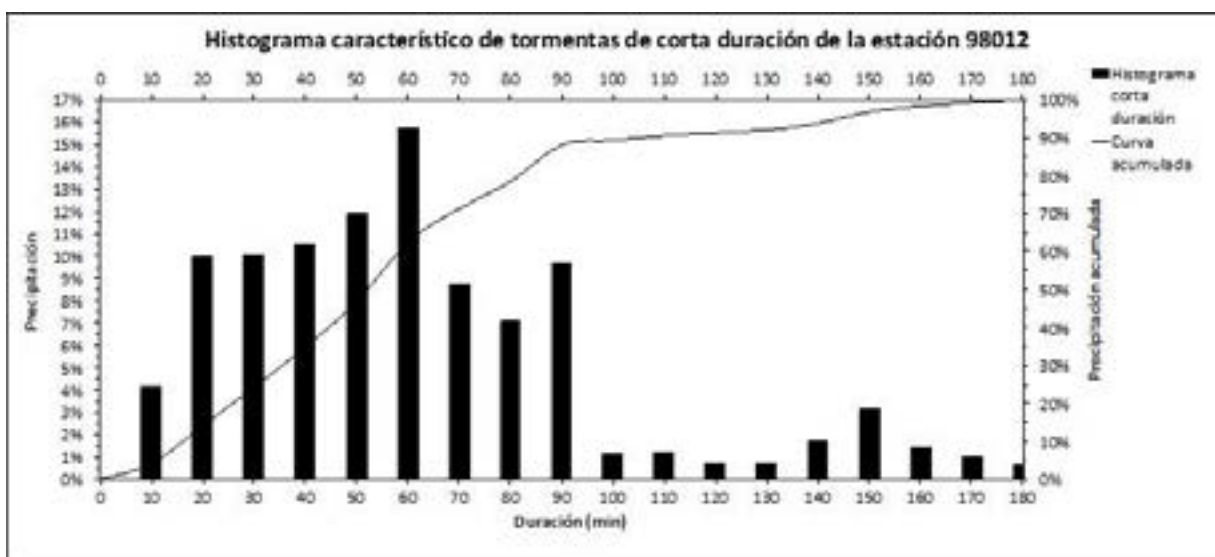


Figura 4-10. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98012.

## Estación Río Negro 98013

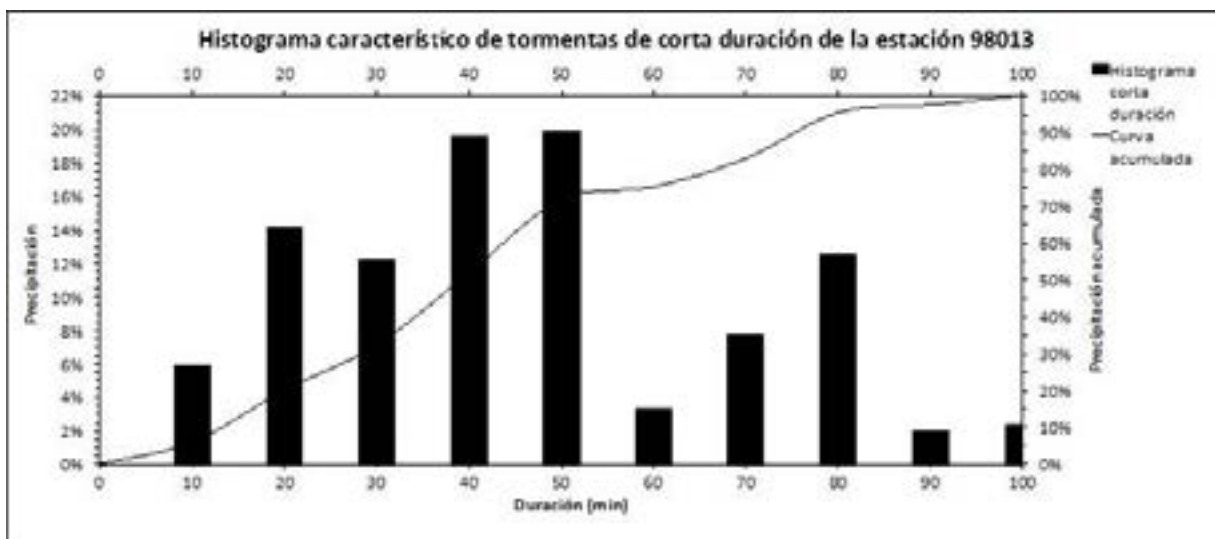


Figura 4-11. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98013.

## Estación Ujarrás 98018

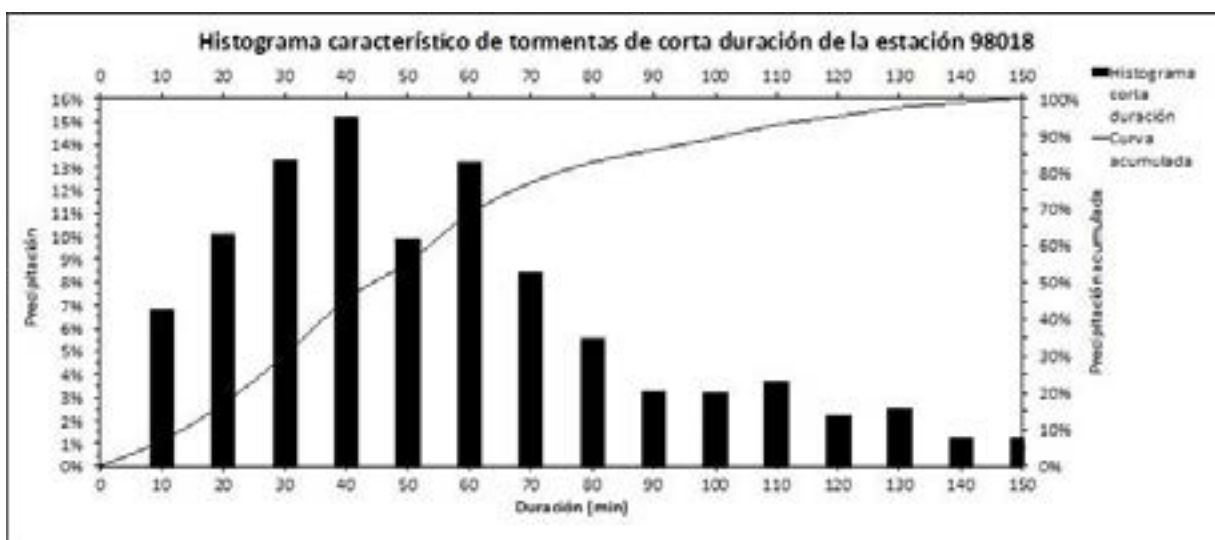


Figura 4-12. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98018.

## Estación Buena Vista 98031

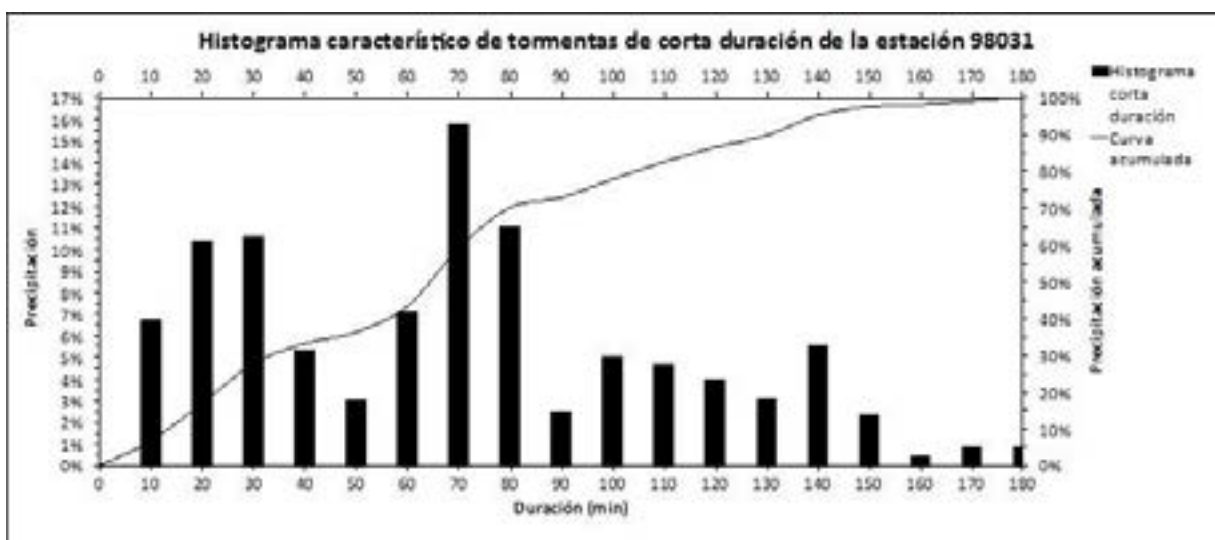


Figura 4-13. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98031.

## Estación Alto San Juan 98032



Figura 4-14. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98032.

## Estación San Jerónimo 98033

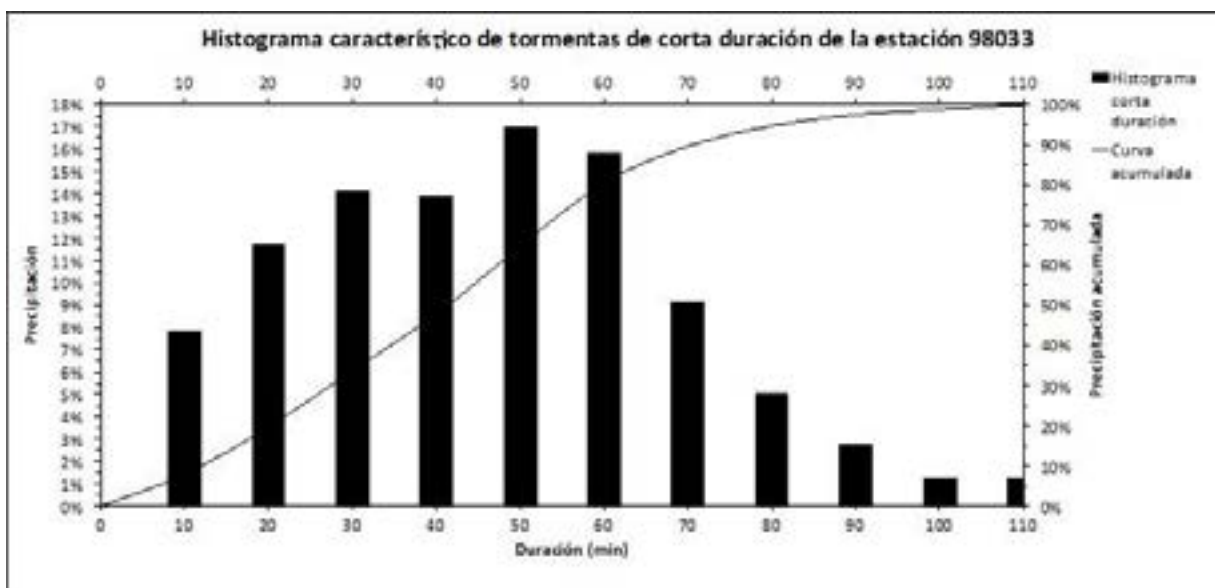


Figura 4-15. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98033.

Estación Guácimo de Tablas 98034

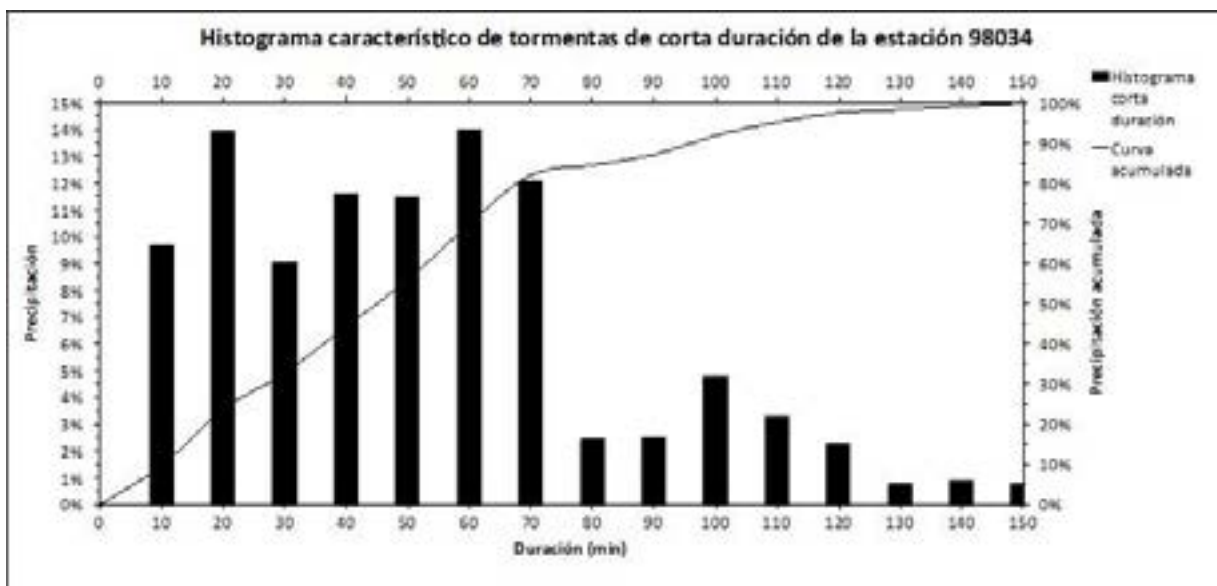


Figura 4-16. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98034.

Estación Limoncito 98035

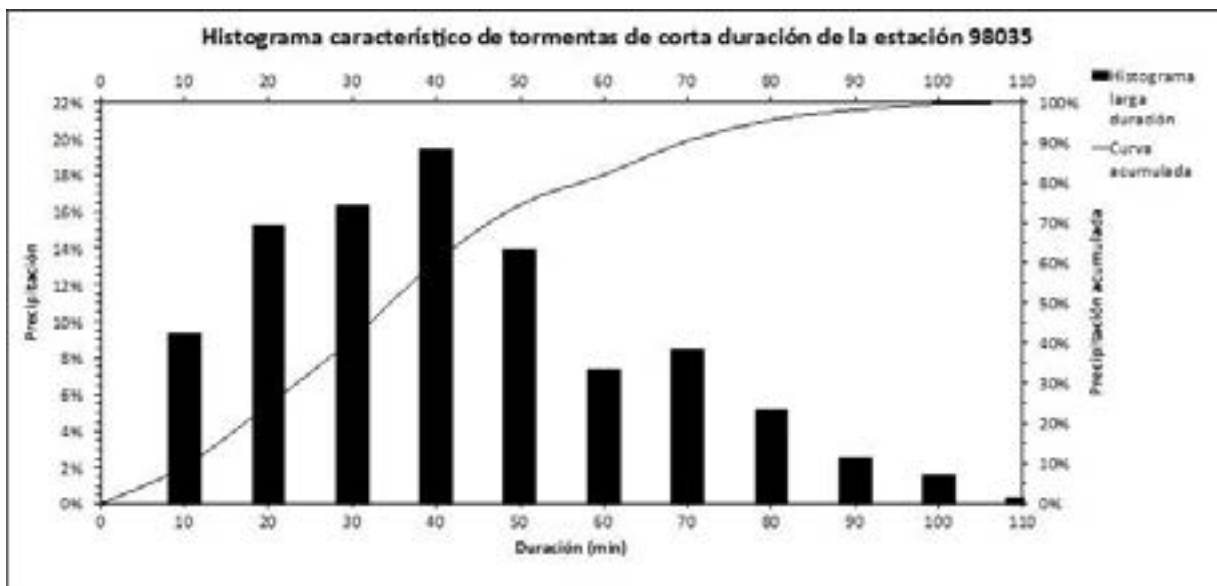


Figura 4-17. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98035.

Estación Maíz de Boruca 98036

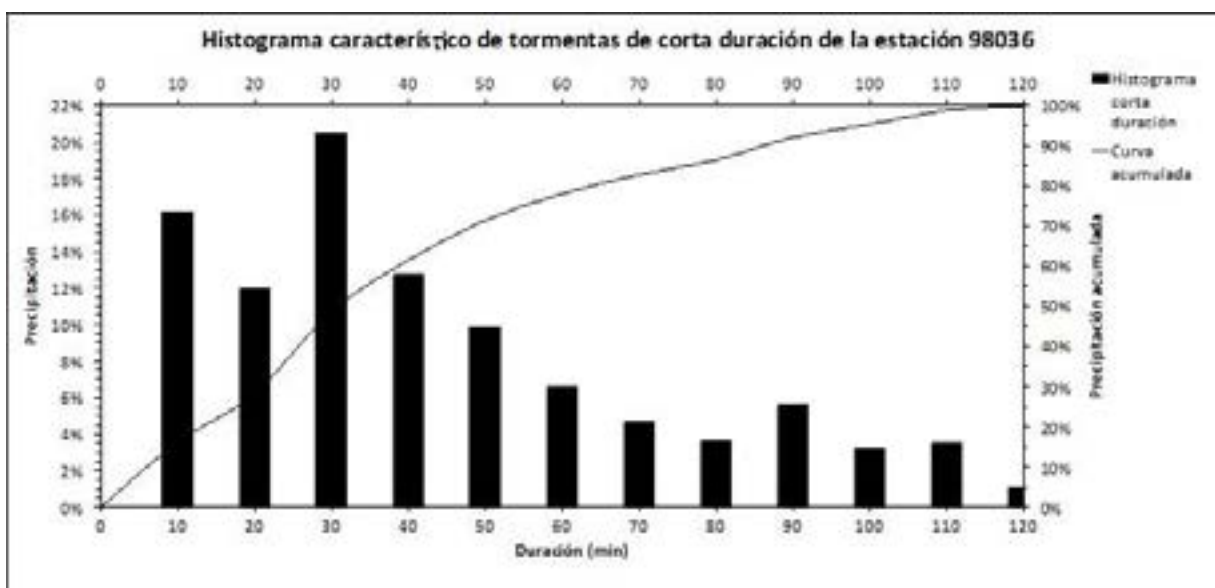


Figura 4-18. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98036.

Estación Cajón Boruca 98037

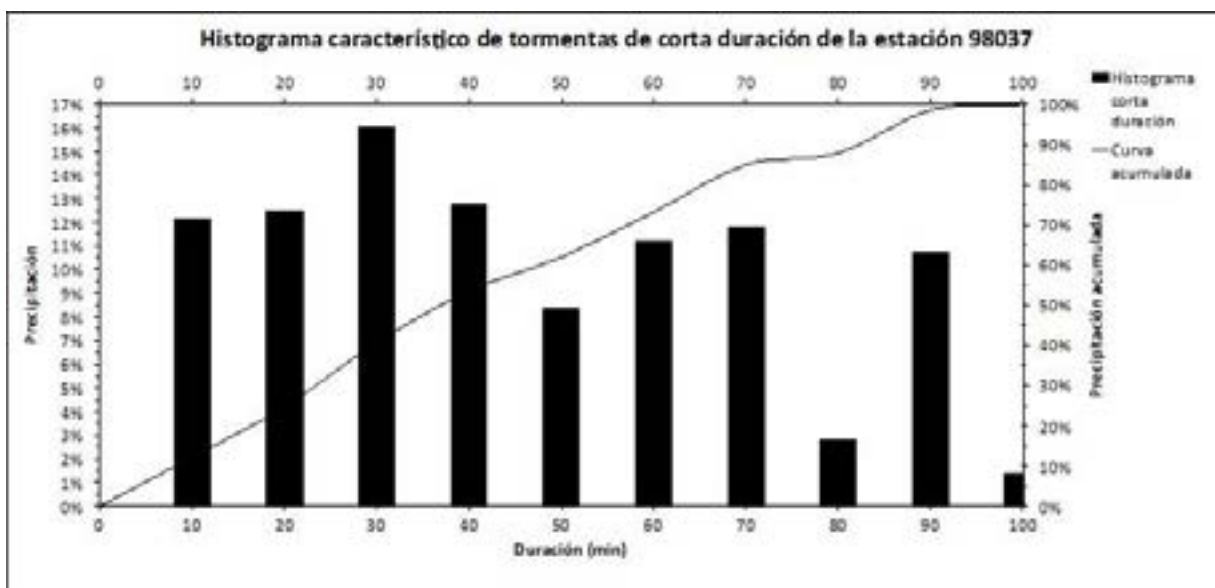


Figura 4-19. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98037.

Estación Las Mellizas 98043



Figura 4-20. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98043.

Estación Las Alturas 98044

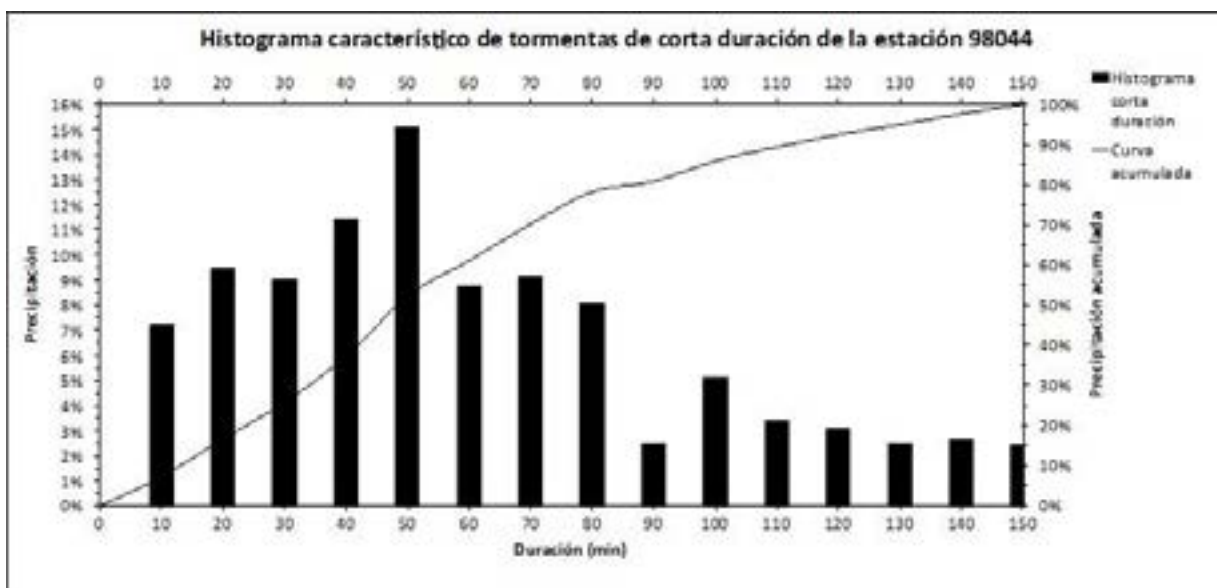


Figura 4-21. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98044.

Estación Helechales 98051

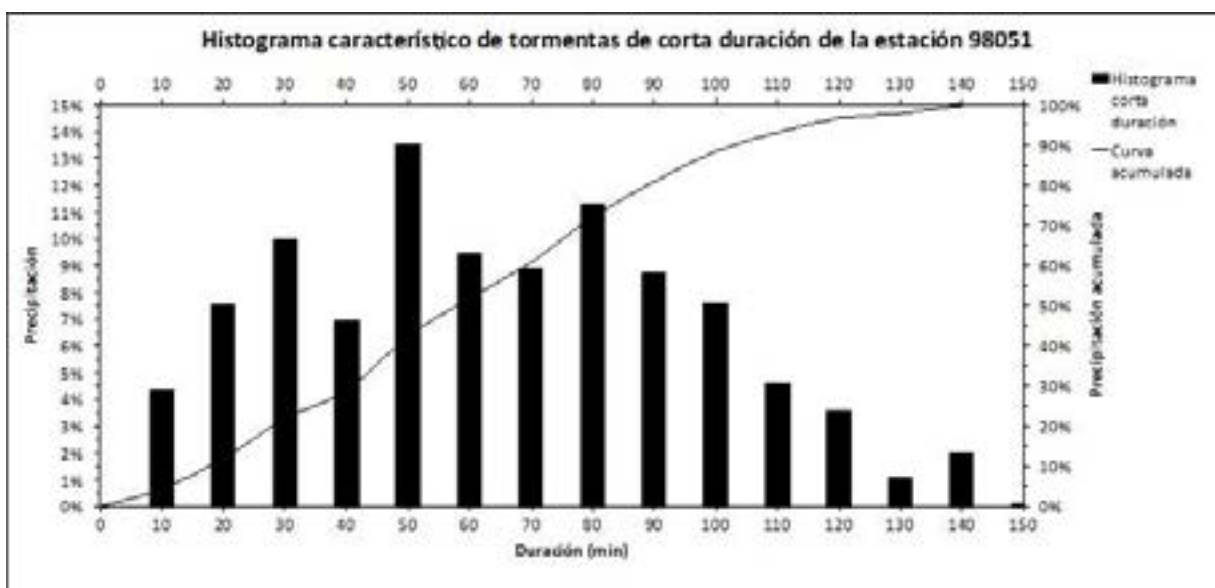


Figura 4-22. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98051.

Estación Térraba 98057

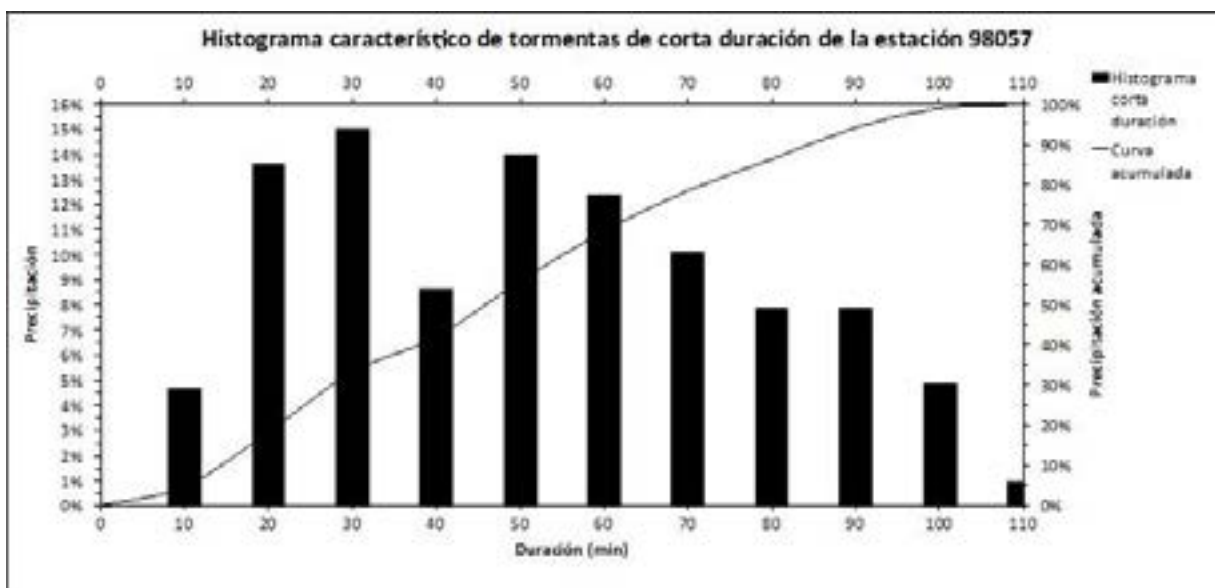


Figura 4-23. Histograma característico de corta duración (valor central) de la estación pluviográfica 98057.

4.5. Histogramas característicos de larga duración producto de eventos extraordinarios de acuerdo a su estación pluviográfica

Estación Volcán Buenos Aires 98006

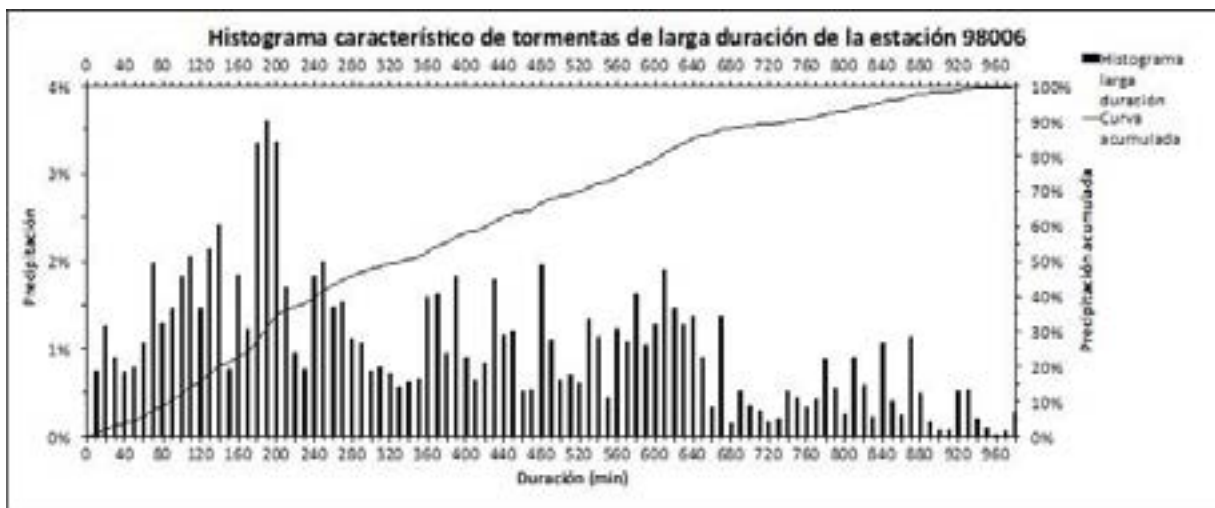


Figura 4-24. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98006.

Estación San Vito de Jaba 98007

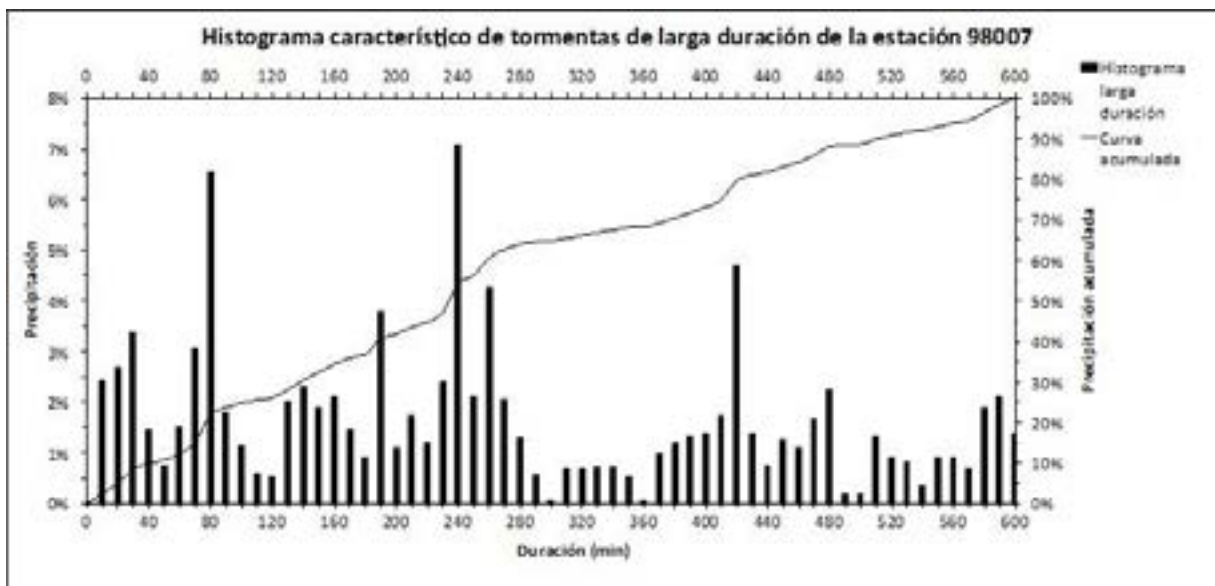


Figura 4-25. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98007.

## Estación Cedral 98010

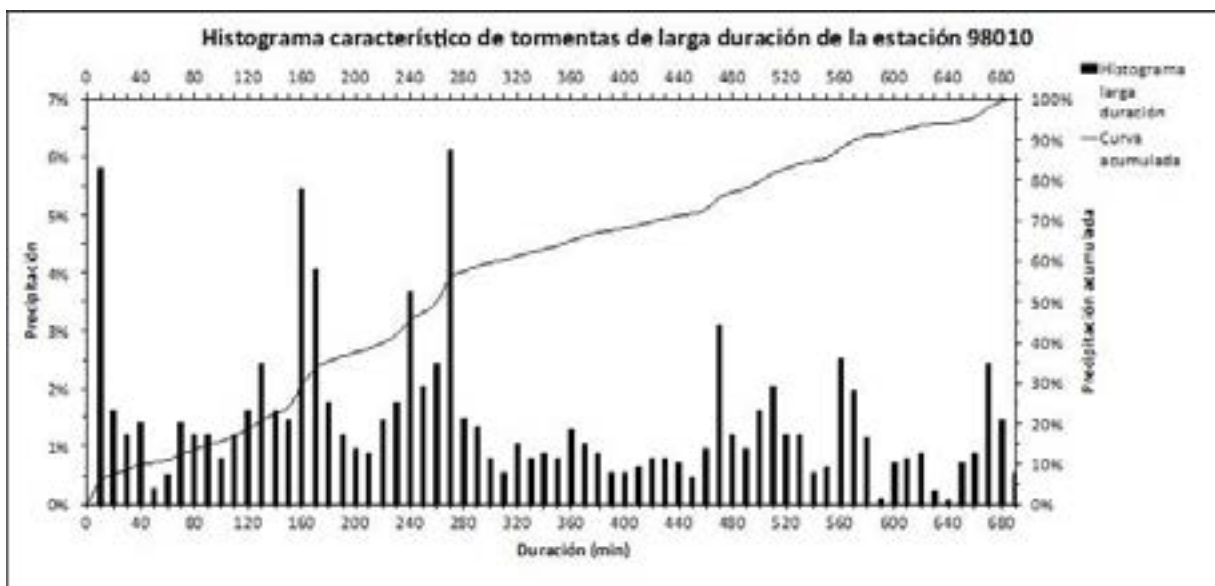


Figura 4-26. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98010.

## Estación Bolivia 98011

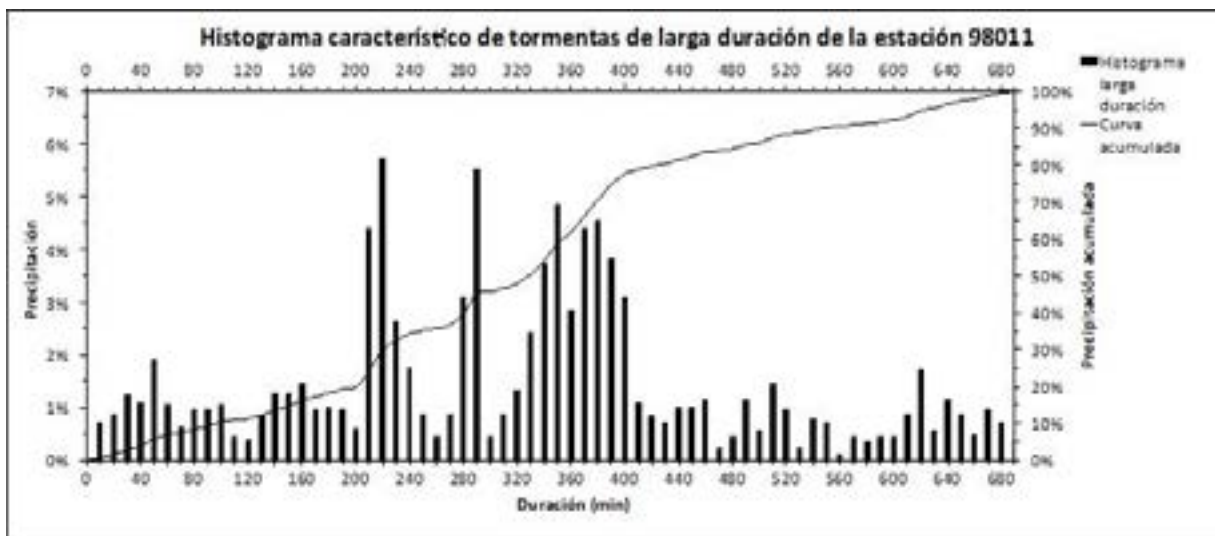


Figura 4-27. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98011.

Estación Potrero Grande 98012

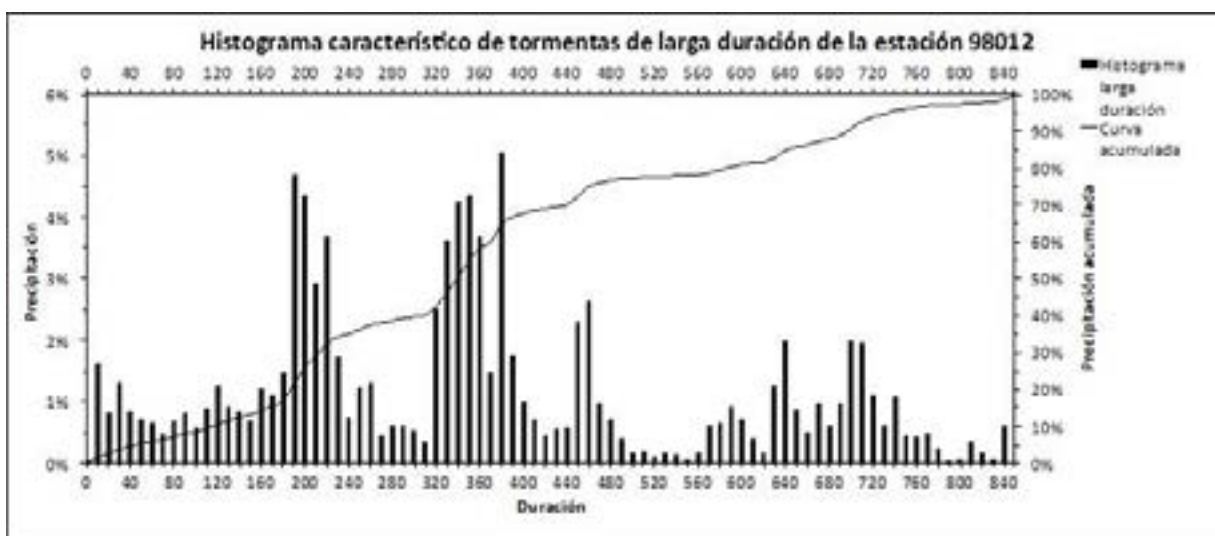


Figura 4-28. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98012.

Estación Río Negro 98013

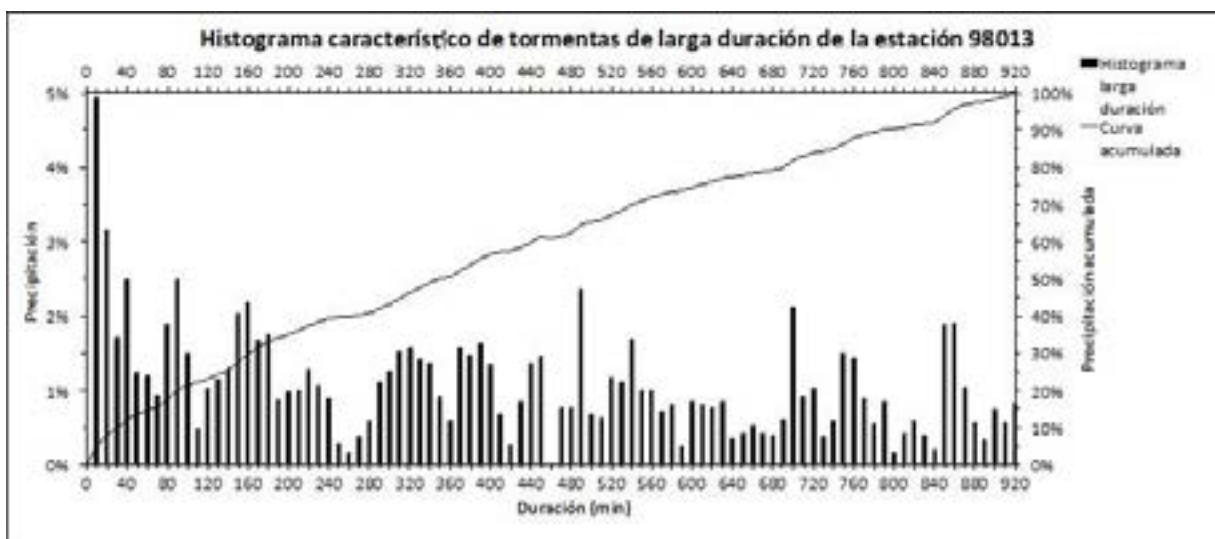


Figura 4-29. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98013.

## Estación Ujarrás 98018

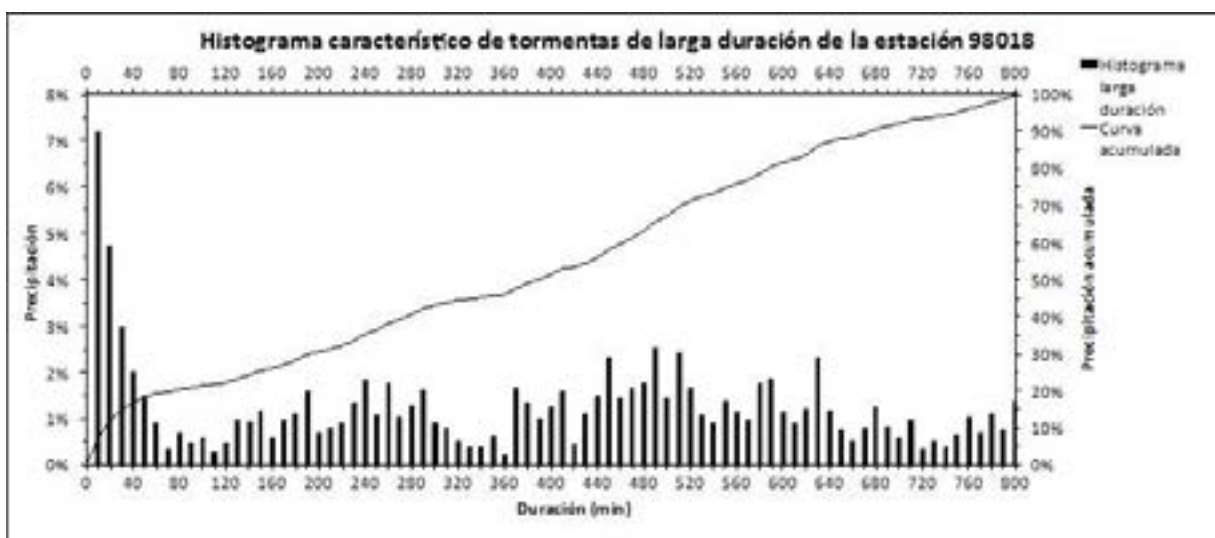


Figura 4-30. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98018.

## Estación Buena Vista 98031

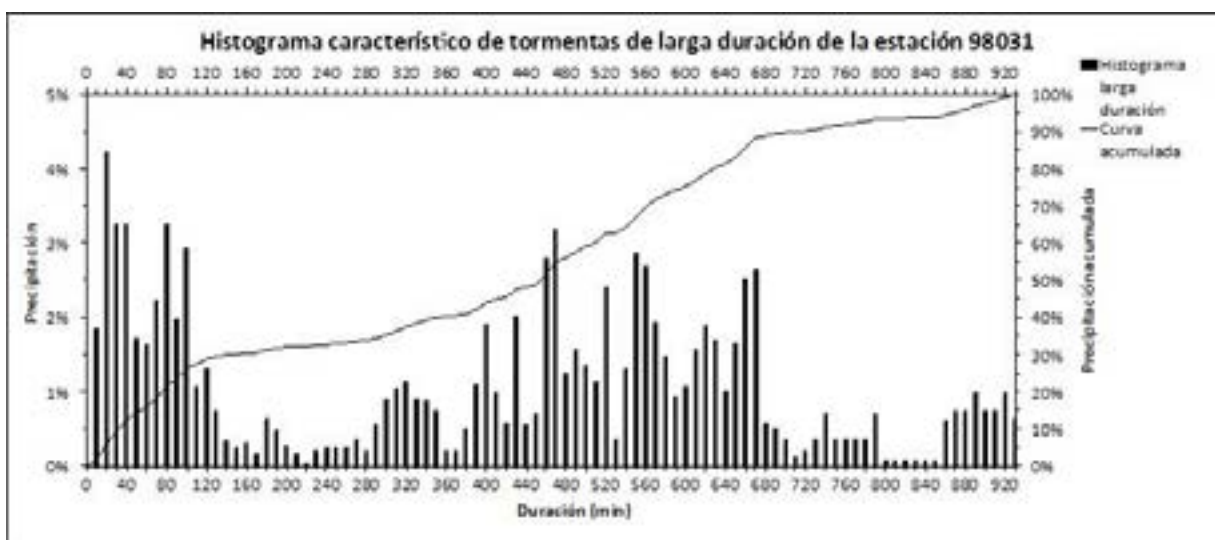


Figura 4-31. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98031.

Estación Alto San Juan 98032



Figura 4-32. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98032.

Estación San Jerónimo 98033

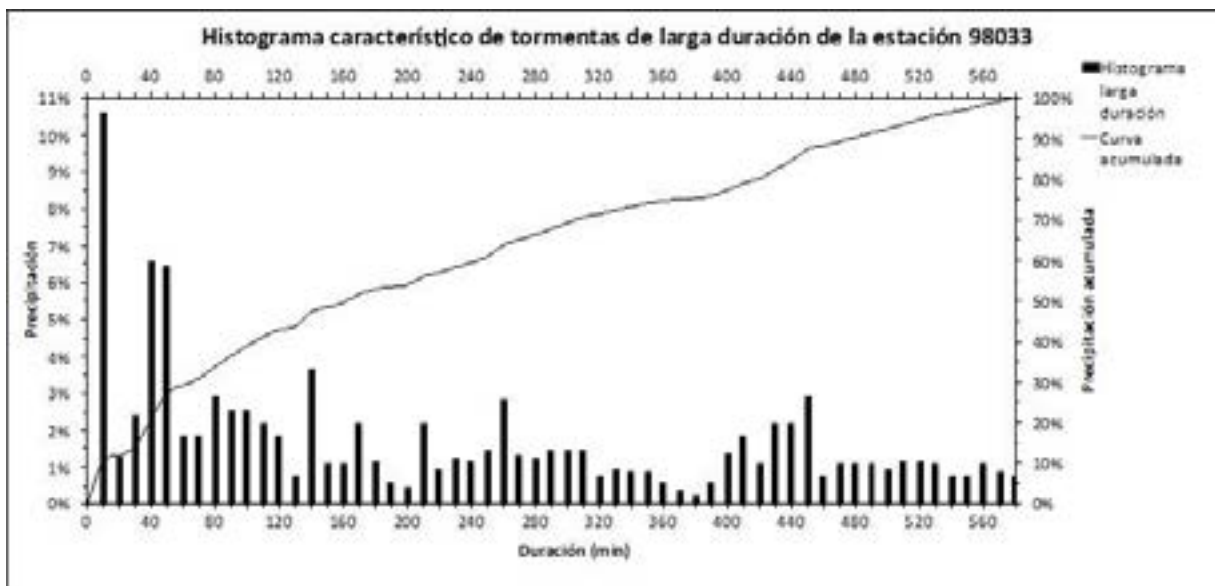


Figura 4-33. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98033.

Estación Limoncito 98035

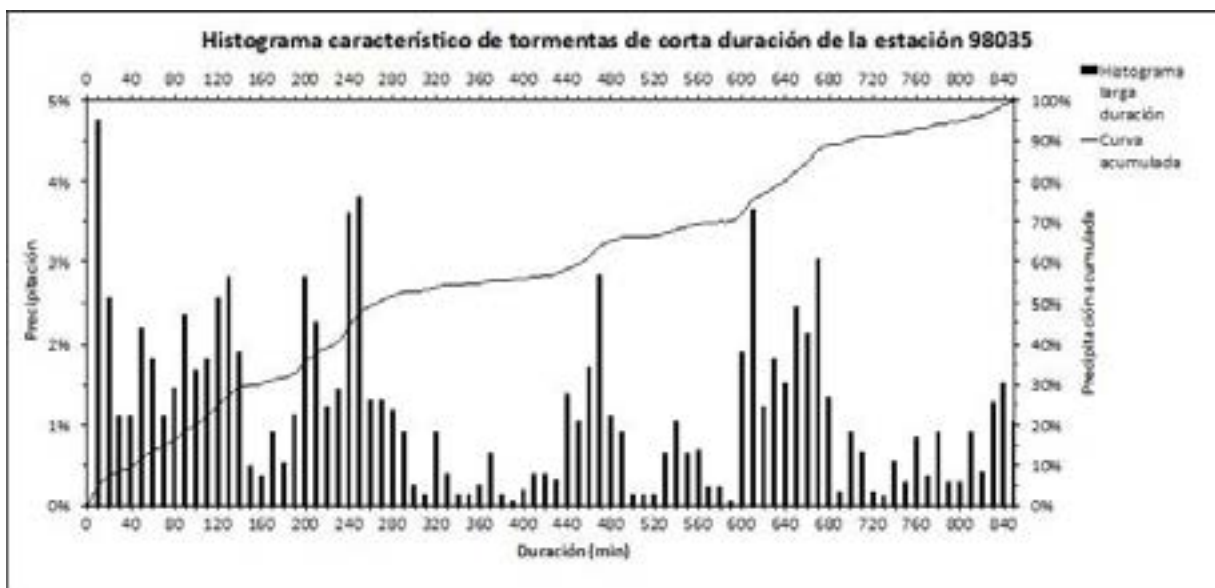


Figura 4-34. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98035.

Estación Maíz de Boruca 98036

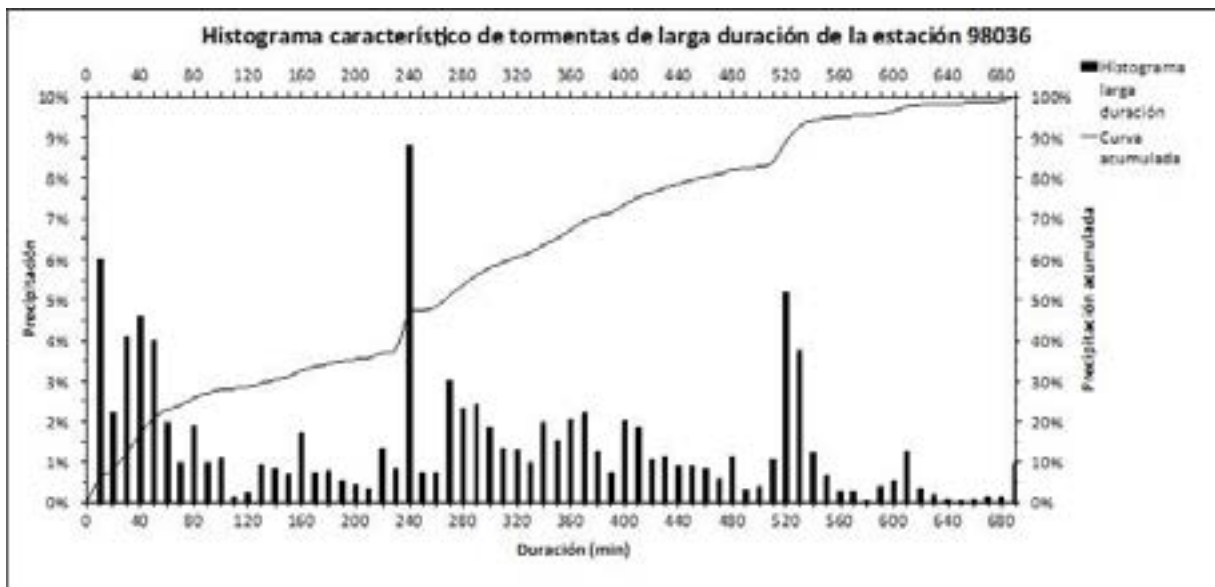


Figura 4-35. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98036.

Estación Cajón Boruca 98037

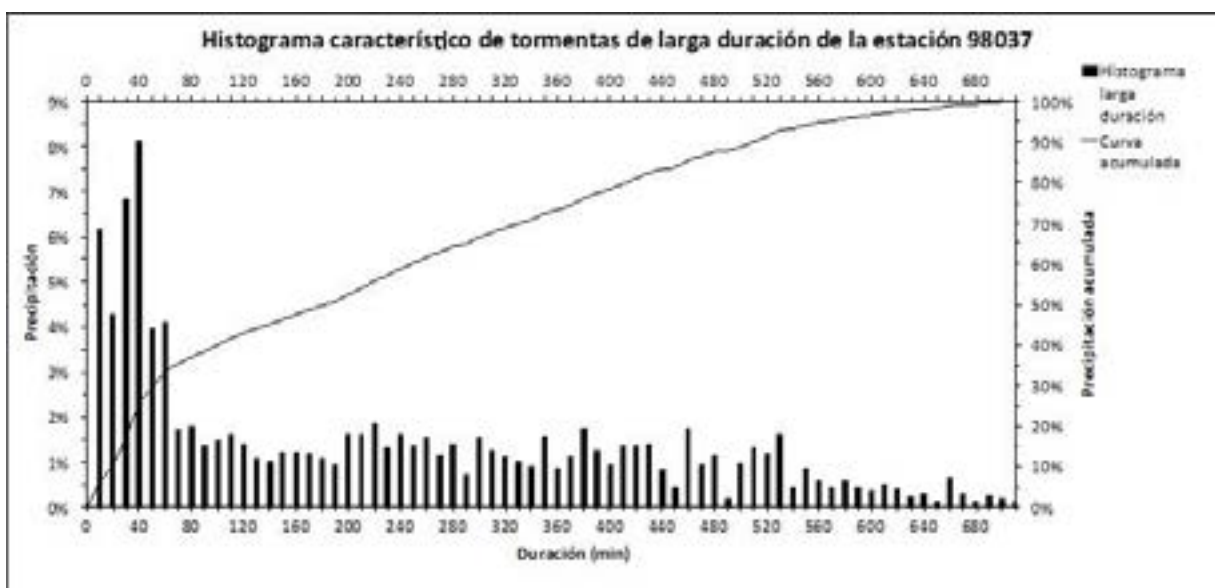


Figura 4-36. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98037.

Estación Las Mellizas 98043

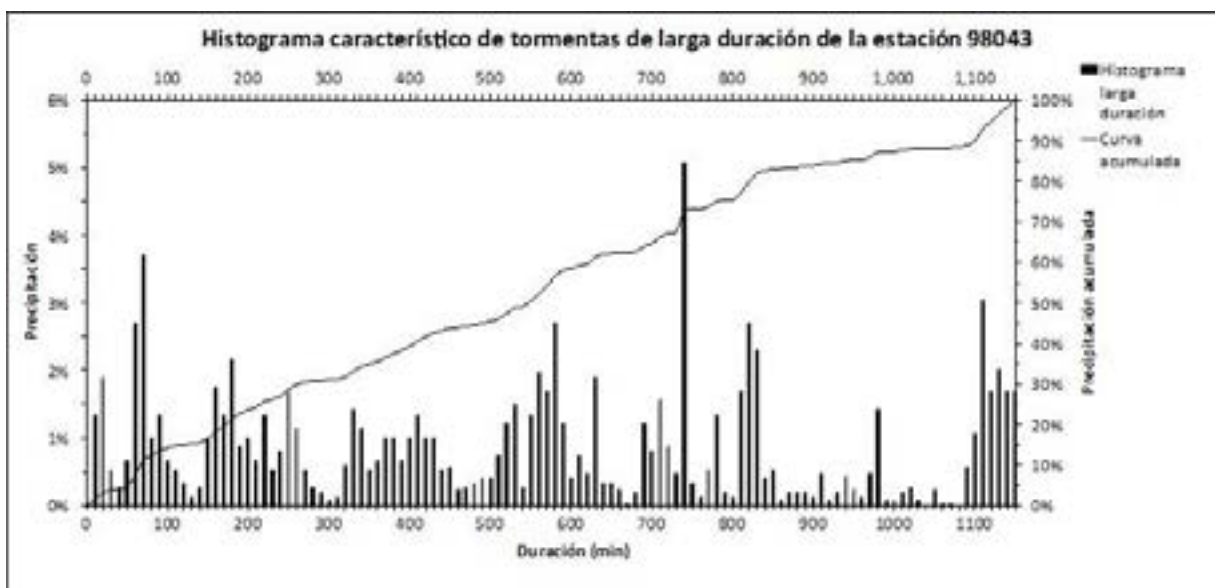


Figura 4-37. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98043.

Estación Las Alturas 98044

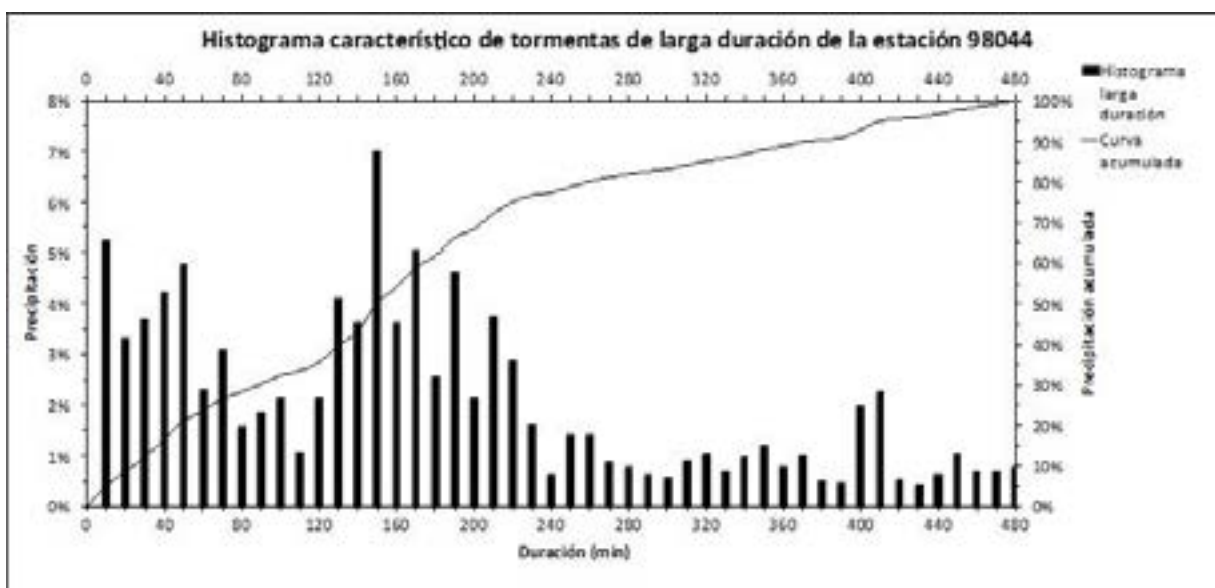


Figura 4-38. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98044.

Estación Helechales 98051

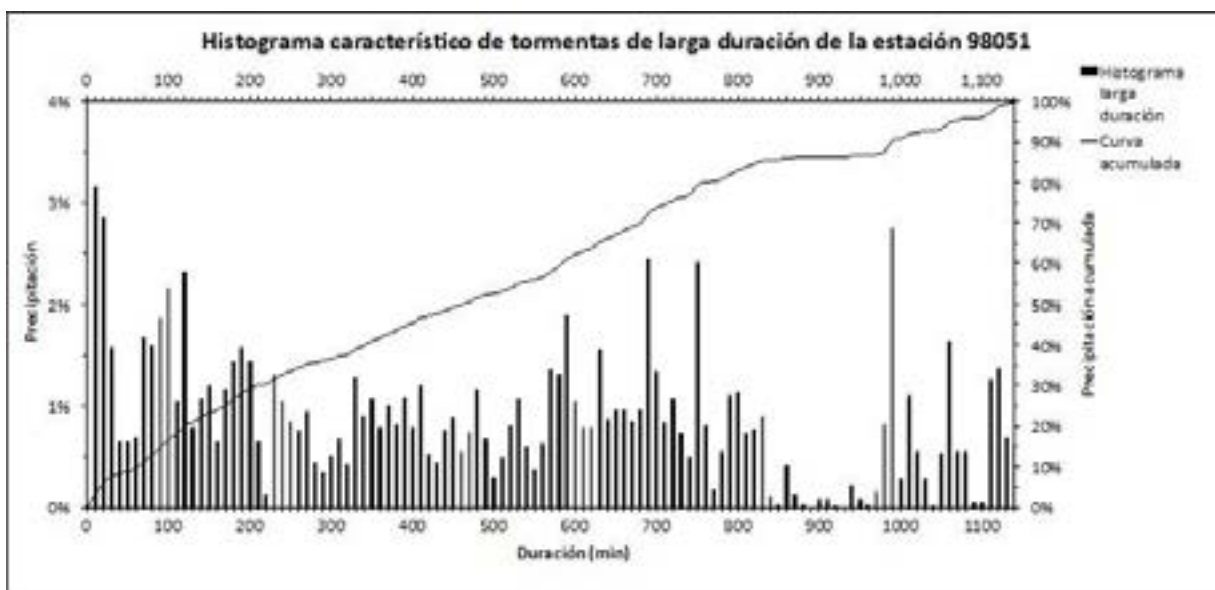


Figura 4-39. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98051.

Estación Térraba 98057

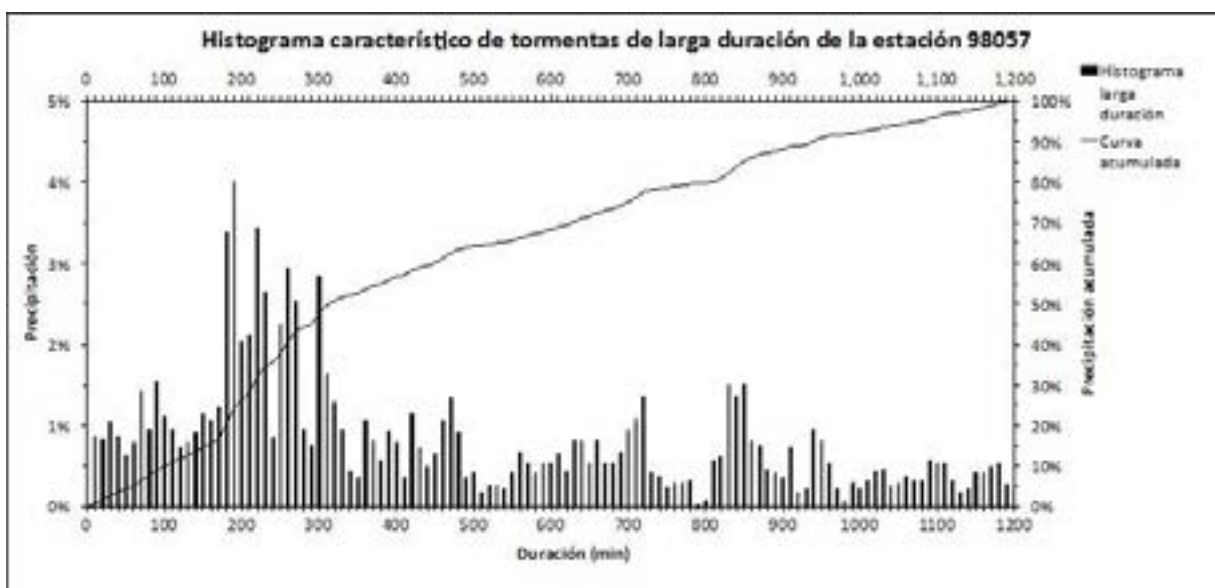


Figura 4-40. Histograma característico eventos extraordinarios (valor central) de la estación pluviográfica 98057.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La cuenca del Río Grande de Térraba simboliza una décima parte del territorio nacional con más de 5100 km<sup>2</sup> y es zona de convergencia de los vientos, efectos climáticos y tormentas provenientes de las vertientes del Caribe y del Pacífico Sur; por tal motivo, el área de estudio goza de una importante variabilidad de precipitación de acuerdo a la posición sobre la cuenca.

La región climática Pacífico Sur es una de las de mayor precipitación anual en el país; la posición suroeste favorece la influencia de la zona de convergencia Intertropical. Por otro lado, su límite al norte está compuesto por la cordillera montañosa más elevada del país, lo que permite el desarrollo de lluvias convectivas sobre los valles, principalmente.

## 5.1. Conclusiones

### 5.1.1. Caracterización hidrológica

Al igual que en la mayoría del territorio nacional, en la cuenca del río Grande de Térraba se experimentan dos periodos climatológicos marcados: la estación seca y la estación lluviosa. La primera abarca los meses de diciembre a marzo fundamentalmente, ya que abril es un mes de transición climática. Esta situación se puede observar en el apartado 2.2.1 y específicamente en la Figura 2-1 acerca de las precipitaciones promedio normalizadas, donde además se comprueba que para este periodo en ninguna de las estaciones pluviográficas de la cuenca de estudio se precipita más del 18% de la lluvia de un año.

Por otra parte, la estación lluviosa comprende los meses de mayo a noviembre, donde, en promedio, se precipita el 75% de la lluvia total en un año. Es indispensable apuntar que dentro de este rango, el mes que presenta mayores valores de precipitación en las 20 estaciones pluviográficas y menores valores de temperatura promedio es octubre.

De acuerdo al registro de eventos extraordinarios del Unisys Weather del Unisys Corporation, existen tormentas, huracanes y depresiones tropicales que afectan la zona de estudio directa e indirectamente, ya que los vientos provenientes de las costas pacífico y atlántico traen efectos generados por dichos acontecimientos. Los incidentes se traducen como incrementos abruptos de precipitación y suponen duraciones más prolongadas a las características para la cuenca. Debido a esta condición se justifica la importancia de generar histogramas de corta duración y de larga duración por efecto de eventos extraordinarios generados más allá de las vertientes pacífico y atlántico.

### 5.1.2. Análisis de frecuencias

Para realizar un adecuado análisis de frecuencias es fundamental poseer una base de datos que provenga de un procesamiento conveniente que permita reflejar la realidad climática de la zona; esto con el objetivo de generar información conveniente que ayude posteriormente a la ingeniería a desarrollar obras civiles.

En análisis de eventos extremos resulta conveniente revisar detalladamente la información cruda que se posea; en el caso particular de esta investigación, se requiere de un examen de las fechas inmediatamente anterior y posterior al día del evento seleccionado con el afán de definir la duración real de las tormentas. Además, este procedimiento ayuda a definir la independencia de las tormentas elegidas, y por ende, si forman parte de la información que servirá como insumo para el análisis de frecuencias. Es importante recordar que existen registros diarios que a pesar de su alto valor, únicamente son efecto de un evento de mayor magnitud por lo que se convierten en eventos dependientes.

Se trabaja con una base de datos de 20 estaciones con extensiones de tiempo de hasta 20 años y cinco eventos por cada uno de los años disponibles, por lo que se dispone con amplia información. Sin embargo, en hidrología, series de datos de menos de 40 años se consideran pequeñas, y por lo tanto los resultados se pueden ver afectados por la alta dispersión que existe entre valores de una misma lista. Existe una irregularidad en el trazo para duraciones mayores a los 60 minutos (específicamente en la duración de 120 minutos) en el límite superior de confianza, ya que la teoría indica que las curvas deben presentar un comportamiento decreciente en todo momento. Esta situación se explica mediante los gráficos provenientes de los análisis de frecuencia, donde las duraciones que muestran una mayor dispersión de sus datos, son las mismas que presentan la anomalía en las curvas IDF. Además es indispensable apuntar que las series acumuladas de precipitación provienen de fechas distintas para cada año de las 20 estaciones seleccionadas, esto aumenta inevitablemente la variabilidad de los datos al tratarse de eventos extremos diferentes entre una y otra estación y, más aún, entre una y otra duración para una misma estación.

Se utiliza el lenguaje de programación estadística R para elaborar los análisis de frecuencias de cada estación de la cuenca del río Grande de Térraba para distintas duraciones, ya que la herramienta brinda facilidad de operación y alta velocidad en el procesamiento de los datos; además permite utilizar distintas distribuciones de probabilidad mediante el uso de

comandos. En el caso de esta investigación se trabaja con la distribución Generalizada de Valor Extremo (GEV) y la distribución Generalizada de Pareto (GPD).

La distribución GEV se ajusta mejor a los datos de la estación San Vito de Jaba (98007) como se muestra en las figuras acerca de los análisis de frecuencias para cada duración en el apartado 3.2. Se puede observar como las medianas provenientes de las 10 000 series aleatorias generadas mediante el método de Monte Carlo en cada caso se ajustan de mejor manera cuando se trabaja con la distribución mencionada. A pesar de lo anterior, se establece que la GPD también brinda un excelente ajuste a los datos reales, ya que en todos los casos el valor de  $R^2$  para la segunda distribución supera el 97% y el coeficiente de Nash-Sutcliffe también posee un valor de 97% en la mayoría de los casos, lo que significa que la correlación es alta. Cabe destacar que la distribución de Valor Extremo tipo I queda por fuera del análisis por tratarse de un caso particular de la GEV cuando el parámetro  $k$  alcanza el valor de cero. De lo anterior se extrae que los valores generados para  $k$  no tienden a cero y por lo tanto no se trata en ningún momento con el caso de la distribución de Valor Extremo tipo I.

Las curvas IDF que se presentan en el trabajo de investigación están en función de las necesidades principales de diseño hidráulico que existen en el sitio de estudio, por lo tanto se muestran las curvas de acuerdo a los percentiles 50 y 95. La mediana ofrece un escenario más común en el diseño de obras hidráulicas, mientras que el percentil 95, por su parte, supone un diseño más conservador y que toma en cuenta mayor cantidad de los eventos con los que se generan los análisis de frecuencias. La idea fundamental de esta iniciativa es proveer al diseñador de más herramientas que le permitan evaluar distintos escenarios y propuestas.

Como se observa en el apartado 3.3, las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia han sido modeladas para duraciones menores a los 60 minutos y superiores a este mismo valor. Las curvas se realizan con el programa Excel, por lo que los trazos entre puntos (duración, intensidad) obedecen a interpolaciones que en algunos casos pueden someter al modelo a información errónea.

Para cada una de las 20 estaciones pluviográficas de la cuenca del río Grande de Térraba se produce una ecuación característica que depende de los grupos de curvas IDF para duraciones menores y mayores a los 60 minutos. Se utiliza el método Evolutionary de Solver,

herramienta de análisis de Excel por su versatilidad a la hora de acotar las variables y constantes que se desean hallar.

### 5.1.3. Histogramas característicos

Los histogramas característicos definen el comportamiento típico que posee una tormenta en un área determinada, es decir, la duración y la distribución de lluvia características de un evento de acuerdo a la ubicación de la estación sobre la cuenca. Es preciso depurar las series de datos provenientes de las bandas de precipitación acumulada con el objetivo de generar histogramas que reflejen fielmente la conducta de los mismos.

En la mayoría de los casos se determina la existencia de tormentas de corta duración, las cuales se caracterizan por poseer series de datos con longitudes menores a los 360 minutos. Dicha característica es esperable, ya que la pauta de precipitación predominante en la zona es de tipo convectiva, que está asociada a nubes de gran desarrollo vertical. Entre las principales características de estas tormentas está el área relativamente pequeña en que se desarrollan, pueden llegar a cubrir áreas entre 20 km<sup>2</sup> y 50 km<sup>2</sup>.

También se presentan lluvias de origen orográfico, que se generan por el efecto de barrera producido generalmente por sistemas montañosos. En Costa Rica el sistema montañoso divide al país en dos y funciona como barrera orográfica; los vientos alisios provenientes del Mar Caribe arrastran las masas de aire cargadas de humedad y las hacen ascender por las laderas de las montañas creando lluvias por el efecto de la condensación a grandes altitudes. En general, los eventos que salen del rango característico de precipitación (Outliers en inglés) que se maneja en la cuenca, provienen de la costa Caribe del territorio nacional de acuerdo a la investigación efectuada mediante la herramienta Unisys Weather del Unisys Corporation. Esto propone que los eventos anómalos caracterizados por extensas duraciones e intensidades muy por encima de las usuales, se generan por eventos de mayor envergadura formados en el Atlántico, por ejemplo los huracanes: César, Gert, Mitch y Gordon. Otro evento detonante es la tormenta tropical Kyle.

Las tormentas de larga duración son -en más del 70% de los casos- eventos extremos que salen del rango, es decir, que se puede establecer la respuesta característica de la cuenca ante tormentas de larga duración generadas por eventos extraordinarios, y no así por tormentas que se produjeron aleatoriamente.

En el apartado se presentan los histogramas para las tormentas de larga duración generadas por eventos aleatorios sobre la cuenca, es importante destacar que tales

histogramas no definen un comportamiento característico de las lluvias en esas estaciones. A pesar de lo anterior, es acertado presentar la información como insumo para el diseñador.

Finalmente, se concluye que tanto los histogramas como las curvas IDF poseen información depurada que permite a los análisis efectuados trabajar sin información que distorsione los modelos generados para la zona de estudio.

## 5.2. Recomendaciones

### 5.2.1. Caracterización hidrológica

Se propone trabajar con bases de datos con mayores extensiones temporales con el objetivo de generar análisis más robustos que a la vez disminuyan la dispersión en los datos, tanto de la caracterización hidrológica como de los análisis de frecuencias del apartado 3.2.

### 5.2.2. Análisis de frecuencia

Se recomienda trabajar con series de datos extensas, que superen al menos los 40 años (en caso de poseer tal registro) cuando se trate de una investigación de alta importancia para el desarrollo del país. La adecuada extensión de la información genera eventualmente menor dispersión en los resultados del análisis de frecuencia y una idea más aterrizada de la dinámica de las lluvias sobre el área de estudio, además supone una mejor y más refinada construcción de las curvas de intensidad-duración-frecuencia y posteriormente una mayor seguridad a la hora de utilizar estos insumos para la realización de obras de ingeniería.

Conviene además, trabajar con series de máximos anuales y series parciales con un umbral como valor límite con la finalidad de comparar los métodos y definir cuál se ajusta mejor a la realidad climatológica de la cuenca.

Se recomienda utilizar una herramienta de análisis estadístico que permita generar los resultados rápidamente sin perder la confiabilidad de sus valores, específicamente, se invita a usar el paquete de programación estadística R, porque permite al usuario trabajar con diferentes distribuciones de probabilidad, períodos de retorno, valores de entrada y series de datos aleatorios, entre otras cosas. Asimismo, concede la posibilidad de trabajar con vectores, matrices y listas de datos.

Para la adecuada utilización de las ecuaciones de las curvas IDF para las distintas estaciones de la cuenca del río Grande de Térraba, se recomienda definir las áreas de influencia de cada estación con una metodología acorde a la realidad geográfica e hidrológica de la zona de análisis. En este trabajo de investigación se hace referencia a los polígonos de Thiessen únicamente como recordatorio de este tema (ver Mapa 2-2), ya que es uno de los métodos de interpolación más simple y que está enfocado en datos cualitativos en espacios

bidimensionales. Si es posible, la metodología debe tomar en cuenta las zonas de vida del lugar, además de utilizar modelos de elevación digital y en la medida de lo posible tomar en cuenta el efecto por la dirección de los vientos.

#### 5.2.1. Histogramas característicos

Se recomienda tener más estaciones sobre la cuenca con la finalidad de tener más puntos de control de la precipitación y de esta manera determinar más fielmente el comportamiento que esta tiene a lo largo y ancho de la zona.

Se recomienda trabajar con mayor cantidad de años con el fin de realizar un análisis más robusto y que de cómo resultado una dispersión de los datos más baja. Con esto se puede aproximar mejor la realidad de un evento con un periodo de retorno alto.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barry, R & Chorley, R (1987). *Atmosphere, Weather & Climate*. Routledge, U.S.A. & England.
- Bergoeing, J. (1998). *Geomorfología de Costa Rica*. Costa Rica: Editorial UNED.
- Camacho, V. M. (2014). *Guía para la elaboración y presentación del trabajo final de graduación*. Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional. Centro de Investigación y Docencia en Educación.
- Chow, V., Maidment, R. D. y Mays, W. L. (1994). *Applied Hydrology*. Bogotá, Colombia: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A.
- Greenwood, A. J., Landwehr, M. J., Mantalás, C. N. y Wallis, R. J. (1979). *Probability weighted moments: Definition and relation to parameters of several distributions expressible in reverse form*. Water Resources Research.
- Hosking, M. J. y Wallis, R. J. (1997). *REGIONAL FREQUENCY ANALYSIS*. Nueva York, EEUU: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.
- Maroto, B. E. (marzo, 2011). *Distribución Temporal de la Precipitación en el Valle del Guarco*. San José, Costa Rica: UCR, Escuela de Ingeniería Civil.
- Murillo, M. R. (enero, 1994). *ESTUDIO DE INTENSIDADES DE LLUVIA EN LA CUENCA DEL RÍO VIRILLA*. Proyecto de graduación presentado en la Universidad de Costa Rica para optar por el grado de Ingeniero Civil. San José, Costa Rica: UCR, Escuela de Ingeniería Civil.
- Porras, V. J. (2012). *Notas del curso IC-0809 Hidrología*. Montes de Oca, Costa Rica.
- Serrano, P. A. (2012). *Notas del curso IC-0809 Hidrología*. Montes de Oca, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Solano, E. y Stolz, W. *EL FENÓMENO ENOS (EL NIÑO/OSCILACIÓN DEL SUR)*. Instituto Meteorológico Nacional, Gestión de Análisis y Predicción.
- Solano, E. y Villalobos. (2011). *Descripción de la región climática del pacífico sur*. Costa Rica: Instituto Meteorológico Nacional.

## 7. APÉNDICES

### 7.1. Apéndice A: Insumos para la creación de mapas de precipitación promedio

Para la confección de los mapas del apartado 2.2.1 acerca de la precipitación promedio para las estaciones lluviosa y seca se utilizan los datos de precipitación promedio mensual de cada una de las 20 estaciones meteorológicas del Instituto Costarricense de Electricidad que se encuentran sobre la cuenca del río Grande de Térraba como se describe del Cuadro 7-1 al Cuadro 7-21. Además se definen los límites de confianza para cada mes de acuerdo al sistema interno del ICE.

Cuadro 7-1. Precipitación normalizada de las 20 estaciones pluviográficas de la cuenca del Río Grande de Térraba.

Estación	9806	9807	9810	9811	9812	9813	9818	9831	9832	9833	9834	9835	9836	9837	9843	9844	9851	9857	9866	9868
<b>Mes</b>																				
<b>May</b>	13	12	14	13	13	13	13	14	13	14	13	12	13	13	14	13	13	12	12	12
<b>Jun</b>	11	10	10	11	12	11	12	12	10	11	12	11	11	11	12	12	11	11	10	11
<b>Jul</b>	9	9	7	10	9	8	8	9	10	8	10	9	9	8	8	7	8	9	10	9
<b>Ago</b>	12	11	10	12	11	11	13	12	12	11	12	11	12	11	12	10	11	12	11	11
<b>Set</b>	14	12	15	15	15	13	16	16	16	15	15	13	16	16	15	16	15	14	13	16
<b>Oct</b>	16	16	16	20	17	16	18	17	18	17	16	16	21	20	17	18	17	17	13	16
<b>Nov</b>	9	12	9	11	10	11	8	8	11	8	9	11	9	10	8	9	9	10	10	9
<b>Dic</b>	3	4	3	3	2	4	2	2	3	2	2	4	1	2	2	3	2	3	3	2
<b>Ene</b>	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	1	1	2	0
<b>Feb</b>	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	3	2
<b>Mar</b>	2	4	4	1	3	3	3	3	1	4	3	3	2	2	3	4	3	3	5	4
<b>Abr</b>	8	6	8	4	7	6	6	6	5	6	6	6	4	5	5	5	7	6	7	8

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-2. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98006.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	467	136	24	2,04	50	418	517	13%
<b>Jun</b>	399	136	24	2,04	49	350	447	11%
<b>Jul</b>	339	152	27	2,04	55	284	393	9%
<b>Ago</b>	459	167	30	2,04	61	398	520	12%
<b>Set</b>	519	148	27	2,04	54	464	573	14%
<b>Oct</b>	591	172	30	2,04	62	529	653	16%
<b>Nov</b>	346	184	33	2,04	66	280	413	9%
<b>Dic</b>	101	61	11	2,04	22	78	123	3%
<b>Ene</b>	55	49	9	2,04	18	37	72	1%
<b>Feb</b>	46	49	9	2,04	18	28	63	1%
<b>Mar</b>	88	62	11	2,04	22	66	110	2%
<b>Abr</b>	277	109	19	2,04	40	237	317	8%
<b>TOTAL</b>	<b>3687</b>					<b>3170</b>	<b>4203</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-3. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98007.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	434	102	18	2,04	36	398	471	12%
<b>Jun</b>	384	112	20	2,04	40	344	425	10%
<b>Jul</b>	324	108	19	2,04	39	285	363	9%
<b>Ago</b>	428	123	22	2,04	44	383	472	11%
<b>Set</b>	455	124	22	2,04	44	411	499	12%
<b>Oct</b>	604	152	27	2,04	56	548	660	16%
<b>Nov</b>	464	143	26	2,04	52	411	516	12%
<b>Dic</b>	159	108	19	2,04	39	120	198	4%
<b>Ene</b>	80	65	11	2,04	23	57	103	2%
<b>Feb</b>	72	64	11	2,04	23	50	95	2%
<b>Mar</b>	133	56	10	2,04	20	112	153	4%
<b>Abr</b>	219	79	14	2,04	28	191	247	6%
<b>TOTAL</b>	<b>3755</b>					<b>3311</b>	<b>4200</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-4. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98010.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	609	180	32	2,04	66	542	675	14%
<b>Jun</b>	431	166	29	2,04	60	371	491	10%
<b>Jul</b>	294	150	26	2,04	54	240	348	7%
<b>Ago</b>	434	247	44	2,04	90	344	525	10%
<b>Set</b>	668	177	32	2,05	66	602	734	15%
<b>Oct</b>	703	207	38	2,05	77	626	780	16%
<b>Nov</b>	402	141	26	2,05	54	348	455	9%
<b>Dic</b>	135	83	15	2,04	30	105	165	3%
<b>Ene</b>	80	63	11	2,04	23	57	102	2%
<b>Feb</b>	96	67	12	2,04	24	72	120	2%
<b>Mar</b>	188	119	22	2,05	44	143	232	4%
<b>Abr</b>	332	144	26	2,04	53	279	385	8%
<b>TOTAL</b>	<b>4370</b>					<b>3729</b>	<b>5012</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-5. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98011.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	287	109	19	2,04	38	249	326	13%
<b>Jun</b>	230	116	21	2,04	42	188	272	11%
<b>Jul</b>	210	153	28	2,04	56	154	266	10%
<b>Ago</b>	257	109	19	2,04	39	218	297	12%
<b>Set</b>	315	125	22	2,04	44	271	360	15%
<b>Oct</b>	433	177	31	2,04	64	369	497	20%
<b>Nov</b>	234	146	26	2,04	53	181	286	11%
<b>Dic</b>	54	54	10	2,04	20	35	74	3%
<b>Ene</b>	15	24	4	2,04	8	6	23	1%
<b>Feb</b>	13	17	3	2,04	6	7	20	1%
<b>Mar</b>	22	23	4	2,04	8	14	30	1%
<b>Abr</b>	96	58	10	2,04	21	76	117	4%
<b>TOTAL</b>	<b>2167</b>					<b>1768</b>	<b>2567</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-6. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98012.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	283	75	13	2,04	27	256	311	13%
<b>Jun</b>	247	114	20	2,04	41	205	288	12%
<b>Jul</b>	188	82	14	2,04	29	159	217	9%
<b>Ago</b>	240	98	18	2,04	36	204	276	11%
<b>Set</b>	314	93	17	2,05	35	278	349	15%
<b>Oct</b>	353	124	23	2,05	46	307	399	17%
<b>Nov</b>	204	126	23	2,04	46	157	250	10%
<b>Dic</b>	53	40	7	2,05	15	38	68	2%
<b>Ene</b>	21	26	5	2,04	9	12	30	1%
<b>Feb</b>	29	32	6	2,04	11	18	40	1%
<b>Mar</b>	63	41	7	2,04	14	49	78	3%
<b>Abr</b>	144	82	15	2,04	30	114	174	7%
<b>TOTAL</b>	<b>2139</b>					<b>1798</b>	<b>2481</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-7. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98013.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	388	139	25	2,05	52	336	440	13%
<b>Jun</b>	322	107	20	2,05	41	281	362	11%
<b>Jul</b>	245	130	23	2,04	48	197	292	8%
<b>Ago</b>	314	127	23	2,04	47	267	360	11%
<b>Set</b>	398	115	22	2,05	45	353	442	13%
<b>Oct</b>	485	160	30	2,05	62	423	547	16%
<b>Nov</b>	320	136	24	2,04	50	270	370	11%
<b>Dic</b>	109	68	12	2,04	24	85	134	4%
<b>Ene</b>	43	43	8	2,05	16	27	59	1%
<b>Feb</b>	56	52	9	2,05	19	37	76	2%
<b>Mar</b>	100	64	11	2,04	23	77	123	3%
<b>Abr</b>	180	88	16	2,04	32	148	213	6%
<b>TOTAL</b>	<b>2961</b>					<b>2503</b>	<b>3419</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-8. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98018.

<b>Mes</b>	<b>Precip. Promedio (mm)</b>	<b>Desv. est.</b>	<b>Error est.</b>	<b>t 95%</b>	<b>Δ Precip.</b>	<b>L.C.I. (mm)</b>	<b>L.C.S. (mm)</b>	<b>Precip. Norm.</b>
<b>May</b>	425	138	24	2,04	50	376	475	13%
<b>Jun</b>	389	122	22	2,04	44	345	433	12%
<b>Jul</b>	275	136	24	2,04	48	227	324	8%
<b>Ago</b>	413	224	39	2,04	79	334	493	13%
<b>Set</b>	537	175	31	2,04	64	473	601	16%
<b>Oct</b>	582	169	30	2,04	61	521	643	18%
<b>Nov</b>	259	137	25	2,04	50	209	309	8%
<b>Dic</b>	53	50	9	2,04	18	35	71	2%
<b>Ene</b>	23	25	4	2,04	9	14	32	1%
<b>Feb</b>	36	39	7	2,04	14	22	50	1%
<b>Mar</b>	92	54	10	2,04	20	72	112	3%
<b>Abr</b>	214	105	18	2,04	37	177	251	6%
<b>TOTAL</b>	<b>3299</b>					<b>2805</b>	<b>3794</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-9. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98031.

<b>Mes</b>	<b>Precip. Promedio (mm)</b>	<b>Desv. est.</b>	<b>Error est.</b>	<b>t 95%</b>	<b>Δ Precip.</b>	<b>L.C.I. (mm)</b>	<b>L.C.S. (mm)</b>	<b>Precip. Norm.</b>
<b>May</b>	386	134	23	2,04	48	338	433	14%
<b>Jun</b>	346	109	19	2,04	39	307	385	12%
<b>Jul</b>	246	122	22	2,04	44	202	290	9%
<b>Ago</b>	328	147	26	2,04	53	275	381	12%
<b>Set</b>	445	134	23	2,04	47	397	492	16%
<b>Oct</b>	480	161	28	2,04	57	423	537	17%
<b>Nov</b>	218	117	21	2,04	43	175	261	8%
<b>Dic</b>	50	42	8	2,04	15	35	66	2%
<b>Ene</b>	22	25	4	2,04	9	13	31	1%
<b>Feb</b>	34	37	6	2,04	13	20	47	1%
<b>Mar</b>	75	43	8	2,04	15	60	91	3%
<b>Abr</b>	159	84	15	2,04	30	129	189	6%
<b>TOTAL</b>	<b>2788</b>					<b>2375</b>	<b>3202</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-10. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98032.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	327	123	22	2,04	44	283	371	13%
<b>Jun</b>	263	104	18	2,04	37	226	300	10%
<b>Jul</b>	261	146	25	2,04	52	210	313	10%
<b>Ago</b>	299	125	22	2,04	45	254	344	12%
<b>Set</b>	411	171	30	2,04	62	349	473	16%
<b>Oct</b>	478	200	35	2,04	71	407	549	18%
<b>Nov</b>	274	192	34	2,04	69	205	344	11%
<b>Dic</b>	87	82	15	2,04	30	58	117	3%
<b>Ene</b>	16	22	4	2,04	8	9	24	1%
<b>Feb</b>	17	25	4	2,04	9	8	26	1%
<b>Mar</b>	38	36	6	2,04	13	25	51	1%
<b>Abr</b>	123	55	10	2,04	20	103	143	5%
<b>TOTAL</b>	<b>2596</b>					<b>2137</b>	<b>3055</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-11. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98033.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	513	156	28	2,04	56	456	569	14%
<b>Jun</b>	405	139	24	2,04	49	355	454	11%
<b>Jul</b>	280	153	27	2,04	54	226	334	8%
<b>Ago</b>	381	196	35	2,04	71	310	451	11%
<b>Set</b>	547	158	29	2,05	59	488	606	15%
<b>Oct</b>	607	163	29	2,04	59	549	666	17%
<b>Nov</b>	292	154	27	2,04	55	238	347	8%
<b>Dic</b>	78	53	9	2,04	19	58	97	2%
<b>Ene</b>	43	46	8	2,04	16	27	59	1%
<b>Feb</b>	55	43	7	2,04	15	40	70	2%
<b>Mar</b>	130	71	12	2,04	25	105	155	4%
<b>Abr</b>	230	100	17	2,04	36	194	265	6%
<b>TOTAL</b>	<b>3560</b>					<b>3046</b>	<b>4075</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-12. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98034.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	288	68	12	2,04	25	264	313	13%
<b>Jun</b>	270	100	18	2,04	36	234	306	12%
<b>Jul</b>	233	86	15	2,04	31	202	263	10%
<b>Ago</b>	267	109	19	2,04	39	229	306	12%
<b>Set</b>	334	90	16	2,04	32	302	365	15%
<b>Oct</b>	368	107	19	2,04	39	329	406	16%
<b>Nov</b>	198	93	16	2,04	33	164	231	9%
<b>Dic</b>	49	40	7	2,04	14	35	63	2%
<b>Ene</b>	24	31	5	2,04	11	13	36	1%
<b>Feb</b>	33	31	5	2,04	11	22	44	1%
<b>Mar</b>	62	36	6	2,04	13	49	75	3%
<b>Abr</b>	142	60	11	2,04	22	121	164	6%
<b>TOTAL</b>	<b>2268</b>					<b>1963</b>	<b>2572</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-13. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98035.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	471	149	26	2,04	54	417	525	12%
<b>Jun</b>	429	112	20	2,04	41	389	470	11%
<b>Jul</b>	371	135	23	2,04	48	324	419	9%
<b>Ago</b>	459	139	24	2,04	49	410	509	11%
<b>Set</b>	524	102	18	2,04	36	488	560	13%
<b>Oct</b>	634	144	26	2,04	52	582	687	16%
<b>Nov</b>	450	160	29	2,04	59	392	509	11%
<b>Dic</b>	180	94	17	2,04	34	146	214	4%
<b>Ene</b>	81	62	11	2,04	22	59	103	2%
<b>Feb</b>	75	63	11	2,04	22	53	98	2%
<b>Mar</b>	132	62	11	2,04	22	110	154	3%
<b>Abr</b>	247	88	15	2,04	31	216	278	6%
<b>TOTAL</b>	<b>4055</b>					<b>3585</b>	<b>4524</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-14. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98036.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	251	102	19	2,05	39	212	290	13%
<b>Jun</b>	202	94	17	2,04	35	168	237	11%
<b>Jul</b>	175	100	18	2,05	38	137	213	9%
<b>Ago</b>	233	146	26	2,04	53	180	286	12%
<b>Set</b>	312	107	19	2,04	38	274	350	16%
<b>Oct</b>	392	186	32	2,04	66	326	458	21%
<b>Nov</b>	176	146	26	2,04	54	122	230	9%
<b>Dic</b>	28	31	5	2,04	11	17	40	1%
<b>Ene</b>	9	14	2	2,05	5	3	14	0%
<b>Feb</b>	10	14	3	2,05	5	5	15	1%
<b>Mar</b>	37	33	6	2,04	12	25	49	2%
<b>Abr</b>	84	61	11	2,05	23	61	106	4%
<b>TOTAL</b>	<b>1908</b>					<b>1530</b>	<b>2286</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-15. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98037.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	347	128	23	2,04	46	301	393	13%
<b>Jun</b>	294	138	24	2,04	50	245	344	11%
<b>Jul</b>	225	120	22	2,05	45	180	270	8%
<b>Ago</b>	308	166	30	2,05	62	245	370	11%
<b>Set</b>	430	180	33	2,05	67	363	498	16%
<b>Oct</b>	536	206	37	2,04	75	461	612	20%
<b>Nov</b>	267	171	31	2,05	64	203	331	10%
<b>Dic</b>	56	62	11	2,05	23	33	79	2%
<b>Ene</b>	23	29	5	2,04	11	13	34	1%
<b>Feb</b>	31	40	7	2,04	14	17	45	1%
<b>Mar</b>	63	47	8	2,04	17	46	80	2%
<b>Abr</b>	142	88	15	2,04	32	110	173	5%
<b>TOTAL</b>	<b>2723</b>					<b>2217</b>	<b>3229</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-16. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98043.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	437	146	25	2,04	52	385	489	14%
<b>Jun</b>	385	136	24	2,04	48	337	433	12%
<b>Jul</b>	245	111	20	2,04	40	205	285	8%
<b>Ago</b>	363	177	31	2,04	63	300	426	12%
<b>Set</b>	478	141	25	2,04	51	427	528	15%
<b>Oct</b>	541	177	31	2,04	64	477	604	17%
<b>Nov</b>	255	121	21	2,04	44	211	299	8%
<b>Dic</b>	68	61	11	2,04	22	46	90	2%
<b>Ene</b>	32	38	7	2,04	13	18	45	1%
<b>Feb</b>	40	45	8	2,04	16	24	56	1%
<b>Mar</b>	106	71	12	2,04	25	81	131	3%
<b>Abr</b>	169	102	18	2,04	36	132	205	5%
<b>TOTAL</b>	<b>3118</b>					<b>2644</b>	<b>3592</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-17. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98044.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	384	135	27	2,06	56	328	439	13%
<b>Jun</b>	336	112	22	2,06	44	292	381	12%
<b>Jul</b>	217	118	23	2,06	47	170	263	7%
<b>Ago</b>	303	158	31	2,06	64	239	367	10%
<b>Set</b>	454	129	25	2,06	51	403	505	16%
<b>Oct</b>	525	165	32	2,06	67	458	592	18%
<b>Nov</b>	275	116	23	2,06	48	227	323	9%
<b>Dic</b>	73	59	12	2,06	24	49	97	3%
<b>Ene</b>	40	53	11	2,06	22	18	62	1%
<b>Feb</b>	47	58	12	2,06	24	24	71	2%
<b>Mar</b>	104	72	14	2,06	30	74	134	4%
<b>Abr</b>	139	76	15	2,06	31	108	169	5%
<b>TOTAL</b>	<b>2896</b>					<b>2389</b>	<b>3402</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-18. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98051.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	431	139	27	2,06	56	375	487	13%
<b>Jun</b>	370	108	21	2,06	44	326	414	11%
<b>Jul</b>	268	124	23	2,05	48	220	316	8%
<b>Ago</b>	375	154	30	2,06	61	314	435	11%
<b>Set</b>	511	146	29	2,06	59	452	570	15%
<b>Oct</b>	547	159	33	2,07	69	478	616	17%
<b>Nov</b>	304	145	28	2,06	57	246	361	9%
<b>Dic</b>	81	58	11	2,05	22	59	103	2%
<b>Ene</b>	38	42	8	2,06	17	22	55	1%
<b>Feb</b>	42	47	9	2,05	18	24	60	1%
<b>Mar</b>	115	61	11	2,05	23	92	138	3%
<b>Abr</b>	218	106	21	2,06	43	175	261	7%
<b>TOTAL</b>	<b>3300</b>					<b>2783</b>	<b>3817</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-19. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98057.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
<b>May</b>	332	78	14	2,05	29	303	362	12%
<b>Jun</b>	287	120	21	2,04	43	244	330	11%
<b>Jul</b>	252	106	18	2,04	38	214	289	9%
<b>Ago</b>	326	134	23	2,04	48	278	373	12%
<b>Set</b>	381	90	16	2,04	32	349	412	14%
<b>Oct</b>	448	121	21	2,04	43	405	490	17%
<b>Nov</b>	279	153	27	2,04	56	223	335	10%
<b>Dic</b>	70	53	10	2,04	20	50	89	3%
<b>Ene</b>	30	28	5	2,04	10	20	41	1%
<b>Feb</b>	30	32	6	2,04	11	19	42	1%
<b>Mar</b>	75	50	9	2,04	18	57	93	3%
<b>Abr</b>	172	93	16	2,04	33	139	205	6%
<b>TOTAL</b>	<b>2683</b>					<b>2302</b>	<b>3063</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-20. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98066.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
May	489	102	27	2,16	59	430	547	12%
Jun	396	95	25	2,14	53	343	448	10%
Jul	385	157	42	2,16	91	294	475	10%
Ago	436	121	33	2,18	73	363	509	11%
Set	510	119	33	2,18	72	438	583	13%
Oct	528	114	32	2,18	69	459	597	13%
Nov	412	184	46	2,13	98	314	510	10%
Dic	136	53	13	2,13	28	108	164	3%
Ene	80	51	12	2,12	26	54	106	2%
Feb	103	71	18	2,13	38	65	141	3%
Mar	185	102	26	2,14	56	129	242	5%
Abr	284	107	27	2,13	57	227	341	7%
<b>TOTAL</b>	<b>3944</b>					<b>3224</b>	<b>4664</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-21. Límites de confianza y normalización de la precipitación en estación pluviográfica 98068.

Mes	Precip. Promedio (mm)	Desv. est.	Error est.	t 95%	$\Delta$ Precip.	L.C.I. (mm)	L.C.S. (mm)	Precip. Norm.
May	529	144	40	2,18	87	442	616	12%
Jun	461	137	39	2,20	87	374	548	11%
Jul	372	140	37	2,16	81	291	453	9%
Ago	458	177	47	2,16	102	356	560	11%
Set	660	120	32	2,16	69	591	730	16%
Oct	690	185	48	2,14	103	587	792	16%
Nov	398	180	47	2,14	100	298	498	9%
Dic	85	54	14	2,16	31	54	117	2%
Ene	20	20	5	2,18	12	8	32	0%
Feb	93	84	22	2,14	47	47	140	2%
Mar	151	88	23	2,14	49	102	199	4%
Abr	331	154	39	2,13	82	248	413	8%
<b>TOTAL</b>	<b>4249</b>					<b>3399</b>	<b>5099</b>	

Fuente: García, E. 2015.

## 7.2. Apéndice B: Insumos para la creación de mapas de temperatura promedio

Para la confección de los mapas de temperatura promedio para las estaciones lluviosa y seca se utilizan los datos de temperatura promedio mensual de cada una de las estaciones meteorológicas del Instituto Costarricense de Electricidad que presentan este tipo de registro y que se encuentran sobre la cuenca del río Grande de Térraba como se describe del Cuadro 7-22 al Cuadro 7-28. Además se definen los límites de confianza para cada mes de acuerdo al sistema interno del ICE. Finalmente los valores de temperatura promedio se normalizan para determinar la distribución que tiene sobre la cuenca.

Cuadro 7-22. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98006.

<b>Mes</b>	<b>Temp. Promedio (°C)</b>	<b>Desv. est.</b>	<b>Error est.</b>	<b>t 95%</b>	<b>Δ Temp.</b>	<b>L.C.I. (°C)</b>	<b>L.C.S. (°C)</b>	<b>Temp. Norm.</b>
<b>May</b>	24,8	1	0	2,06	0	24,5	25,1	1,014
<b>Jun</b>	24,5	1	0	2,05	0	24,3	24,8	1,003
<b>Jul</b>	24,5	1	0	2,06	0	24,2	24,7	1,000
<b>Ago</b>	24,4	1	0	2,06	0	24,1	24,6	0,997
<b>Set</b>	24,0	1	0	2,06	0	23,8	24,3	0,982
<b>Oct</b>	23,8	1	0	2,05	0	23,5	24,0	0,972
<b>Nov</b>	23,8	1	0	2,07	0	23,4	24,2	0,974
<b>Dic</b>	24,1	1	0	2,06	0	23,8	24,4	0,985
<b>Ene</b>	24,2	1	0	2,06	0	23,9	24,5	0,990
<b>Feb</b>	24,8	1	0	2,05	0	24,3	25,2	1,012
<b>Mar</b>	25,3	1	0	2,06	0	25,0	25,6	1,034
<b>Abr</b>	25,3	1	0	2,06	0	25,0	25,7	1,036
<b>TOTAL</b>	<b>24,5</b>					<b>24,1</b>	<b>24,8</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-23. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98007.

Mes	Temp. Promedio (°C)	Desv. est.	Error est.	t 95%	Δ Temp.	L.C.I. (°C)	L.C.S. (°C)	Temp. Norm.
May	21,9	1	0	2,06	0	21,6	22,2	1,020
Jun	21,7	1	0	2,06	0	21,4	21,9	1,011
Jul	21,5	1	0	2,06	0	21,3	21,7	1,002
Ago	21,3	1	0	2,05	0	21,0	21,5	0,991
Set	21,0	1	0	2,06	0	20,8	21,3	0,982
Oct	20,9	1	0	2,07	0	20,7	21,1	0,974
Nov	21,0	0	0	2,07	0	20,8	21,2	0,980
Dic	21,1	1	0	2,07	0	20,8	21,4	0,982
Ene	21,2	1	0	2,06	0	20,9	21,5	0,990
Feb	21,7	1	0	2,06	0	21,3	22,0	1,010
Mar	22,0	1	0	2,06	0	21,6	22,4	1,026
Abr	22,2	1	0	2,06	0	21,8	22,5	1,033
<b>TOTAL</b>	<b>21,4</b>					<b>21,2</b>	<b>21,7</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-24. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98010.

Mes	Temp. Promedio (°C)	Desv. est.	Error est.	t 95%	Δ Temp.	L.C.I. (°C)	L.C.S. (°C)	Temp. Norm.
May	19,6	0	0	2,06	0	19,5	19,8	1,020
Jun	19,4	0	0	2,06	0	19,3	19,6	1,009
Jul	19,1	0	0	2,06	0	19,0	19,3	0,994
Ago	19,1	0	0	2,05	0	19,0	19,3	0,994
Set	19,0	0	0	2,05	0	18,8	19,2	0,987
Oct	18,8	0	0	2,06	0	18,6	19,0	0,978
Nov	18,8	0	0	2,06	0	18,6	19,0	0,978
Dic	18,8	1	0	2,06	0	18,5	19,1	0,978
Ene	18,9	1	0	2,06	0	18,6	19,3	0,984
Feb	19,4	1	0	2,05	0	19,2	19,7	1,010
Mar	19,9	1	0	2,06	0	19,6	20,1	1,031
Abr	19,9	1	0	2,06	0	19,7	20,2	1,035
<b>TOTAL</b>	<b>19,3</b>					<b>19,0</b>	<b>19,5</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-25. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98011.

Mes	Temp. Promedio (°C)	Desv. est.	Error est.	t 95%	Δ Temp.	L.C.I. (°C)	L.C.S. (°C)	Temp. Norm.
May	22,8	1	0	2,05	0	22,5	23,1	1,020
Jun	22,6	1	0	2,05	0	22,3	22,8	1,010
Jul	22,3	1	0	2,05	0	22,1	22,5	0,998
Ago	22,3	1	0	2,05	0	22,1	22,5	0,998
Set	22,1	1	0	2,05	0	21,9	22,4	0,991
Oct	22,0	1	0	2,06	0	21,7	22,2	0,983
Nov	22,0	1	0	2,06	0	21,7	22,2	0,984
Dic	21,8	1	0	2,05	0	21,5	22,1	0,977
Ene	21,8	1	0	2,05	0	21,5	22,1	0,975
Feb	22,3	1	0	2,05	0	22,0	22,7	0,998
Mar	23,0	1	0	2,05	0	22,6	23,3	1,027
Abr	23,2	1	0	2,05	0	22,9	23,5	1,039
<b>TOTAL</b>	<b>22,3</b>					<b>22,1</b>	<b>22,6</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-26. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98012.

Mes	Temp. Promedio (°C)	Desv. est.	Error est.	t 95%	Δ Temp.	L.C.I. (°C)	L.C.S. (°C)	Temp. Norm.
Mayo	26,7	1	0	2,07	0	26,2	27,1	1,010
May	26,2	1	0	2,06	0	25,8	26,5	0,992
Jun	26,1	1	0	2,07	0	25,7	26,4	0,987
Jul	26,0	1	0	2,07	0	25,6	26,4	0,985
Ago	26,0	1	0	2,09	0	25,6	26,3	0,984
Set	25,7	1	0	2,07	0	25,3	26,0	0,973
Oct	25,8	1	0	2,07	0	25,4	26,2	0,978
Nov	26,1	1	0	2,08	0	25,6	26,5	0,987
Dic	26,2	1	0	2,06	1	25,6	26,7	0,991
Ene	26,8	2	0	2,06	1	26,2	27,5	1,017
Feb	27,7	1	0	2,07	0	27,2	28,2	1,049
Mar	27,6	1	0	2,07	1	27,1	28,1	1,046
Abr	<b>26,4</b>					<b>26,0</b>	<b>26,8</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-27. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98037.

Mes	Temp. Promedio (°C)	Desv. est.	Error est.	t 95%	Δ Temp.	L.C.I. (°C)	L.C.S. (°C)	Temp. Norm.
May	27,3	1	0	2,05	0	27,0	27,5	1,009
Jun	26,9	1	0	2,05	0	26,6	27,1	0,994
Jul	26,7	1	0	2,05	0	26,5	26,9	0,988
Ago	26,7	1	0	2,05	0	26,4	26,9	0,987
Set	26,4	1	0	2,05	0	26,1	26,6	0,976
Oct	25,9	1	0	2,05	0	25,7	26,1	0,959
Nov	26,2	1	0	2,05	0	26,0	26,4	0,971
Dic	26,7	1	0	2,05	0	26,5	27,0	0,990
Ene	27,2	1	0	2,05	0	26,9	27,5	1,008
Feb	27,8	1	0	2,04	0	27,5	28,1	1,030
Mar	28,3	1	0	2,05	0	28,1	28,5	1,048
Abr	28,1	1	0	2,05	0	27,8	28,4	1,041
<b>TOTAL</b>	<b>27,0</b>					<b>26,8</b>	<b>27,3</b>	

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-28. Límites de confianza y normalización de la temperatura en estación pluviográfica 98044.

Mes	Temp. Promedio (°C)	Desv. est.	Error est.	t 95%	Δ Temp.	L.C.I. (°C)	L.C.S. (°C)	Temp. Norm.
May	19,4	1	0	2,09	0	19,1	19,8	1,019
Jun	19,3	1	0	2,08	0	18,9	19,7	1,013
Jul	19,0	1	0	2,08	0	18,6	19,4	0,998
Ago	19,0	1	0	2,09	0	18,6	19,3	0,996
Set	18,8	1	0	2,08	0	18,4	19,1	0,985
Oct	18,6	1	0	2,09	0	18,3	18,9	0,978
Nov	18,7	1	0	2,09	0	18,4	19,1	0,984
Dic	18,6	1	0	2,10	0	18,3	19,0	0,979
Ene	18,6	1	0	2,09	0	18,2	19,1	0,980
Feb	19,2	1	0	2,09	0	18,7	19,6	1,006
Mar	19,5	1	0	2,08	0	19,1	20,0	1,026
Abr	19,7	1	0	2,07	0	19,3	20,1	1,036
<b>TOTAL</b>	<b>19,0</b>					<b>18,7</b>	<b>19,4</b>	

Fuente: García, E. 2015.

### 7.3. Apéndice C: Valores fundamentales máximos de intensidad de precipitación.

A continuación se presentan los valores máximos en cuanto a intensidad de precipitación para seis duraciones en un rango de tiempo de 20 años. Los resultados han sido dispuestos del Cuadro 7-29 al Cuadro 7-48 y corresponden a cada una de las 20 estaciones ubicadas sobre la cuenca del río Grande de Térraba. Se han denominado valores fundamentales, a pesar de que responden al procesamiento de los datos crudos y la selección de la intensidad máxima para cada año de acuerdo a seis ventanas de tiempo distintas.

Cuadro 7-29. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98006.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	64,80	60,00	49,90	35,08	29,20	20,66
<b>1994</b>	81,00	67,40	50,00	36,55	29,38	17,63
<b>1996</b>	60,00	46,20	36,10	32,05	27,90	24,75
<b>1999</b>	117,00	95,80	76,30	57,40	43,23	23,30
<b>2000</b>	171,60	133,40	90,10	54,05	36,33	21,17
<b>2001</b>	163,20	135,80	101,20	53,05	35,83	20,70
<b>2002</b>	132,60	100,20	56,90	37,50	28,67	14,38
<b>2003</b>	105,00	89,80	63,20	39,50	27,53	14,38
<b>2004</b>	251,40	102,60	62,50	35,55	24,57	16,43
<b>2005</b>	144,60	98,00	61,20	38,60	25,83	17,18
<b>2006</b>	120,60	105,20	68,30	34,65	27,77	16,47
<b>2007</b>	163,20	110,80	60,70	40,65	29,37	16,60
<b>2008</b>	127,80	92,40	60,20	51,45	43,27	23,37
<b>2009</b>	118,80	94,00	72,10	38,25	26,50	15,32
<b>2010</b>	140,40	107,80	79,50	47,75	38,77	20,65
<b>2011</b>	126,60	91,40	64,00	36,70	27,27	16,60
<b>2012</b>	123,60	93,40	59,20	42,55	34,30	17,15

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-30. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98007.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	87,00	74,80	52,60	36,45	24,98	13,06
<b>1994</b>	120,00	85,00	62,50	33,53	32,35	19,28
<b>1995</b>	70,80	48,00	38,20	26,15	19,90	12,90
<b>1996</b>	120,00	112,80	85,75	46,31	30,89	15,46
<b>1997</b>	120,00	100,00	75,80	38,25	26,88	14,84
<b>1998</b>	153,00	111,00	70,10	39,05	27,83	15,93
<b>1999</b>	114,60	78,00	43,60	26,80	20,70	11,40
<b>2000</b>	123,00	80,80	60,70	36,00	25,03	12,77
<b>2001</b>	133,80	101,40	74,20	39,30	27,97	14,63
<b>2002</b>	109,80	87,40	56,20	30,65	20,53	10,45
<b>2003</b>	111,00	99,00	63,50	38,85	27,23	13,87
<b>2004</b>	105,00	79,20	52,60	32,00	22,50	13,35
<b>2005</b>	103,80	78,80	62,50	40,75	33,60	17,65
<b>2006</b>	114,60	71,60	58,70	41,65	30,57	15,75
<b>2007</b>	109,80	69,60	58,90	43,80	32,27	19,57
<b>2008</b>	117,60	80,80	56,40	33,65	23,70	12,78
<b>2009</b>	146,40	116,80	71,10	50,05	41,67	22,13
<b>2010</b>	108,00	83,40	62,20	45,20	32,33	16,72
<b>2011</b>	91,20	75,20	53,90	31,10	25,67	13,88
<b>2012</b>	102,00	82,20	58,20	39,85	29,03	15,07

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-31. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98010.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	162,00	104,00	95,00	65,00	43,77	23,07
<b>1994</b>	180,00	120,00	85,50	58,65	39,43	20,72
<b>1995</b>	108,00	72,00	48,00	34,00	25,87	15,98
<b>1996</b>	120,00	90,00	85,35	59,35	41,13	34,47
<b>1997</b>	139,50	100,00	84,75	45,95	33,37	19,30
<b>1998</b>	108,00	80,00	67,00	52,15	36,90	18,97
<b>1999</b>	181,80	100,80	70,60	59,60	42,40	24,60
<b>2000</b>	122,40	101,40	73,10	39,80	33,70	19,50
<b>2001</b>	124,80	82,20	57,00	31,50	22,00	11,70
<b>2002</b>	112,80	98,00	72,20	38,30	26,90	18,80
<b>2003</b>	111,00	94,60	63,70	51,40	35,20	18,50
<b>2004</b>	124,80	112,80	80,30	44,00	29,80	15,30
<b>2005</b>	129,60	98,00	55,10	38,90	31,00	15,80
<b>2006</b>	121,80	96,60	64,30	36,50	27,50	16,10
<b>2007</b>	131,40	86,40	55,90	36,70	28,40	16,80
<b>2008</b>	157,20	109,20	85,60	50,70	35,10	17,70
<b>2009</b>	106,80	82,80	69,10	46,10	31,50	16,10
<b>2010</b>	134,40	101,00	66,10	41,20	27,70	17,30
<b>2011</b>	24,60	19,40	16,00	10,70	7,50	3,90
<b>2012</b>	114,60	97,00	65,30	33,70	22,70	11,40

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-32. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98011.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	120,00	92,00	74,00	64,50	53,50	40,57
<b>1994</b>	120,00	70,10	40,00	30,00	23,67	15,67
<b>1995</b>	96,00	76,00	49,50	36,00	29,83	16,80
<b>1996</b>	120,00	120,00	110,00	93,00	85,33	63,57
<b>1997</b>	84,00	68,00	47,60	30,15	22,80	13,42
<b>1998</b>	120,00	59,70	38,55	29,75	22,00	15,38
<b>1999</b>	117,00	77,80	58,60	53,40	46,27	27,30
<b>2000</b>	116,40	87,60	64,40	32,75	22,00	13,55
<b>2001</b>	82,20	46,00	28,70	16,50	12,97	8,60
<b>2002</b>	88,20	62,60	44,40	26,95	21,90	12,88
<b>2003</b>	91,20	59,60	40,70	26,60	21,60	15,73
<b>2004</b>	84,00	71,60	53,30	37,10	26,23	13,25
<b>2005</b>	87,00	52,40	43,20	28,85	20,67	14,10
<b>2006</b>	71,40	54,40	48,50	30,60	22,87	12,15
<b>2007</b>	78,00	62,40	43,40	28,05	21,00	15,07
<b>2008</b>	73,20	52,40	37,60	27,05	20,73	11,55
<b>2009</b>	108,00	70,20	43,90	23,50	19,57	12,95
<b>2010</b>	105,00	86,40	57,70	35,20	24,30	16,43
<b>2011</b>	94,80	77,20	55,40	32,75	23,03	13,80
<b>2012</b>	102,00	72,60	49,00	34,15	26,23	21,97

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-33. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98012.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	108,00	84,00	57,00	35,83	23,97	12,00
<b>1994</b>	120,00	80,00	56,35	32,85	22,13	11,17
<b>1995</b>	60,00	60,00	58,00	34,73	23,17	11,60
<b>1996</b>	120,00	100,00	73,30	46,70	32,42	16,28
<b>1997</b>	144,00	108,00	84,00	50,00	47,43	24,93
<b>1998</b>	120,00	82,00	59,00	38,60	27,77	15,28
<b>1999</b>	120,60	99,20	68,90	34,60	23,17	15,80
<b>2000</b>	121,80	91,00	77,00	39,25	26,17	13,13
<b>2001</b>	96,00	74,80	53,90	29,95	21,37	11,03
<b>2002</b>	87,00	67,20	42,70	24,15	19,70	11,45
<b>2003</b>	96,00	77,80	63,10	31,95	21,40	10,80
<b>2004</b>	99,00	92,80	78,70	47,75	33,63	16,92
<b>2005</b>	105,00	74,20	47,00	33,80	28,10	17,35
<b>2006</b>	118,80	96,00	75,40	45,20	30,23	15,15
<b>2007</b>	120,60	103,20	79,80	49,00	34,37	19,13
<b>2008</b>	109,80	61,00	42,20	24,25	20,07	10,28
<b>2009</b>	108,00	63,00	48,50	26,40	19,13	15,62
<b>2010</b>	87,00	65,60	40,90	21,95	18,37	12,57
<b>2011</b>	117,60	101,20	63,50	42,15	29,37	15,28
<b>2012</b>	100,80	76,80	47,30	24,15	16,27	8,17

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-34. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98013.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	120,00	80,00	49,80	25,15	18,40	11,63
<b>1994</b>	84,00	52,00	46,35	29,00	21,83	15,84
<b>1995</b>	96,00	80,00	61,20	41,05	31,57	18,17
<b>1996</b>	51,00	24,00	20,70	16,20	14,07	11,42
<b>1997</b>	93,00	71,00	50,00	31,45	21,87	11,36
<b>1998</b>	66,00	35,00	19,20	9,60	6,40	3,33
<b>1999</b>	112,80	76,00	61,60	32,30	21,60	11,85
<b>2000</b>	120,60	79,20	54,50	35,90	24,50	14,80
<b>2001</b>	117,60	74,00	38,20	20,65	15,60	9,83
<b>2002</b>	60,60	60,00	49,50	30,10	20,60	15,07
<b>2003</b>	94,20	43,60	31,10	23,20	16,73	9,48
<b>2004</b>	77,40	83,00	56,80	29,00	22,57	12,33
<b>2005</b>	121,20	74,60	47,80	27,70	18,63	11,72
<b>2006</b>	119,40	98,20	78,10	41,25	27,57	13,80
<b>2007</b>	123,60	95,00	65,80	43,95	31,23	18,45
<b>2008</b>	131,40	73,20	43,70	27,80	22,17	12,32
<b>2009</b>	94,80	67,00	64,80	37,85	26,83	14,87
<b>2010</b>	103,80	93,40	65,00	40,15	27,70	14,82
<b>2011</b>	147,60	96,60	55,90	39,10	27,93	16,17
<b>2012</b>	108,00	72,60	48,30	35,30	28,63	14,68

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-35. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98018.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	150,00	124,00	85,80	49,40	34,77	18,07
<b>1994</b>	180,00	120,00	79,00	43,65	30,60	15,83
<b>1995</b>	120,00	120,00	100,40	66,00	45,75	22,90
<b>1996</b>	120,00	100,00	70,00	38,75	28,23	17,62
<b>1997</b>	180,00	140,00	100,00	59,85	41,97	21,15
<b>1998</b>	120,00	84,00	73,00	46,40	33,33	26,62
<b>1999</b>	117,00	87,00	73,70	49,05	32,70	16,50
<b>2000</b>	122,40	99,60	79,40	54,40	39,40	20,33
<b>2001</b>	124,20	101,80	67,90	35,05	26,60	16,33
<b>2002</b>	120,60	97,00	77,70	61,15	45,00	22,92
<b>2003</b>	123,00	86,40	56,00	38,10	27,70	17,77
<b>2004</b>	132,60	74,80	65,70	43,60	31,10	17,53
<b>2005</b>	117,00	95,80	72,80	47,50	36,43	19,53
<b>2006</b>	173,40	118,80	88,40	47,00	32,60	17,35
<b>2007</b>	134,40	90,00	75,00	42,25	32,73	16,88
<b>2008</b>	134,40	102,60	59,70	47,50	34,13	18,83
<b>2009</b>	126,60	91,40	58,40	44,45	32,93	16,88
<b>2010</b>	134,40	102,20	67,80	38,35	27,60	15,28
<b>2011</b>	118,80	84,40	57,20	43,70	31,83	16,38
<b>2012</b>	158,40	115,80	71,40	42,05	28,63	14,65

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-36. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98031.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	90,00	56,00	49,50	32,85	24,33	13,65
<b>1994</b>	67,80	54,00	37,00	22,58	15,42	8,13
<b>1995</b>	120,00	72,00	56,50	48,00	37,13	19,23
<b>1996</b>	180,00	100,00	80,00	68,50	59,00	53,67
<b>1997</b>	66,00	53,00	35,00	26,50	20,13	10,91
<b>1998</b>	120,00	90,00	59,90	31,15	21,37	12,83
<b>1999</b>	63,60	40,40	27,80	22,05	16,87	10,62
<b>2000</b>	82,80	50,20	38,70	26,10	19,77	14,25
<b>2001</b>	59,40	39,80	32,00	25,95	18,97	12,30
<b>2002</b>	124,20	79,40	47,40	28,35	21,80	11,48
<b>2003</b>	85,80	50,20	39,90	26,40	22,93	14,02
<b>2004</b>	62,40	43,60	37,90	19,75	16,70	8,95
<b>2005</b>	117,00	59,40	48,30	33,75	27,93	17,60
<b>2006</b>	105,00	88,40	55,60	37,85	27,70	15,42
<b>2007</b>	93,00	58,00	48,00	32,50	22,70	11,90
<b>2008</b>	103,80	82,80	54,10	42,15	34,37	22,32
<b>2009</b>	108,00	73,20	48,30	29,60	21,07	11,38
<b>2010</b>	88,20	58,40	43,90	30,25	20,67	12,32
<b>2011</b>	91,20	51,40	35,60	26,55	22,10	13,03
<b>2012</b>	102,00	72,60	48,30	27,20	22,53	12,83

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-37. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98032.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	144,00	108,00	71,00	47,00	45,67	31,87
<b>1994</b>	78,00	43,80	25,70	17,93	15,90	9,33
<b>1995</b>	84,00	60,00	46,00	29,55	27,83	18,22
<b>1996</b>	369,00	129,00	80,00	67,50	59,33	54,17
<b>1997</b>	96,00	90,00	67,00	50,75	37,33	22,98
<b>1998</b>	60,00	40,00	38,00	24,95	23,00	19,42
<b>1999</b>	71,40	61,20	40,30	30,75	23,80	15,50
<b>2000</b>	110,40	46,00	35,90	28,55	25,07	15,57
<b>2001</b>	125,40	83,80	49,30	34,90	24,30	12,42
<b>2002</b>	118,80	117,60	80,50	43,85	37,77	25,33
<b>2003</b>	115,80	77,20	58,20	40,50	29,10	15,82
<b>2004</b>	120,60	73,40	41,00	20,80	15,07	9,08
<b>2005</b>	73,80	60,20	50,20	40,40	40,17	29,30
<b>2006</b>	102,00	86,40	55,90	30,35	22,27	13,00
<b>2007</b>	102,00	61,40	37,30	20,30	17,87	12,23
<b>2008</b>	183,00	100,00	50,00	33,90	23,10	11,85
<b>2009</b>	112,80	74,20	48,30	25,15	21,83	13,03
<b>2010</b>	292,80	99,00	49,80	27,45	21,77	13,17
<b>2011</b>	97,80	61,40	51,30	29,60	21,00	11,65
<b>2012</b>	96,00	66,60	47,30	37,60	28,63	16,47

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-38. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98033.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	120,00	120,00	81,50	46,18	33,60	16,92
<b>1994</b>	96,00	72,00	56,90	41,75	31,78	17,45
<b>1995</b>	120,00	94,00	63,00	37,60	25,80	16,83
<b>1996</b>	102,00	76,00	74,00	55,58	39,00	25,92
<b>1997</b>	120,00	100,00	82,00	50,25	35,67	22,33
<b>1998</b>	120,00	100,00	67,00	39,55	27,13	15,07
<b>1999</b>	179,40	119,80	79,50	45,15	30,53	15,50
<b>2000</b>	117,60	69,80	46,60	37,85	28,13	16,48
<b>2001</b>	117,60	63,80	47,70	24,45	17,13	10,40
<b>2002</b>	112,80	73,80	50,00	39,70	28,27	15,05
<b>2003</b>	123,00	100,80	72,80	54,90	45,97	24,07
<b>2004</b>	120,60	116,20	72,90	46,10	33,87	18,88
<b>2005</b>	119,40	83,60	57,60	37,60	28,73	14,95
<b>2006</b>	119,40	59,00	48,30	34,15	24,00	15,03
<b>2007</b>	114,60	90,80	65,80	47,30	34,63	19,47
<b>2008</b>	123,60	88,80	73,40	51,55	34,80	19,65
<b>2009</b>	112,80	89,00	55,90	35,45	25,67	14,10
<b>2010</b>	96,00	71,20	53,10	31,60	26,17	15,45
<b>2011</b>	47,40	37,00	28,40	24,15	19,47	10,92
<b>2012</b>	112,80	58,40	40,60	29,35	21,60	17,62

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-39. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98034.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	90,00	72,00	53,40	33,50	27,62	14,63
<b>1994</b>	96,00	80,00	66,00	44,00	29,58	14,83
<b>1999</b>	123,00	76,80	49,20	27,15	18,60	12,03
<b>2000</b>	120,00	83,20	66,10	34,10	23,30	12,03
<b>2001</b>	122,40	68,80	45,30	27,85	18,97	9,48
<b>2002</b>	122,40	79,20	49,70	29,60	20,03	10,07
<b>2003</b>	114,00	63,60	50,30	26,45	21,53	14,27
<b>2004</b>	119,40	60,00	40,00	22,30	16,40	9,55
<b>2005</b>	112,80	71,20	47,70	28,20	20,77	13,45
<b>2006</b>	120,60	74,80	46,60	26,75	18,83	12,83
<b>2007</b>	114,60	81,20	48,80	25,40	19,30	12,07
<b>2008</b>	111,60	64,60	40,40	21,35	14,73	8,55
<b>2009</b>	108,00	88,40	68,60	50,05	35,57	17,82
<b>2010</b>	96,00	74,20	46,50	27,55	22,17	11,77
<b>2011</b>	114,60	66,60	48,30	27,20	20,50	11,13
<b>2012</b>	106,80	68,00	39,90	24,75	16,67	11,52

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-40. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98035.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	120,00	92,00	82,00	47,15	31,50	15,78
<b>1994</b>	96,00	78,00	57,00	31,55	21,40	13,37
<b>1995</b>	150,00	108,00	82,50	50,25	33,77	16,92
<b>1996</b>	75,00	59,00	46,00	31,90	22,35	14,33
<b>1997</b>	191,40	103,80	71,40	39,35	28,70	15,58
<b>1998</b>	120,00	94,00	65,00	47,15	31,77	16,88
<b>1999</b>	122,40	99,40	59,60	39,70	33,07	18,18
<b>2000</b>	119,40	118,20	75,70	39,65	28,87	14,60
<b>2001</b>	119,40	79,60	54,10	38,95	31,63	15,95
<b>2002</b>	121,20	80,40	59,80	36,25	24,87	12,98
<b>2003</b>	124,20	81,60	70,40	39,80	27,00	17,05
<b>2004</b>	123,60	100,80	80,20	43,05	29,03	15,40
<b>2005</b>	126,00	85,40	59,40	32,25	22,10	17,68
<b>2006</b>	123,00	86,40	71,80	48,30	33,10	16,97
<b>2007</b>	120,60	96,00	69,60	36,95	26,53	15,15
<b>2008</b>	140,40	80,20	63,00	32,15	22,93	13,00
<b>2009</b>	152,40	119,40	88,20	46,60	31,43	15,75
<b>2010</b>	147,60	98,60	74,90	44,95	30,73	16,00
<b>2011</b>	146,40	105,20	68,30	36,70	27,33	14,87
<b>2012</b>	121,80	75,20	62,70	33,80	22,53	11,47

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-41. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98036.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	90,00	70,00	67,50	46,15	42,83	26,88
<b>1994</b>	69,00	54,00	42,80	23,18	16,43	9,65
<b>1995</b>	78,00	60,00	44,10	24,25	18,93	12,90
<b>1996</b>	75,00	58,80	39,90	25,50	18,67	11,67
<b>1997</b>	120,00	62,00	31,15	21,85	16,50	9,17
<b>1998</b>	180,00	120,00	73,00	50,00	36,50	22,38
<b>1999</b>	127,20	105,40	63,20	39,40	27,97	14,52
<b>2000</b>	110,40	91,80	73,40	45,75	30,93	16,53
<b>2001</b>	108,60	60,20	49,10	28,40	19,00	10,92
<b>2002</b>	115,80	60,20	47,10	32,85	28,70	20,35
<b>2003</b>	128,40	84,40	69,70	41,15	29,10	16,85
<b>2004</b>	32,40	14,00	16,60	8,50	5,67	2,83
<b>2005</b>	64,20	39,00	27,00	18,55	14,60	11,98
<b>2006</b>	115,80	82,20	47,70	28,20	19,40	12,07
<b>2007</b>	121,80	85,80	73,90	50,05	37,33	20,20
<b>2008</b>	84,00	73,60	49,30	26,55	23,97	15,28
<b>2009</b>	74,40	51,40	35,60	28,95	22,37	11,55
<b>2010</b>	127,80	77,20	48,00	32,50	23,70	15,20
<b>2011</b>	193,80	67,00	37,30	21,60	17,87	12,65
<b>2012</b>	71,40	46,80	26,40	17,55	12,60	6,35

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-42. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98037.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	120,00	91,60	71,80	41,70	31,83	20,80
<b>1994</b>	180,60	84,00	55,50	30,00	28,67	21,58
<b>1995</b>	120,00	98,00	70,00	53,83	38,77	19,40
<b>1996</b>	120,00	61,60	44,00	30,00	25,97	20,50
<b>1997</b>	132,00	124,00	82,50	50,00	37,67	21,87
<b>1998</b>	120,00	100,00	87,50	49,55	33,17	18,60
<b>1999</b>	185,40	101,00	69,90	43,00	29,03	17,07
<b>2000</b>	123,60	78,20	50,90	31,10	23,97	12,95
<b>2001</b>	96,00	70,80	52,50	38,05	26,60	15,83
<b>2002</b>	149,40	105,60	62,10	32,75	23,13	12,35
<b>2003</b>	130,80	111,80	71,60	44,60	30,90	18,75
<b>2004</b>	102,00	62,00	43,20	22,10	15,00	9,02
<b>2005</b>	120,60	97,00	68,10	53,20	45,03	27,10
<b>2006</b>	123,60	94,00	65,30	35,20	24,47	14,05
<b>2007</b>	146,40	120,40	101,60	72,15	53,10	27,68
<b>2009</b>	100,80	58,40	36,10	33,55	24,47	14,48
<b>2010</b>	106,80	85,40	76,70	52,20	37,50	19,00
<b>2011</b>	121,80	74,20	55,10	36,45	30,23	20,15
<b>2012</b>	97,80	69,00	49,30	35,30	24,40	12,32

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-43. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98043.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	84,00	60,00	49,50	33,18	23,92	12,48
<b>1994</b>	102,00	74,00	57,00	35,75	25,17	12,58
<b>1995</b>	114,00	86,00	68,00	48,13	32,88	16,45
<b>1996</b>	60,00	46,00	32,40	21,83	14,93	12,35
<b>1997</b>	120,00	80,00	59,90	32,83	21,97	11,07
<b>1998</b>	96,00	83,80	50,45	28,50	21,52	11,55
<b>1999</b>	123,00	79,00	54,00	37,20	26,07	13,70
<b>2000</b>	70,20	61,00	42,60	30,35	25,23	13,77
<b>2001</b>	64,20	62,60	46,90	30,75	21,07	10,75
<b>2002</b>	117,60	64,20	59,70	43,85	32,27	20,20
<b>2003</b>	118,80	79,20	59,40	45,10	33,87	21,42
<b>2004</b>	117,00	63,00	52,40	29,15	22,87	11,63
<b>2005</b>	120,00	80,20	49,90	35,55	26,10	14,50
<b>2006</b>	117,00	77,00	49,10	37,40	27,63	14,12
<b>2007</b>	114,60	76,80	57,10	36,35	24,70	13,88
<b>2008</b>	111,00	80,20	51,80	42,05	30,83	17,02
<b>2009</b>	124,80	107,60	85,90	51,05	34,80	17,48
<b>2010</b>	115,80	104,60	70,60	39,00	26,40	17,98
<b>2011</b>	103,80	73,60	49,30	30,50	24,90	20,57
<b>2012</b>	99,00	75,60	61,00	36,05	26,83	16,08

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-44. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98044.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	96,00	86,00	64,00	36,60	26,90	14,23
<b>1994</b>	120,00	76,00	52,00	31,70	23,33	15,48
<b>1995</b>	120,00	87,00	70,50	44,55	31,67	16,95
<b>1996</b>	102,00	66,00	40,50	24,25	21,20	15,75
<b>1997</b>	120,00	82,00	62,80	31,80	22,63	12,90
<b>1998</b>	60,00	51,60	34,90	28,55	21,63	11,97
<b>1999</b>	125,40	74,00	45,50	36,55	28,53	17,47
<b>2000</b>	118,20	78,40	59,00	32,90	24,07	13,67
<b>2001</b>	97,80	77,80	45,10	25,20	18,67	11,35
<b>2002</b>	90,00	75,80	50,60	28,30	22,50	14,15
<b>2003</b>	96,60	79,40	47,80	29,60	21,43	14,15
<b>2004</b>	96,00	63,00	37,10	26,55	20,33	11,52
<b>2005</b>	169,20	110,80	67,10	36,85	24,97	12,53
<b>2006</b>	169,20	110,80	67,10	37,70	25,13	12,78
<b>2007</b>	115,80	89,40	62,00	33,80	24,40	14,68
<b>2008</b>	105,00	83,40	67,10	37,10	26,33	13,50
<b>2009</b>	138,60	94,40	54,90	29,10	20,40	11,68

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-45. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98051.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1994</b>	120,00	80,00	54,00	29,00	21,90	12,11
<b>1995</b>	180,00	109,60	80,00	50,90	34,80	17,42
<b>1996</b>	72,00	60,00	56,00	45,50	33,20	17,05
<b>1997</b>	102,00	68,00	50,00	38,25	27,50	15,75
<b>1999</b>	178,20	100,20	69,70	49,05	40,80	22,03
<b>2000</b>	122,40	119,80	70,30	35,15	26,57	20,33
<b>2001</b>	118,80	90,40	58,80	39,75	32,20	22,63
<b>2002</b>	142,80	95,80	55,30	33,30	26,40	19,43
<b>2003</b>	150,60	94,60	73,40	39,35	32,23	21,12
<b>2004</b>	103,80	81,80	44,20	37,35	29,20	18,67
<b>2005</b>	126,60	73,60	59,40	34,95	25,07	17,23
<b>2006</b>	105,00	73,20	55,10	43,70	36,23	19,77
<b>2007</b>	138,60	94,60	56,90	32,50	21,77	13,20
<b>2008</b>	109,80	78,20	65,50	41,90	29,63	16,72
<b>2009</b>	100,80	82,40	55,10	34,55	26,50	14,77
<b>2010</b>	127,80	98,00	58,20	36,05	25,47	14,18
<b>2011</b>	108,00	83,40	67,30	52,60	36,00	19,77
<b>2012</b>	93,00	65,60	60,20	36,95	29,97	19,65

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-46. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98057.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>1993</b>	120,00	94,00	59,50	31,00	25,47	15,67
<b>1994</b>	132,00	89,00	73,00	42,53	28,37	14,27
<b>1995</b>	120,00	97,40	70,10	35,90	24,10	20,50
<b>1996</b>	120,00	100,00	74,00	43,75	35,77	18,80
<b>1997</b>	120,00	82,00	63,00	35,35	25,50	14,67
<b>1998</b>	108,00	80,00	67,75	37,78	30,50	16,50
<b>1999</b>	118,80	99,20	77,40	44,05	29,37	14,68
<b>2000</b>	87,60	68,80	47,10	30,25	21,57	11,90
<b>2001</b>	62,40	79,20	59,60	41,50	28,40	14,38
<b>2002</b>	134,40	92,20	62,70	38,00	26,07	17,75
<b>2003</b>	132,60	108,40	68,90	45,70	32,90	18,17
<b>2004</b>	91,20	69,60	49,80	29,20	23,03	12,92
<b>2005</b>	134,40	87,80	56,40	31,65	24,73	13,88
<b>2006</b>	152,40	85,80	59,40	34,05	23,20	12,95
<b>2007</b>	106,80	81,20	61,50	48,40	39,03	21,63
<b>2008</b>	120,60	93,40	68,30	37,20	24,90	13,08
<b>2009</b>	108,00	81,20	53,10	43,45	32,67	17,70
<b>2010</b>	166,20	66,00	47,00	28,05	21,60	13,00
<b>2011</b>	112,80	75,60	45,00	28,05	21,07	12,32
<b>2012</b>	112,80	90,40	58,90	31,10	22,77	14,02

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-47. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98066.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>2000</b>	114,60	79,00	62,80	41,15	27,53	15,25
<b>2001</b>	157,20	102,20	54,20	41,30	31,77	17,02
<b>2002</b>	120,00	85,00	63,90	54,75	37,37	19,22
<b>2003</b>	111,00	76,80	65,10	35,45	24,77	17,78
<b>2004</b>	124,80	106,60	67,60	40,90	28,27	14,27
<b>2005</b>	126,60	76,80	60,50	34,80	26,50	16,05
<b>2006</b>	100,80	84,40	54,90	40,90	28,27	14,27
<b>2007</b>	121,80	90,40	53,90	29,10	20,33	11,82
<b>2008</b>	109,80	85,40	69,30	40,50	29,03	15,23
<b>2009</b>	96,00	81,80	57,70	32,75	23,37	12,87
<b>2010</b>	112,80	92,40	57,90	32,65	24,47	13,30
<b>2011</b>	140,40	112,80	83,80	49,15	34,37	17,23
<b>2012</b>	94,80	68,60	46,70	29,95	22,93	14,65

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-48. Matriz de valores máximos de intensidad de precipitación (mm/h) para distintas ventanas de tiempo en la estación San Vito de Jaba, 98068.

<b>Año</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>2000</b>	112,80	91,00	62,60	35,30	28,50	18,90
<b>2001</b>	172,20	127,40	80,30	49,75	35,83	18,02
<b>2002</b>	126,60	88,80	62,10	42,35	30,03	23,63
<b>2003</b>	125,40	102,20	83,80	51,15	36,20	19,53
<b>2004</b>	121,80	83,80	68,60	44,20	38,20	21,50
<b>2005</b>	138,60	100,60	67,10	38,85	28,80	15,78
<b>2006</b>	115,80	86,40	65,30	43,95	33,87	20,12
<b>2007</b>	155,40	114,40	72,60	39,35	28,63	14,98
<b>2008</b>	118,80	97,00	75,70	42,40	29,03	16,60
<b>2009</b>	150,60	95,40	62,70	35,70	24,20	12,48
<b>2010</b>	129,60	108,20	67,10	49,30	36,23	19,22
<b>2011</b>	105,00	82,80	53,60	34,55	25,67	17,57
<b>2012</b>	140,40	91,40	67,80	40,25	27,17	15,23

Fuente: García, E. 2015.

#### 7.4. Apéndice D: Análisis de frecuencias para cada duración de las estaciones pluviográficas de acuerdo a la distribución probabilística

En el siguiente apartado se encuentran los resultados de los análisis de frecuencias para las distribuciones estadísticas generalizada de valor extremo y la generalizada de Pareto. Además en el Cuadro 7-49 se pueden observar los porcentajes de correlación entre los datos generados mediante las ecuaciones para cada estación, estimados mediante regresión múltiple, y aquellos provenientes de los análisis de frecuencias mediante la distribución generalizada de valor extremo.

Por otro lado, en el Cuadro 7-50, se pueden hallar los porcentajes de correlación utilizando la distribución generalizada de Pareto.

Cuadro 7-49. Porcentajes de correlación entre los datos generados con la ecuación para cada estación y los provenientes del análisis de frecuencias con distribución generalizada de valor extremo.

Estación	Valor central		Límite Superior al 95%	
	R <sup>2</sup> (%)	Nash-Sutcliffe (%)	R <sup>2</sup>	Nash-Sutcliffe (%)
98006	99,40	99,40	97,94	97,93
98007	99,17	99,12	97,75	97,70
98010	98,79	98,78	98,06	98,06
98011	94,67	94,59	79,19	79,12
98012	98,75	98,69	95,80	95,65
98013	99,79	99,79	99,65	99,64
98018	99,74	99,74	97,57	97,54
98031	99,08	99,08	92,27	92,13
98032	97,96	97,76	98,57	98,40
98033	98,83	98,83	96,92	96,89
98034	98,44	98,44	86,36	85,95
98035	99,49	97,40	99,49	99,49
98036	99,76	99,76	99,74	99,74
98037	99,50	99,49	97,06	97,06
98043	99,05	99,04	96,37	96,30
98044	99,73	99,68	99,65	99,65
98051	99,80	99,80	99,40	99,40
98057	99,85	99,85	98,90	98,90
98066	99,82	99,80	99,63	99,61
98068	99,77	99,77	98,85	98,84

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-50. Porcentajes de correlación entre los datos generados con la ecuación para cada estación y los provenientes del análisis de frecuencias con distribución generalizada de Pareto.

Estación	Valor central		Límite Superior al 95%	
	R <sup>2</sup> (%)	Nash-Sutcliffe (%)	R <sup>2</sup>	Nash-Sutcliffe (%)
98006	99,33	99,33	98,39	98,39
98007	99,15	99,11	97,55	97,52
98010	99,10	99,10	98,70	98,70
98011	93,03	92,94	69,58	69,56
98012	99,00	98,94	97,88	97,81
98013	99,88	99,88	99,80	99,80
98018	99,42	99,42	97,49	97,47
98031	98,48	98,47	87,20	87,04
98032	96,97	96,64	98,34	98,14
98033	99,03	99,02	98,22	98,21
98034	98,19	98,19	90,11	89,89
98035	98,87	94,02	98,13	90,78
98036	99,64	99,64	99,83	99,83
98037	99,19	99,19	98,19	98,19
98043	99,50	99,50	98,47	98,46
98044	99,69	99,69	99,48	99,48
98051	99,72	99,72	99,60	99,60
98057	99,83	99,83	99,00	99,00
98066	99,82	99,81	99,77	99,76
98068	99,69	99,69	99,07	99,07

Fuente: García, E. 2015.

Del Cuadro 7-51 al Cuadro 7-70 se observan los valores de los análisis de frecuencia para seis duraciones y ocho periodos de retorno. Además se encuentran los resultados tanto para la distribución generalizada de valor extremo como para la distribución generalizada de Pareto.

Finalmente, los cuadros poseen los datos para el valor central y el límite superior al 95%.

## 7.4.1. Estación Volcán Buenos Aires 98006

Cuadro 7-51. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98006.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	163,23	114,99	76,52	46,64	34,74	21,02
<b>10</b>	185,97	123,16	85,28	51,65	38,43	22,96
<b>15</b>	198,08	126,83	90,16	54,81	40,71	24,04
<b>20</b>	206,51	128,98	93,60	57,18	42,27	24,77
<b>25</b>	212,78	130,50	95,99	58,86	43,63	25,32
<b>50</b>	231,15	134,33	103,93	64,42	48,19	27,09
<b>75</b>	241,47	136,06	108,35	68,01	51,06	28,03
<b>100</b>	248,48	137,11	111,37	70,51	53,16	28,70
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	193,84	125,23	88,19	53,27	39,94	23,65
<b>10</b>	224,30	133,17	101,10	61,24	46,85	26,51
<b>15</b>	243,94	137,66	108,16	67,22	52,04	28,29
<b>20</b>	258,51	140,97	114,25	72,32	56,00	29,59
<b>25</b>	270,74	143,60	119,02	76,32	59,93	30,72
<b>50</b>	313,32	152,35	136,25	92,19	75,12	35,19
<b>75</b>	341,10	157,65	148,03	105,80	87,11	38,05
<b>100</b>	363,70	161,46	156,95	117,54	96,21	40,38
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	170,60	118,36	78,95	47,58	35,35	21,55
<b>10</b>	192,02	123,68	87,74	52,88	39,50	23,48
<b>15</b>	201,35	125,21	91,49	55,87	41,66	24,34
<b>20</b>	206,95	125,91	93,89	58,06	43,18	24,87
<b>25</b>	210,76	126,30	95,66	59,54	44,43	25,23
<b>50</b>	219,45	126,98	99,57	63,71	47,97	26,31
<b>75</b>	223,01	127,21	101,46	65,73	50,12	26,74
<b>100</b>	225,07	127,30	102,70	67,18	51,60	27,01
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	199,03	124,90	91,18	54,73	40,96	24,02
<b>10</b>	217,69	128,64	99,20	61,96	47,60	25,97
<b>15</b>	227,29	131,42	103,48	66,67	51,60	27,00
<b>20</b>	234,63	133,65	106,68	70,27	54,59	27,79
<b>25</b>	241,11	135,21	109,50	72,91	57,25	28,38
<b>50</b>	263,63	139,96	118,24	83,75	66,98	30,53
<b>75</b>	278,68	142,32	124,86	91,24	74,13	31,96
<b>100</b>	288,79	143,79	129,84	97,59	79,21	33,33

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.2. Estación San Vito de Jaba 98007

Cuadro 7-52. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98007.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	128,60	98,91	69,73	43,11	31,93	17,09
10	136,70	107,62	75,06	45,97	34,74	18,82
15	140,93	112,38	77,98	47,31	36,14	19,83
20	143,79	115,38	79,69	48,15	37,04	20,53
25	145,60	117,68	80,97	48,74	37,74	21,09
50	150,84	124,37	84,96	50,46	39,68	22,75
75	153,48	128,18	86,97	51,30	40,76	23,66
100	155,06	130,77	88,41	51,82	41,50	24,38
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	139,11	108,81	75,87	46,52	35,75	19,23
10	148,81	120,44	82,27	49,77	39,06	21,74
15	154,26	127,75	86,32	51,32	41,13	23,45
20	157,81	133,73	89,15	52,51	42,63	24,86
25	161,01	138,54	91,41	53,45	43,74	25,89
50	171,20	153,58	99,23	56,94	47,58	30,16
75	178,35	165,75	103,77	58,83	50,26	33,07
100	183,59	172,93	107,47	60,21	52,53	35,36
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	131,51	101,62	71,57	44,24	32,95	17,53
10	138,22	109,88	76,24	46,37	35,45	19,29
15	140,96	113,18	78,20	47,11	36,44	20,12
20	142,12	115,24	79,14	47,51	37,02	20,70
25	142,81	116,71	79,85	47,71	37,45	21,07
50	144,37	119,91	81,16	48,18	38,29	22,18
75	144,91	121,23	81,65	48,33	38,63	22,65
100	145,24	121,97	81,93	48,42	38,84	22,96
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	140,17	112,15	77,47	46,80	36,05	19,80
10	144,71	119,47	80,98	48,40	38,04	21,73
15	147,24	123,12	82,98	49,33	39,14	22,83
20	149,08	125,41	84,40	50,01	39,99	23,59
25	150,75	127,47	85,48	50,63	40,64	24,29
50	156,87	135,58	89,27	52,41	43,05	26,36
75	160,71	139,82	91,38	53,34	44,44	27,71
100	163,08	143,30	92,93	53,87	45,36	28,73

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.3. Estación Cedral 98010

Cuadro 7-53. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98010.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	151,12	108,02	82,66	54,66	38,30	22,25
<b>10</b>	163,90	110,67	87,58	59,89	41,14	24,97
<b>15</b>	170,24	111,55	89,79	62,41	42,35	26,33
<b>20</b>	174,10	111,98	91,07	63,96	43,08	27,33
<b>25</b>	176,89	112,22	91,81	65,04	43,66	28,01
<b>50</b>	184,57	112,73	93,66	67,96	44,73	30,05
<b>75</b>	188,18	112,87	94,45	69,43	45,24	31,11
<b>100</b>	190,68	112,99	94,96	70,40	45,59	31,86
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	167,18	111,08	88,58	60,67	41,42	25,39
<b>10</b>	180,13	113,54	92,68	66,30	44,30	29,05
<b>15</b>	187,39	114,87	95,21	69,49	45,71	31,15
<b>20</b>	193,25	115,83	97,20	72,11	46,79	32,45
<b>25</b>	198,37	116,54	98,69	73,93	47,56	33,62
<b>50</b>	212,75	118,82	103,18	80,02	49,78	37,89
<b>75</b>	221,53	119,50	106,31	83,76	51,27	40,54
<b>100</b>	227,91	120,06	108,15	86,27	52,45	42,71
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	155,92	108,76	84,82	56,60	39,56	23,20
<b>10</b>	166,26	109,40	87,40	60,49	41,29	25,54
<b>15</b>	169,73	109,50	88,00	61,76	41,74	26,47
<b>20</b>	171,41	109,53	88,25	62,44	41,93	26,99
<b>25</b>	172,50	109,54	88,32	62,84	42,03	27,35
<b>50</b>	174,70	109,55	88,49	63,48	42,24	28,10
<b>75</b>	175,23	109,55	88,52	63,63	42,27	28,34
<b>100</b>	175,67	109,55	88,53	63,74	42,31	28,52
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	168,59	109,95	87,75	61,12	41,59	26,15
<b>10</b>	175,32	111,53	90,11	63,70	42,80	28,04
<b>15</b>	179,73	112,20	91,80	65,34	43,74	28,90
<b>20</b>	182,95	112,65	93,09	66,62	44,38	29,71
<b>25</b>	185,42	113,01	93,78	67,66	44,86	30,44
<b>50</b>	193,92	113,29	95,61	70,48	46,15	32,43
<b>75</b>	198,81	113,50	96,30	71,86	46,86	33,78
<b>100</b>	201,50	113,52	96,77	73,34	47,40	34,74

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.4. Estación Bolivia 98011

Cuadro 7-54. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98011.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	113,07	82,01	58,86	39,74	29,64	19,15
<b>10</b>	120,73	91,82	68,98	48,35	36,82	24,12
<b>15</b>	124,46	97,32	75,22	54,42	42,03	27,92
<b>20</b>	126,70	101,20	80,12	59,01	45,96	31,08
<b>25</b>	128,32	104,22	84,29	62,98	49,73	33,71
<b>50</b>	133,04	113,75	97,92	77,57	63,59	43,81
<b>75</b>	135,30	118,93	106,25	88,09	73,53	51,17
<b>100</b>	136,71	123,06	112,88	95,52	81,79	57,51
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	121,58	94,51	70,42	51,48	39,52	27,11
<b>10</b>	129,99	109,33	88,73	68,21	55,25	38,91
<b>15</b>	135,09	118,86	102,62	82,03	68,96	47,94
<b>20</b>	138,66	126,23	113,28	94,40	80,71	57,13
<b>25</b>	141,78	132,18	122,90	105,42	91,38	66,39
<b>50</b>	151,44	154,00	166,31	157,19	140,41	104,96
<b>75</b>	157,30	171,81	199,61	203,83	183,88	139,77
<b>100</b>	161,63	185,59	227,87	244,27	223,55	172,33
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	115,56	84,83	61,00	41,26	30,16	19,83
<b>10</b>	121,88	95,15	72,08	51,51	38,04	25,30
<b>15</b>	123,90	100,04	78,84	58,18	43,83	29,41
<b>20</b>	125,09	103,03	83,79	63,24	48,16	32,56
<b>25</b>	125,81	105,26	87,29	67,31	51,87	35,15
<b>50</b>	127,29	111,28	99,42	80,59	65,32	45,31
<b>75</b>	127,71	113,79	106,63	89,59	73,84	52,40
<b>100</b>	127,99	115,73	111,35	97,10	81,73	57,95
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	123,16	98,63	75,46	55,33	40,91	28,07
<b>10</b>	127,33	108,12	94,43	76,28	58,32	40,54
<b>15</b>	129,53	113,51	106,37	92,74	71,84	50,66
<b>20</b>	131,63	117,84	116,34	105,42	83,23	59,58
<b>25</b>	133,39	121,17	124,00	116,14	94,65	68,64
<b>50</b>	138,27	133,01	155,98	165,16	147,55	112,30
<b>75</b>	141,36	140,58	180,21	207,03	192,56	152,24
<b>100</b>	142,90	146,76	198,88	239,82	229,20	191,87

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.5. Estación Potrero Grande 98012

Cuadro 7-55. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98012.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	123,68	96,76	72,92	43,41	30,35	16,86
10	128,33	104,12	79,84	47,94	34,73	19,03
15	130,27	107,68	83,51	50,12	37,34	20,28
20	131,40	109,94	86,12	51,61	39,29	21,17
25	132,06	111,61	87,84	52,66	40,75	21,85
50	133,72	116,07	92,68	55,59	45,50	23,87
75	134,41	118,29	95,12	57,08	48,29	25,06
100	134,78	119,66	96,66	58,11	50,51	25,88
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	129,28	105,24	81,17	48,44	36,21	19,87
10	133,49	113,09	89,68	53,87	43,31	22,78
15	135,60	117,84	94,35	57,27	48,51	24,76
20	137,27	121,21	97,94	59,54	52,58	26,26
25	138,62	123,80	100,78	61,40	56,03	27,59
50	142,36	132,58	110,76	66,92	69,06	32,35
75	144,78	138,20	118,10	71,06	79,51	35,61
100	146,51	141,98	122,26	73,54	87,34	38,14
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	125,72	99,46	75,36	45,02	31,36	17,47
10	127,79	105,27	81,31	48,76	36,15	19,64
15	128,32	107,21	83,60	50,20	38,60	20,71
20	128,51	108,23	84,85	50,92	40,21	21,39
25	128,61	108,85	85,50	51,36	41,47	21,86
50	128,77	110,08	86,98	52,45	45,01	22,97
75	128,81	110,51	87,63	52,84	46,89	23,47
100	128,83	110,71	87,95	53,05	48,14	23,76
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	128,40	106,13	82,37	49,38	37,98	20,54
10	130,51	110,03	87,01	52,48	43,47	22,42
15	131,88	112,24	89,41	53,95	46,87	23,52
20	132,65	114,20	91,35	55,19	49,39	24,37
25	133,44	115,82	92,68	56,17	51,38	25,08
50	135,80	121,09	98,44	59,31	58,07	27,33
75	136,38	124,47	102,21	61,19	63,31	28,94
100	136,91	126,36	104,37	62,71	66,70	30,11

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.6. Estación Río Negro 98013

Cuadro 7-56. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98013.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	124,94	89,32	63,84	40,30	28,05	16,05
<b>10</b>	133,01	94,14	68,60	41,82	30,08	17,13
<b>15</b>	136,51	96,17	70,61	42,20	30,96	17,60
<b>20</b>	138,34	97,26	71,78	42,38	31,52	17,88
<b>25</b>	139,64	97,93	72,50	42,47	31,84	18,05
<b>50</b>	142,72	99,51	74,53	42,58	32,72	18,50
<b>75</b>	144,03	100,02	75,21	42,60	33,05	18,67
<b>100</b>	144,96	100,36	75,67	42,62	33,30	18,77
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	134,67	94,84	69,24	42,11	30,40	17,37
<b>10</b>	141,46	98,90	73,74	43,22	32,25	18,40
<b>15</b>	145,38	101,15	76,09	44,15	33,32	18,93
<b>20</b>	148,11	102,87	77,64	44,73	34,07	19,33
<b>25</b>	150,71	104,13	78,95	45,15	34,82	19,59
<b>50</b>	158,11	107,67	83,50	46,39	36,76	20,62
<b>75</b>	162,76	109,91	85,89	46,92	37,87	21,16
<b>100</b>	165,47	111,33	87,93	47,11	38,65	21,58
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	128,32	91,30	65,84	40,30	28,92	16,50
<b>10</b>	132,80	93,36	68,48	41,82	30,07	17,13
<b>15</b>	133,91	93,80	69,09	42,20	30,37	17,30
<b>20</b>	134,33	93,95	69,33	42,38	30,51	17,35
<b>25</b>	134,59	94,08	69,47	42,47	30,58	17,39
<b>50</b>	134,91	94,19	69,64	42,58	30,71	17,45
<b>75</b>	134,97	94,20	69,72	42,60	30,74	17,46
<b>100</b>	135,02	94,22	69,74	42,62	30,75	17,47
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	133,73	93,81	68,95	42,11	30,22	17,23
<b>10</b>	137,20	96,21	71,05	43,22	31,14	17,70
<b>15</b>	139,72	97,60	72,56	44,15	31,88	18,09
<b>20</b>	141,91	98,64	73,72	44,73	32,35	18,30
<b>25</b>	143,12	99,08	74,30	45,15	32,84	18,48
<b>50</b>	146,29	100,64	76,26	46,39	33,69	18,95
<b>75</b>	147,53	101,29	77,29	46,92	34,09	19,11
<b>100</b>	148,07	101,48	77,64	47,11	34,33	19,22

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.7. Estación Ujarrás 98018

Cuadro 7-57. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98018.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	143,38	114,25	83,43	52,36	37,27	20,07
10	156,59	124,13	90,68	57,09	40,62	21,91
15	165,67	129,50	94,59	59,85	42,64	23,12
20	172,39	133,09	97,27	61,92	44,07	24,04
25	177,89	135,87	99,25	63,50	45,24	24,76
50	197,30	144,11	105,59	68,62	48,67	27,01
75	211,01	148,58	109,13	71,56	50,69	28,52
100	221,86	151,99	111,46	73,82	52,29	29,57
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	161,50	125,27	92,06	58,06	41,47	22,28
10	185,40	138,62	101,71	65,69	46,75	25,24
15	206,14	146,62	107,84	70,68	50,50	27,46
20	223,83	154,12	112,80	74,40	53,12	29,23
25	239,81	158,36	116,37	77,80	56,14	30,81
50	311,87	174,81	130,32	92,67	66,27	37,47
75	377,95	187,68	139,94	102,00	73,18	42,79
100	419,50	197,52	147,64	109,99	78,91	47,11
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	145,46	117,12	85,43	53,68	38,16	20,47
10	160,62	126,49	92,59	58,54	41,71	22,49
15	170,06	130,97	95,79	61,02	43,53	23,69
20	177,27	133,51	97,75	62,82	44,78	24,59
25	183,21	135,28	99,08	64,08	45,64	25,20
50	201,60	139,60	102,43	67,55	48,07	27,06
75	213,59	141,42	103,81	69,34	49,17	28,10
100	221,96	142,63	104,72	70,36	50,02	28,76
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	166,30	128,27	94,20	59,60	42,71	23,06
10	190,15	136,61	100,55	65,67	47,07	25,64
15	209,21	141,42	103,95	69,01	49,31	27,44
20	225,21	144,71	106,51	71,82	51,16	28,76
25	239,36	147,23	108,36	73,77	52,62	29,89
50	293,96	156,45	115,01	80,61	58,27	34,16
75	336,64	161,94	120,09	84,77	61,89	37,20
100	375,06	165,84	122,76	88,41	64,68	39,78

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.8. Estación Buena Vista 98031

Cuadro 7-58. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98031.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	117,205	76,764	54,839	36,092	27,447	16,209
10	132,758	87,206	61,387	42,657	32,623	19,839
15	141,640	93,111	65,220	46,922	35,977	22,439
20	147,787	97,260	67,767	50,169	38,675	24,628
25	151,808	100,429	69,703	53,091	40,874	26,466
50	165,817	109,897	75,550	62,578	48,472	33,409
75	173,057	114,816	78,760	68,950	53,680	38,463
100	178,034	118,357	81,086	73,759	57,885	42,538
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	136,48	89,87	62,77	45,15	33,71	21,49
10	159,91	104,92	72,36	57,15	43,92	29,79
15	175,36	114,71	78,33	66,40	53,28	36,81
20	186,49	121,64	82,59	75,86	60,69	42,93
25	195,88	128,17	86,63	83,85	68,14	48,74
50	229,27	150,28	100,24	117,58	99,58	76,22
75	252,61	166,78	108,84	145,18	128,15	101,66
100	274,05	179,48	115,34	169,20	152,55	124,88
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	121,74	79,75	56,65	36,70	28,21	16,21
10	137,34	90,13	63,19	43,75	34,15	19,84
15	144,21	95,22	66,15	48,33	37,89	22,44
20	148,61	98,01	67,90	51,38	40,68	24,63
25	151,58	100,11	69,22	53,96	42,89	26,47
50	158,98	105,46	72,44	62,54	50,49	33,41
75	161,92	107,78	73,68	67,83	55,34	38,46
100	163,79	109,35	74,47	71,66	58,93	42,54
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	141,47	92,68	64,66	45,14	35,57	21,49
10	156,45	103,17	70,93	57,15	46,13	29,79
15	163,97	108,80	73,94	65,91	54,60	36,81
20	169,24	112,66	76,11	72,26	62,43	42,93
25	174,60	115,99	78,08	77,45	68,83	48,74
50	192,28	127,38	84,72	99,55	95,79	76,22
75	201,04	134,09	88,65	118,02	118,46	101,66
100	210,00	139,11	91,23	135,40	137,36	124,88

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.9. Estación Alto San Juan 98032

Cuadro 7-59. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98032.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	145,00	96,30	61,60	42,03	33,68	21,69
<b>10</b>	183,83	110,24	69,92	48,86	40,37	27,69
<b>15</b>	210,79	118,09	74,38	52,88	44,64	31,63
<b>20</b>	232,52	123,62	77,38	55,86	47,67	34,96
<b>25</b>	252,42	127,72	79,94	58,14	50,24	37,57
<b>50</b>	317,60	139,97	87,44	65,00	58,58	46,87
<b>75</b>	365,11	147,20	91,48	68,94	64,02	53,29
<b>100</b>	400,56	152,06	94,81	71,83	68,41	58,51
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	197,09	112,90	72,34	50,48	41,68	29,74
<b>10</b>	278,64	131,30	84,45	61,83	53,41	41,08
<b>15</b>	347,73	143,39	93,00	69,53	63,11	51,35
<b>20</b>	419,85	153,28	99,38	76,72	71,08	59,63
<b>25</b>	480,95	161,48	104,22	83,18	78,10	66,11
<b>50</b>	738,62	185,80	123,41	102,86	107,17	103,34
<b>75</b>	970,62	203,87	136,96	116,58	129,45	135,44
<b>100</b>	1158,73	217,65	146,71	128,14	150,13	164,15
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	149,81	100,34	63,98	44,03	35,06	22,49
<b>10</b>	194,29	114,28	72,16	51,29	42,51	29,25
<b>15</b>	224,01	120,43	75,98	54,87	46,89	33,88
<b>20</b>	246,47	124,20	78,38	57,37	50,06	37,18
<b>25</b>	266,46	126,62	80,05	59,00	52,27	40,05
<b>50</b>	335,90	132,59	84,50	63,63	59,45	49,21
<b>75</b>	379,70	135,48	86,49	66,10	63,67	55,09
<b>100</b>	414,23	137,15	87,39	67,68	66,45	59,10
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	212,11	117,38	74,77	52,85	44,15	31,48
<b>10</b>	297,68	129,11	82,48	61,57	55,05	44,13
<b>15</b>	365,40	136,60	87,33	66,60	62,73	53,72
<b>20</b>	430,86	141,19	90,43	70,98	69,03	62,20
<b>25</b>	488,08	146,09	93,58	74,66	74,47	67,48
<b>50</b>	735,88	161,44	103,10	85,53	93,57	98,03
<b>75</b>	934,62	170,42	110,37	92,26	106,78	125,63
<b>100</b>	1120,59	177,00	115,26	97,87	118,18	147,72

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.10. Estación San Jerónimo 98033

Cuadro 7-60. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98033.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	131,00	103,25	74,14	48,85	35,31	19,89
10	136,61	113,29	79,72	52,97	38,66	22,05
15	139,09	118,37	82,30	54,80	40,44	23,23
20	140,52	121,50	83,95	56,05	41,50	24,07
25	141,50	123,69	85,08	56,98	42,27	24,70
50	143,67	129,58	87,73	59,22	44,65	26,64
75	144,73	132,84	89,06	60,36	45,84	27,64
100	145,23	135,16	89,81	61,09	46,68	28,38
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	137,62	115,01	81,01	53,50	39,47	22,34
10	142,24	125,92	86,65	57,73	43,64	25,32
15	144,82	131,90	90,03	59,99	45,74	27,19
20	147,02	136,01	92,06	61,73	47,51	28,73
25	148,66	139,75	94,00	63,43	49,01	29,88
50	153,78	151,90	100,01	67,85	53,71	33,97
75	156,45	159,66	103,18	70,87	56,97	36,77
100	158,30	164,71	106,05	72,73	59,12	38,84
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	133,21	106,97	76,50	50,44	36,48	20,50
10	136,33	114,97	80,28	53,42	39,37	22,65
15	137,01	117,70	81,46	54,38	40,52	23,67
20	137,30	118,95	81,90	54,86	41,15	24,29
25	137,45	119,78	82,15	55,20	41,57	24,69
50	137,68	121,65	82,71	55,75	42,46	25,73
75	137,74	122,23	82,82	55,95	42,76	26,21
100	137,75	122,48	82,87	56,02	42,93	26,48
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	136,73	116,10	81,11	53,87	40,17	23,01
10	139,21	121,75	83,66	55,94	42,27	25,20
15	140,81	124,92	85,45	57,27	43,43	26,23
20	142,21	127,15	87,07	58,27	44,43	27,01
25	143,08	129,31	88,26	59,04	45,16	27,64
50	145,39	135,90	90,91	61,38	47,89	30,10
75	146,25	139,06	92,22	62,45	49,32	31,64
100	146,85	141,70	93,04	63,27	50,46	32,66

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.11. Estación Guácimo de Tablas 98034

Cuadro 7-61. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98034.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	121,23	80,20	55,82	32,56	24,25	14,04
<b>10</b>	123,14	84,27	61,21	37,00	27,56	15,36
<b>15</b>	123,84	86,26	64,10	39,88	29,63	16,06
<b>20</b>	124,24	87,52	66,24	42,12	31,15	16,56
<b>25</b>	124,50	88,44	68,16	43,99	32,34	16,90
<b>50</b>	125,04	90,99	73,91	49,98	36,48	18,01
<b>75</b>	125,20	92,37	77,41	54,24	39,39	18,62
<b>100</b>	125,29	93,33	80,11	57,29	41,23	19,04
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	123,54	85,61	62,73	39,53	28,91	15,97
<b>10</b>	125,17	90,01	72,45	47,10	35,50	17,74
<b>15</b>	126,24	92,64	80,13	53,66	40,36	18,91
<b>20</b>	126,97	94,73	85,84	59,76	44,46	19,82
<b>25</b>	127,64	96,37	90,46	65,37	47,34	20,50
<b>50</b>	129,61	101,93	109,46	86,63	61,06	23,19
<b>75</b>	130,62	105,65	125,32	107,14	71,14	24,93
<b>100</b>	131,22	108,65	140,35	122,34	79,39	26,25
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	121,89	81,64	57,12	33,28	24,94	14,45
<b>10</b>	122,44	85,09	62,89	38,41	28,61	15,70
<b>15</b>	122,55	86,26	65,76	41,44	30,70	16,28
<b>20</b>	122,59	86,90	67,72	43,66	32,19	16,62
<b>25</b>	122,61	87,21	69,27	45,50	33,39	16,84
<b>50</b>	122,63	88,01	74,13	51,36	36,97	17,36
<b>75</b>	122,64	88,30	76,61	55,19	38,97	17,56
<b>100</b>	122,64	88,48	78,16	57,65	40,52	17,69
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	122,82	86,12	65,19	41,30	30,31	16,25
<b>10</b>	124,18	88,28	73,12	49,09	35,87	17,29
<b>15</b>	125,04	89,69	78,07	54,99	39,63	17,94
<b>20</b>	125,54	90,90	81,73	60,34	42,97	18,42
<b>25</b>	125,84	91,82	84,54	64,93	44,86	18,82
<b>50</b>	126,48	95,30	94,88	82,31	53,35	20,15
<b>75</b>	126,73	97,48	103,20	96,01	59,54	21,16
<b>100</b>	126,86	98,71	109,99	107,33	65,17	21,78

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.12. Estación Limoncito 98035

Cuadro 7-62. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98035.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	144,24	104,89	77,77	44,94	31,89	16,99
10	156,50	112,00	82,65	48,09	33,36	17,55
15	162,90	115,60	85,00	49,64	34,04	17,78
20	167,19	117,84	86,59	50,70	34,40	17,92
25	170,69	119,48	87,69	51,41	34,68	18,02
50	180,07	123,88	90,76	53,61	35,41	18,23
75	185,40	126,34	92,37	54,72	35,71	18,34
100	189,32	127,83	93,34	55,41	35,88	18,40
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	157,63	113,86	83,58	48,70	33,53	17,64
10	173,57	122,17	88,98	52,35	34,99	18,17
15	183,94	127,04	92,47	54,61	35,78	18,44
20	191,07	130,69	94,91	56,25	36,41	18,67
25	196,94	132,88	96,60	57,48	36,83	18,84
50	219,65	141,66	102,72	62,05	38,26	19,31
75	237,92	148,13	106,70	64,74	39,05	19,57
100	250,31	152,82	110,14	66,97	39,62	19,79
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	147,80	107,57	79,60	45,98	32,51	17,23
10	159,58	113,46	83,51	48,74	33,43	17,53
15	164,51	115,55	84,90	49,78	33,68	17,60
20	167,50	116,72	85,64	50,42	33,80	17,63
25	169,40	117,39	86,11	50,73	33,84	17,65
50	174,62	118,94	86,92	51,60	33,95	17,68
75	176,85	119,51	87,21	51,91	33,98	17,68
100	178,24	119,76	87,30	52,06	33,99	17,69
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	161,61	114,99	84,23	49,30	33,51	17,60
10	171,95	119,15	86,80	51,21	34,21	17,81
15	177,61	121,46	88,50	52,28	34,67	17,96
20	181,79	123,10	90,13	53,20	34,98	18,10
25	184,79	124,80	91,21	53,97	35,22	18,19
50	196,23	130,23	94,34	56,54	35,96	18,44
75	203,34	133,58	96,13	57,88	36,31	18,56
100	208,03	136,14	97,27	58,85	36,56	18,60

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.13. Estación Maíz de Boruca 98036

Cuadro 7-63. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98036.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	134,23	87,85	63,14	39,90	30,14	18,38
10	155,22	99,52	71,51	45,98	35,33	21,35
15	166,11	105,30	75,79	49,22	38,16	22,92
20	173,71	108,97	78,56	51,43	40,11	23,94
25	179,14	111,67	80,60	53,00	41,42	24,76
50	195,33	119,45	86,14	57,68	45,85	27,13
75	204,05	123,34	89,04	60,10	48,38	28,36
100	209,88	126,15	90,74	61,97	50,08	29,29
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	160,58	100,69	73,03	47,00	36,21	21,87
10	186,05	114,59	82,24	55,12	42,92	25,36
15	202,34	122,39	88,28	60,74	47,27	27,74
20	214,43	128,43	92,05	64,53	51,05	29,51
25	223,90	133,47	95,30	67,28	53,23	31,05
50	257,77	150,02	105,88	76,96	63,75	35,80
75	280,34	161,09	112,39	84,52	69,87	38,86
100	298,81	168,60	117,63	89,78	74,11	41,34
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	140,67	91,80	66,09	42,08	31,77	19,33
10	160,09	101,75	72,93	47,65	36,71	22,07
15	168,24	105,36	75,58	49,94	38,93	23,24
20	172,91	107,28	76,94	51,43	40,23	23,94
25	176,47	108,60	77,87	52,23	41,13	24,42
50	183,93	111,31	79,55	54,52	43,37	25,45
75	187,15	112,30	80,15	55,41	44,34	25,88
100	188,59	112,78	80,44	55,91	44,91	26,10
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	165,34	103,03	74,22	48,59	37,40	22,67
10	180,90	110,31	79,19	53,76	42,06	24,94
15	189,06	114,49	81,94	56,22	44,51	26,20
20	195,18	117,59	84,16	57,88	46,37	27,08
25	200,24	119,82	85,68	59,43	47,76	27,87
50	218,15	128,24	91,20	64,44	52,92	30,26
75	227,96	132,79	94,24	67,97	56,07	31,80
100	234,70	136,35	95,91	70,00	58,19	32,85

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.14. Estación Cajón Boruca 98037

Cuadro 7-64. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98037.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	140,80	105,89	77,71	49,90	36,43	22,26
10	155,66	115,34	86,29	56,58	41,65	24,56
15	164,50	120,12	90,73	60,45	44,68	25,71
20	171,16	123,11	94,01	63,16	46,76	26,49
25	176,38	125,45	96,23	65,25	48,45	27,01
50	192,35	131,30	102,58	71,68	53,53	28,53
75	202,46	134,21	105,96	75,13	56,68	29,32
100	210,09	136,24	108,58	77,85	58,88	29,78
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	160,75	117,97	89,53	58,93	43,60	25,07
10	185,18	128,71	100,33	68,51	51,95	27,78
15	203,49	135,00	106,40	74,36	57,26	29,29
20	217,37	139,29	110,95	80,24	61,79	30,43
25	230,99	142,99	115,02	84,71	65,70	31,42
50	283,19	154,46	128,71	100,40	79,79	34,55
75	321,87	161,86	137,13	112,04	89,19	36,24
100	354,99	166,97	143,20	121,15	97,97	37,59
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	144,32	109,44	80,65	51,93	37,79	23,10
10	160,64	117,06	88,31	58,59	43,20	25,02
15	169,07	119,95	91,48	61,91	45,90	25,70
20	174,79	121,35	93,37	63,96	47,75	26,03
25	179,16	122,31	94,46	65,36	49,05	26,25
50	191,38	123,96	96,87	68,90	52,45	26,69
75	197,37	124,68	97,74	70,56	54,05	26,83
100	201,62	125,03	98,34	71,47	55,26	26,93
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	166,17	119,20	90,86	61,01	45,28	25,36
10	186,06	124,18	96,66	67,71	51,64	26,76
15	199,06	127,12	99,77	71,47	54,67	27,53
20	207,35	129,74	102,14	73,94	57,38	28,31
25	215,15	132,35	104,28	76,59	59,25	28,73
50	242,51	138,72	109,61	84,23	66,94	30,58
75	261,05	141,69	113,75	89,04	72,26	31,59
100	275,75	144,56	116,68	92,75	76,32	31,99

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.15. Estación Las Mellizas 98043

Cuadro 7-65. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98043.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	121,03	87,45	63,51	41,96	30,17	17,35
10	123,09	93,92	69,41	45,74	32,56	19,26
15	123,74	97,22	72,76	47,68	33,76	20,36
20	124,01	99,45	75,08	48,98	34,56	21,05
25	124,16	101,07	76,84	49,91	35,19	21,60
50	124,53	105,32	82,05	52,69	36,78	23,38
75	124,64	107,54	84,94	54,15	37,61	24,37
100	124,70	109,02	86,98	55,18	38,16	25,14
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	123,30	96,20	71,28	46,20	32,81	19,59
10	125,40	104,29	78,99	50,96	35,66	22,46
15	126,68	108,75	85,04	54,35	37,36	24,60
20	127,64	111,67	90,01	56,62	38,71	26,24
25	128,40	114,21	93,81	58,39	39,66	27,66
50	130,39	123,96	105,28	64,68	43,28	32,04
75	131,17	129,44	113,98	68,44	45,32	35,32
100	131,54	133,68	121,31	71,15	47,02	37,59
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	121,37	89,75	65,46	43,19	31,02	17,91
10	121,68	95,20	71,16	46,74	33,07	19,89
15	121,69	97,30	73,73	48,13	33,84	20,81
20	121,71	98,49	75,46	48,92	34,24	21,39
25	121,71	99,21	76,62	49,49	34,51	21,81
50	121,71	100,64	79,48	50,75	35,04	22,91
75	121,71	101,32	80,53	51,23	35,23	23,39
100	121,71	101,68	81,16	51,51	35,35	23,67
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	122,35	97,04	73,13	47,41	33,40	20,19
10	123,93	101,02	78,03	50,31	34,93	22,42
15	124,49	102,99	81,09	51,82	35,84	23,70
20	124,79	104,56	83,28	52,98	36,62	24,45
25	124,89	105,95	85,47	54,03	37,18	25,10
50	124,97	111,79	91,56	57,76	38,68	27,40
75	124,99	114,80	95,73	59,86	39,73	28,86
100	125,01	117,25	98,73	61,34	40,36	29,90

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.16. Estación Las Alturas 98044

Cuadro 7-66. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98044.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	134,10	93,42	65,10	36,89	26,21	15,24
<b>10</b>	148,74	100,84	69,30	39,61	28,12	16,28
<b>15</b>	157,11	104,85	71,12	41,11	29,24	16,84
<b>20</b>	162,81	107,55	72,33	42,05	30,00	17,26
<b>25</b>	166,76	109,46	73,10	42,72	30,53	17,57
<b>50</b>	179,76	114,91	74,97	44,66	32,36	18,45
<b>75</b>	186,27	117,71	75,88	45,62	33,31	18,98
<b>100</b>	190,91	119,60	76,38	46,28	33,99	19,33
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	154,62	103,21	70,33	40,25	28,85	16,56
<b>10</b>	176,08	112,48	74,43	43,76	31,79	17,96
<b>15</b>	189,11	117,86	76,66	45,84	33,73	18,92
<b>20</b>	199,59	122,07	78,23	47,36	35,18	19,66
<b>25</b>	207,62	125,74	79,58	48,43	36,36	20,31
<b>50</b>	237,09	137,46	83,86	52,82	40,70	22,45
<b>75</b>	257,16	145,31	86,80	55,41	43,62	23,82
<b>100</b>	273,01	152,10	88,84	57,42	46,01	24,90
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	138,65	96,03	66,95	37,83	26,76	15,57
<b>10</b>	152,77	102,75	69,51	40,25	28,71	16,58
<b>15</b>	159,68	105,59	70,23	41,21	29,65	17,03
<b>20</b>	163,77	107,12	70,57	41,75	30,22	17,32
<b>25</b>	166,78	108,17	70,72	42,07	30,64	17,52
<b>50</b>	173,65	110,51	71,02	42,82	31,69	18,00
<b>75</b>	176,02	111,29	71,11	43,11	32,15	18,21
<b>100</b>	177,73	111,80	71,14	43,26	32,46	18,33
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	158,33	104,78	70,11	40,92	29,44	16,86
<b>10</b>	171,57	109,90	71,95	42,80	31,47	17,77
<b>15</b>	178,62	112,95	73,53	43,78	32,52	18,27
<b>20</b>	184,09	115,11	74,50	44,69	33,18	18,69
<b>25</b>	187,65	117,04	75,35	45,28	33,88	19,04
<b>50</b>	204,99	124,19	78,00	47,26	35,93	20,14
<b>75</b>	214,99	128,67	78,95	48,60	37,60	20,85
<b>100</b>	223,34	131,62	79,86	49,52	38,83	21,35

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.17. Estación Helechales 98051

Cuadro 7-67. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98051.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	142,22	99,14	67,18	44,28	33,99	20,69
<b>10</b>	158,32	107,33	72,16	48,21	36,77	21,82
<b>15</b>	167,49	111,17	75,01	50,51	38,21	22,35
<b>20</b>	174,02	113,67	76,96	52,09	39,16	22,62
<b>25</b>	178,98	115,72	78,36	53,39	39,95	22,80
<b>50</b>	194,29	121,77	82,71	57,16	42,11	23,29
<b>75</b>	202,91	124,73	85,32	59,45	43,32	23,52
<b>100</b>	209,08	126,58	87,01	61,00	44,08	23,65
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	164,33	109,37	73,52	49,30	37,41	21,99
<b>10</b>	185,45	119,62	80,65	55,56	41,05	23,09
<b>15</b>	201,32	126,62	85,24	59,76	43,27	23,69
<b>20</b>	213,28	131,66	88,93	63,18	44,75	24,12
<b>25</b>	223,85	135,78	91,76	65,92	46,26	24,51
<b>50</b>	260,26	149,43	103,42	76,68	51,38	25,74
<b>75</b>	285,03	158,27	110,57	83,71	55,16	26,49
<b>100</b>	303,90	163,71	115,99	89,77	57,82	27,00
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	147,14	101,99	68,70	45,39	34,90	21,16
<b>10</b>	163,14	109,32	73,62	49,33	37,47	21,85
<b>15</b>	170,91	111,91	76,02	51,32	38,58	22,04
<b>20</b>	175,91	113,72	77,39	52,54	39,19	22,12
<b>25</b>	179,46	114,67	78,35	53,55	39,63	22,17
<b>50</b>	188,73	116,79	80,80	56,08	40,62	22,25
<b>75</b>	193,30	117,60	81,89	57,21	41,00	22,26
<b>100</b>	195,81	117,97	82,52	57,86	41,21	22,27
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	168,66	111,04	75,25	50,35	38,15	21,96
<b>10</b>	184,16	116,80	80,18	55,07	40,25	22,48
<b>15</b>	193,24	120,17	82,50	57,51	41,33	22,89
<b>20</b>	199,31	122,62	84,57	59,22	42,22	23,19
<b>25</b>	205,01	125,23	86,07	60,61	43,00	23,35
<b>50</b>	225,39	132,21	92,56	65,58	45,52	23,88
<b>75</b>	236,90	136,11	96,63	70,15	47,20	24,08
<b>100</b>	246,39	139,47	99,99	72,21	48,48	24,23

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.18. Estación Térraba 98057

Cuadro 7-68. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98057.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	136,88	96,12	69,65	42,38	30,10	17,25
10	145,32	101,14	73,74	45,66	33,22	19,03
15	149,22	103,61	75,56	47,37	35,18	20,05
20	151,62	105,07	76,61	48,45	36,44	20,77
25	153,22	106,19	77,42	49,28	37,51	21,35
50	157,84	109,15	79,57	51,65	40,80	23,10
75	160,27	110,64	80,52	52,84	42,86	24,24
100	161,74	111,64	81,15	53,61	44,34	25,06
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	147,04	102,09	74,30	45,88	34,47	19,60
10	156,69	107,49	78,36	50,15	39,68	22,13
15	162,42	110,51	80,82	52,76	43,41	24,11
20	165,93	112,48	82,68	54,37	46,45	25,55
25	169,42	114,40	84,04	55,80	49,41	26,81
50	179,00	119,56	88,61	60,11	60,11	31,59
75	184,83	123,11	91,21	63,36	67,28	35,15
100	188,55	125,72	93,04	65,67	73,73	38,17
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	140,38	98,12	71,24	43,50	30,86	17,65
10	146,42	101,95	74,14	46,38	34,20	19,56
15	148,37	103,18	75,04	47,46	36,03	20,51
20	149,34	103,85	75,49	48,07	37,26	21,16
25	149,85	104,26	75,74	48,49	38,04	21,57
50	151,02	105,05	76,16	49,34	40,37	22,94
75	151,25	105,31	76,28	49,64	41,71	23,59
100	151,40	105,46	76,34	49,83	42,49	24,03
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	147,60	102,46	74,67	46,69	35,39	20,20
10	152,25	105,17	76,62	49,25	39,73	22,20
15	155,09	106,60	77,92	50,36	42,01	23,50
20	157,07	107,84	78,85	51,30	43,90	24,34
25	158,87	108,87	79,50	52,03	45,35	25,07
50	163,68	111,71	81,54	54,24	50,82	27,76
75	165,90	113,10	82,77	55,53	54,47	29,75
100	167,88	114,12	83,78	56,41	57,31	31,23

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.19. Estación San Isidro de Biolleg 98066

Cuadro 7-69. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98066.

<b>Tr (años)</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>	<b>180 min</b>	<b>360 min</b>
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	130,15	96,64	67,95	44,05	31,25	17,12
<b>10</b>	140,40	104,60	73,36	48,36	33,95	18,19
<b>15</b>	146,31	108,94	76,37	50,67	35,43	18,76
<b>20</b>	150,35	112,13	78,51	52,31	36,45	19,10
<b>25</b>	153,54	114,60	80,10	53,62	37,29	19,38
<b>50</b>	162,83	122,31	85,16	57,46	39,69	20,16
<b>75</b>	168,28	127,00	87,71	59,46	41,11	20,56
<b>100</b>	172,38	129,72	89,53	60,96	42,02	20,84
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
<b>5</b>	145,90	109,01	76,51	50,62	35,44	18,80
<b>10</b>	162,79	121,92	84,51	56,89	39,63	20,09
<b>15</b>	175,00	130,74	89,84	61,31	42,40	20,95
<b>20</b>	183,52	137,83	94,40	65,12	44,13	21,63
<b>25</b>	190,59	143,59	98,22	67,47	45,55	22,10
<b>50</b>	221,74	165,87	110,02	77,69	52,77	24,12
<b>75</b>	242,33	183,83	120,76	85,44	57,19	25,62
<b>100</b>	259,11	196,36	129,36	92,64	60,96	26,61
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	133,13	98,87	69,45	45,33	32,14	17,51
<b>10</b>	143,46	107,07	74,99	49,68	34,83	18,45
<b>15</b>	148,89	111,17	77,72	51,74	36,06	18,83
<b>20</b>	151,78	113,59	79,35	52,94	36,85	19,05
<b>25</b>	154,32	115,54	80,47	53,69	37,36	19,18
<b>50</b>	160,13	120,64	83,34	55,99	38,72	19,47
<b>75</b>	163,25	123,03	84,71	57,12	39,34	19,60
<b>100</b>	165,08	124,34	85,44	57,60	39,69	19,64
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
<b>5</b>	148,58	111,56	78,18	51,92	36,13	18,86
<b>10</b>	159,75	120,24	83,09	55,66	38,86	19,50
<b>15</b>	166,32	125,17	86,24	58,05	40,30	19,98
<b>20</b>	171,89	129,39	88,47	59,96	41,35	20,36
<b>25</b>	175,73	132,74	90,40	61,55	42,35	20,67
<b>50</b>	192,61	145,26	97,61	67,41	45,78	21,75
<b>75</b>	203,68	154,54	102,95	71,51	48,32	22,51
<b>100</b>	213,44	162,38	106,42	74,52	50,41	22,91

Fuente: García, E. 2015.

## 7.4.20. Estación Las Delicias 98068

Cuadro 7-70. Análisis de frecuencias de acuerdo a las distribuciones GEV y GPD en la estación 98068.

Tr (años)	10 min	30 min	60 min	120 min	180 min	360 min
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	144,90	105,32	74,58	46,81	34,56	20,52
10	156,63	113,75	79,02	49,66	36,95	21,92
15	163,92	118,70	81,48	51,25	38,23	22,64
20	168,50	122,40	83,24	52,28	39,06	23,09
25	172,68	125,18	84,44	53,00	39,68	23,44
50	184,93	134,60	88,16	55,39	41,61	24,36
75	191,81	140,50	90,28	56,58	42,56	24,85
100	197,03	145,17	91,62	57,27	43,18	25,19
<b>Límite Superior al 95% - Distribución Generalizada de Valor Extremo</b>						
5	162,02	118,79	82,09	51,37	38,20	22,59
10	182,69	132,26	89,03	55,28	41,56	24,34
15	196,74	142,97	92,79	57,72	43,60	25,15
20	207,71	152,20	96,51	59,52	45,33	26,02
25	216,85	159,55	99,29	61,18	46,59	26,64
50	253,10	189,17	108,35	67,44	51,31	28,64
75	279,88	210,39	115,01	71,59	54,71	30,04
100	298,05	228,87	121,38	74,58	57,35	30,99
<b>Valor Central - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	148,15	107,13	76,08	47,86	35,47	21,05
10	160,08	116,36	80,43	50,43	37,64	22,24
15	166,83	121,55	82,40	51,66	38,58	22,68
20	170,78	124,81	83,66	52,33	39,11	22,93
25	174,19	127,36	84,38	52,79	39,49	23,09
50	182,26	134,95	86,41	53,70	40,26	23,36
75	186,53	139,39	87,33	53,98	40,61	23,46
100	188,45	142,01	87,73	54,16	40,78	23,51
<b>Límite superior al 95% - Distribución Generalizada de Pareto</b>						
5	165,92	122,15	82,72	51,73	38,74	22,67
10	180,04	133,04	86,69	53,81	40,56	23,56
15	189,15	140,51	88,63	55,26	41,54	24,08
20	195,53	146,27	90,37	56,30	42,46	24,49
25	200,68	151,00	91,71	57,45	43,04	24,85
50	218,83	169,17	97,61	60,56	45,92	26,39
75	232,52	180,31	101,23	62,64	47,88	27,14
100	244,10	190,92	104,63	63,99	49,08	27,88

Fuente: García, E. 2015.

## 7.5. Apéndice E: Curvas acumuladas de precipitación para una probabilidad de ocurrencia del 50% en cada estación pluviográfica

A continuación se presentan las curvas acumuladas de precipitación en cada estación y la determinación del valor central o mediana que es el insumo primordial para la creación de los Histogramas característicos de la cuenca del río Grande de Térraba. Como se observa al final de las curvas se presenta una planicie que supone el final de la tormenta, es decir, que a la hora de crear los histogramas característicos esto se traduce como valores nulos para ese rango de tiempo. Finalmente, los histogramas se grafican de acuerdo a los valores positivos distintos a cero que existan, lo cual a su vez decreta la duración característica de una tormenta en un área específica.

### 7.5.1. Tormentas de corta duración

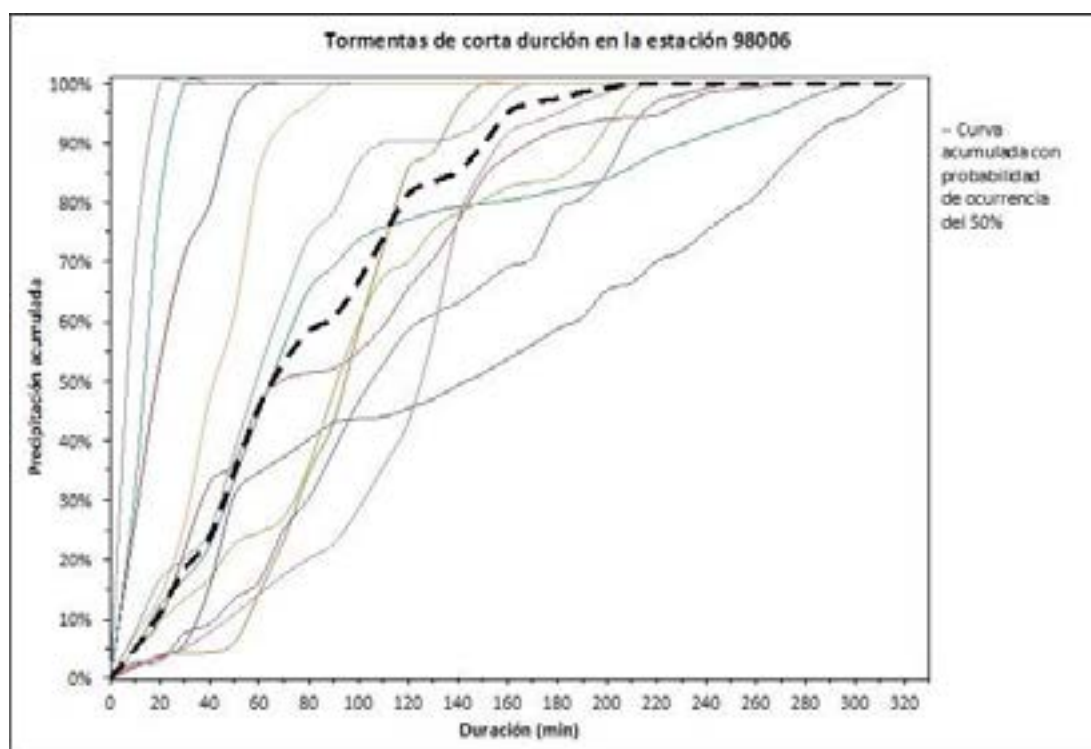


Figura 7-1. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98006.

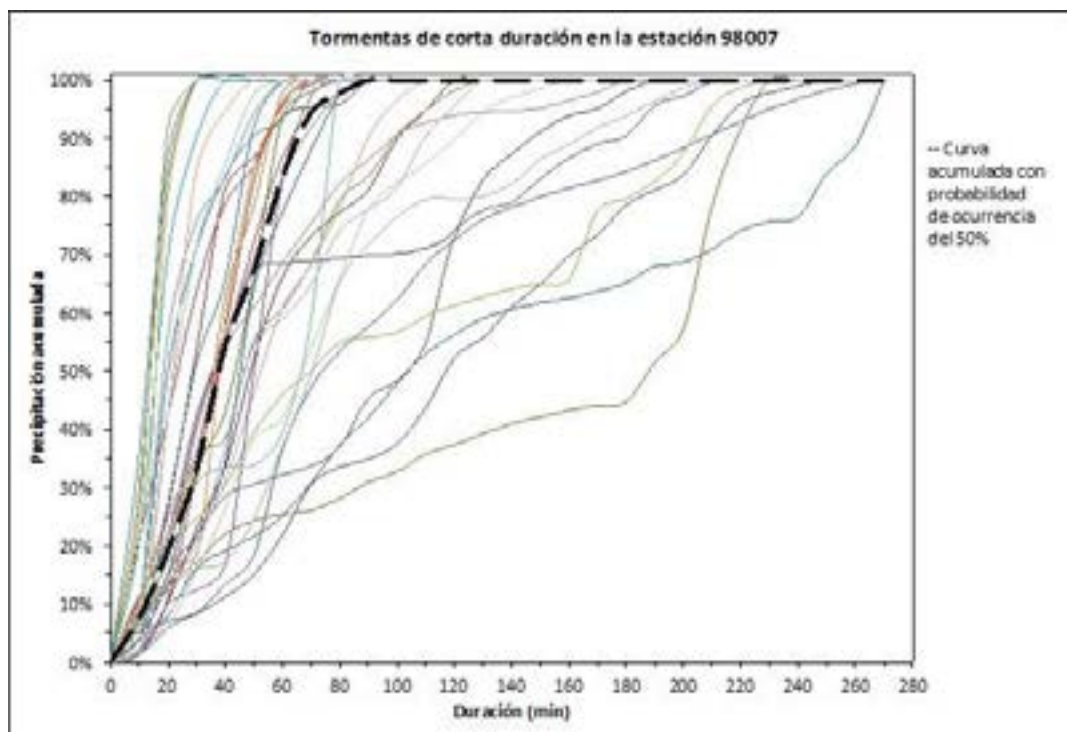


Figura 7-2. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98007.

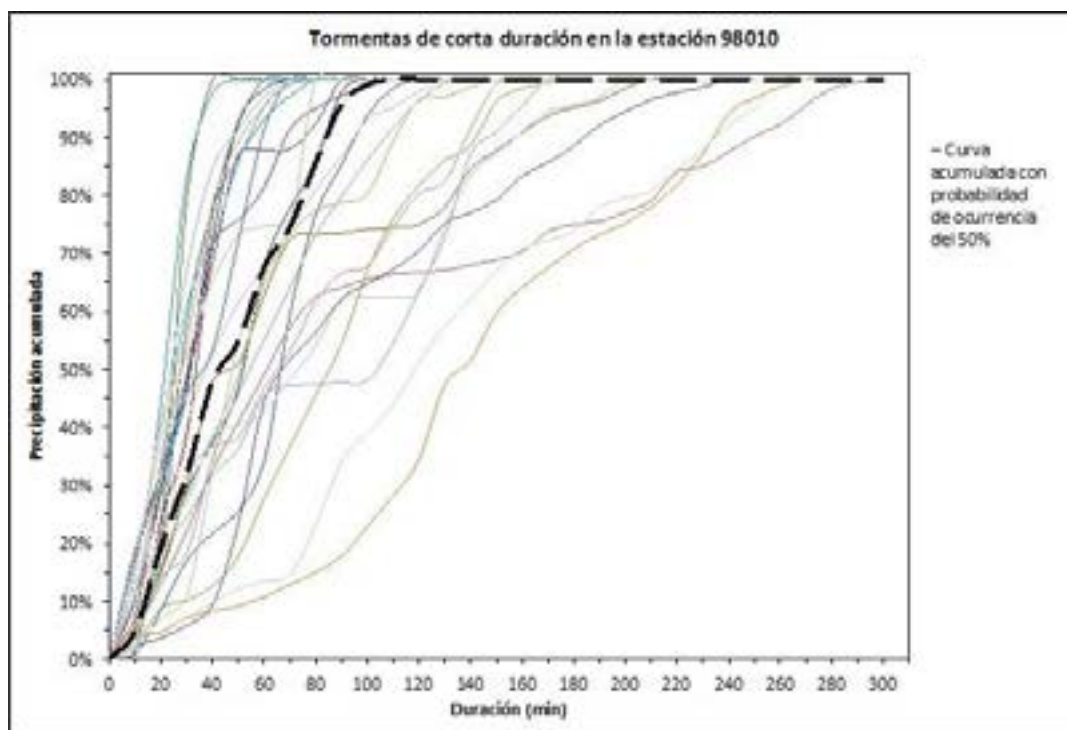


Figura 7-3. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98010.

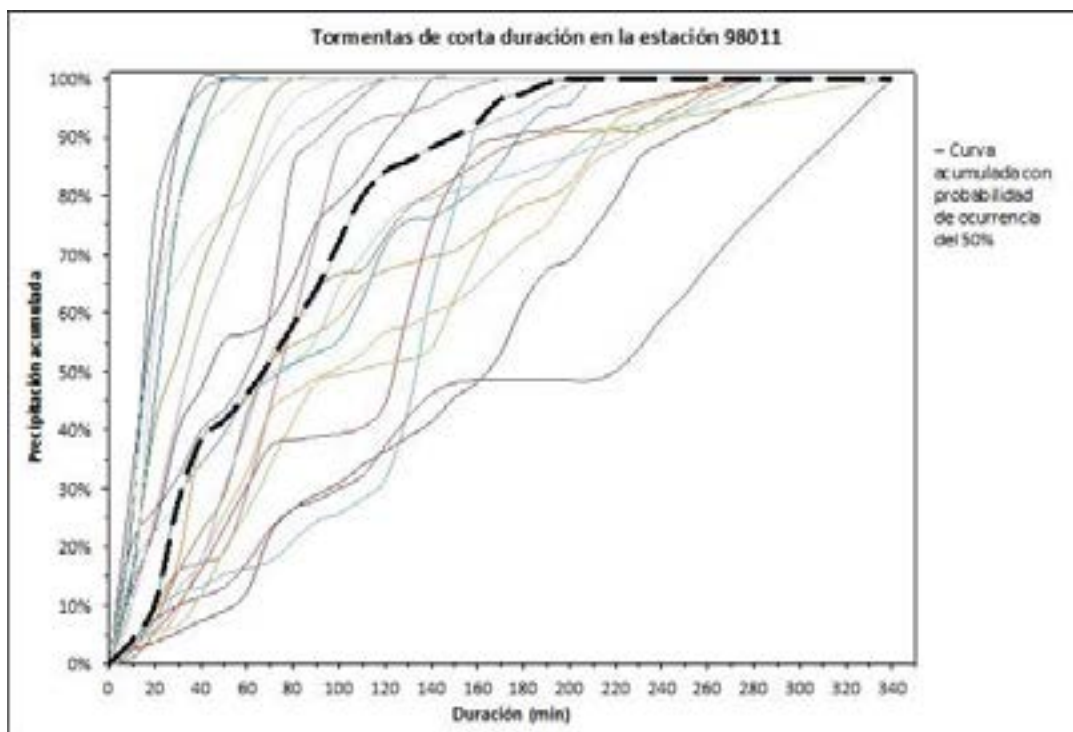


Figura 7-4. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98011.

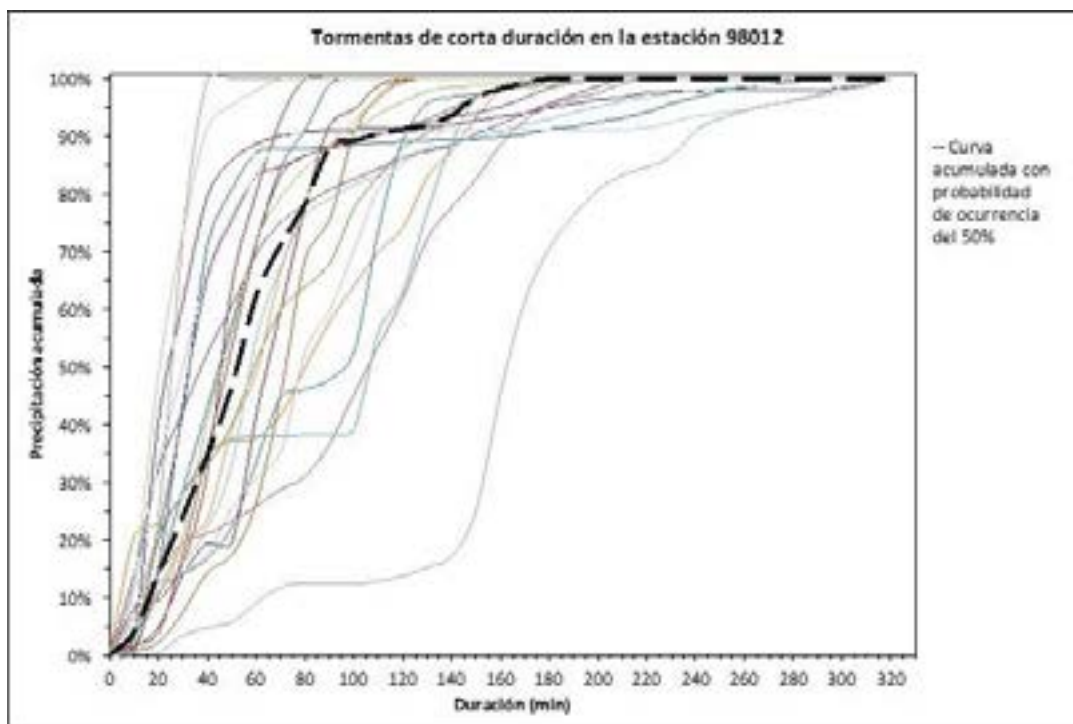


Figura 7-5. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98012.

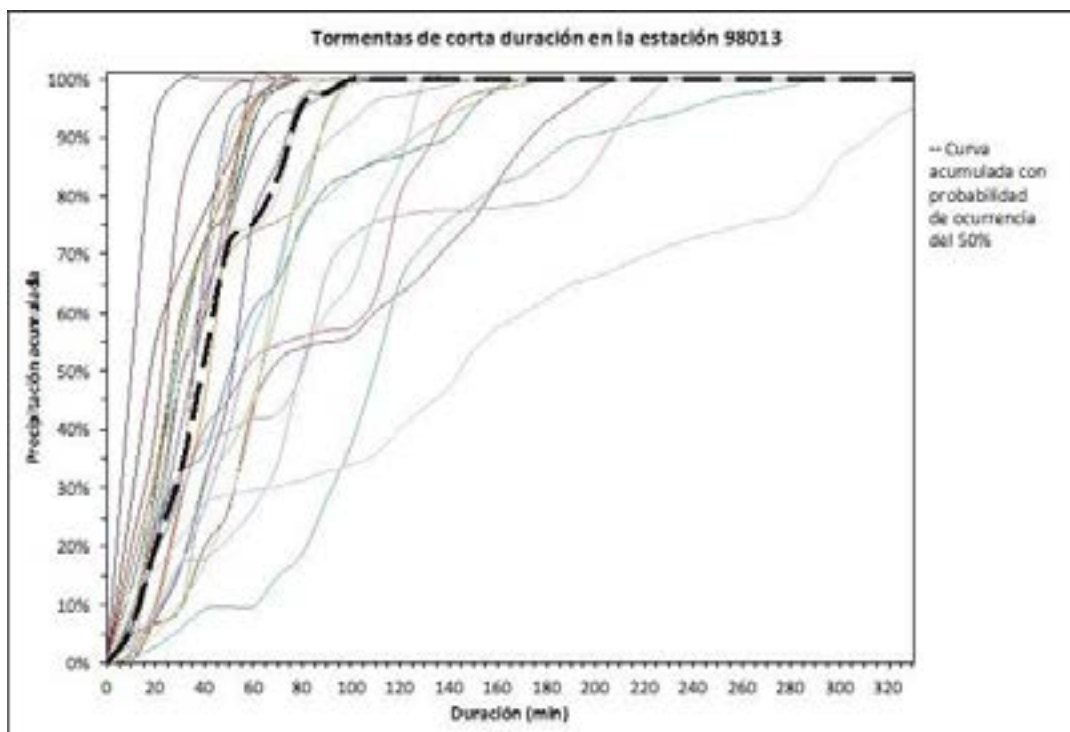


Figura 7-6. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98013.

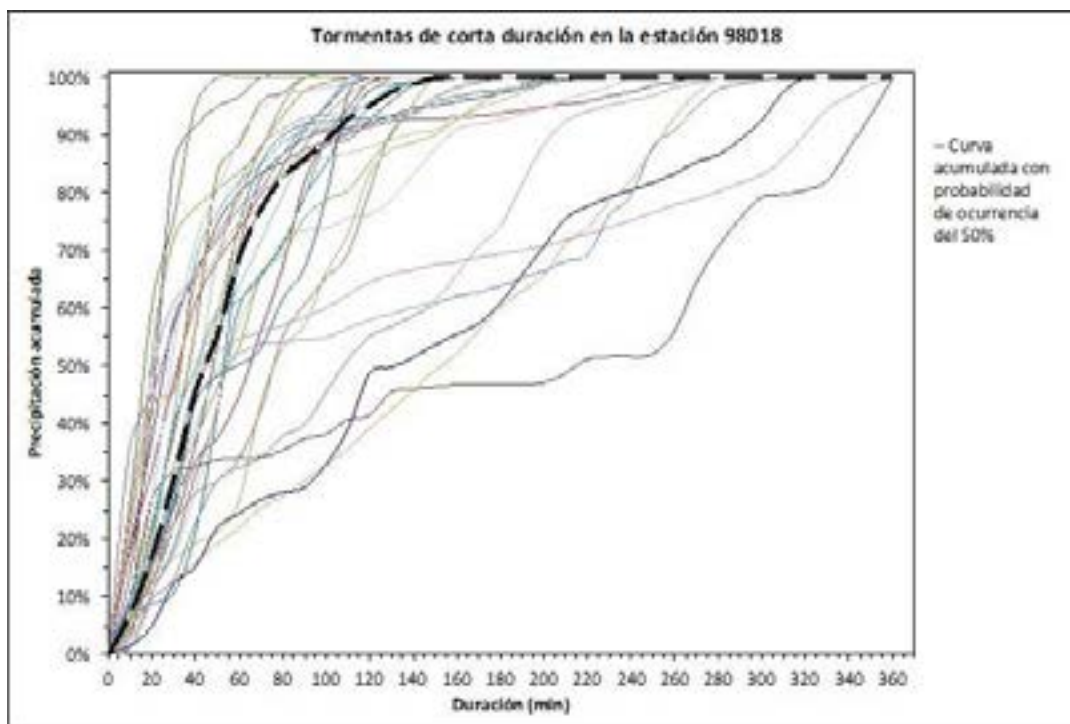


Figura 7-7. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98018.

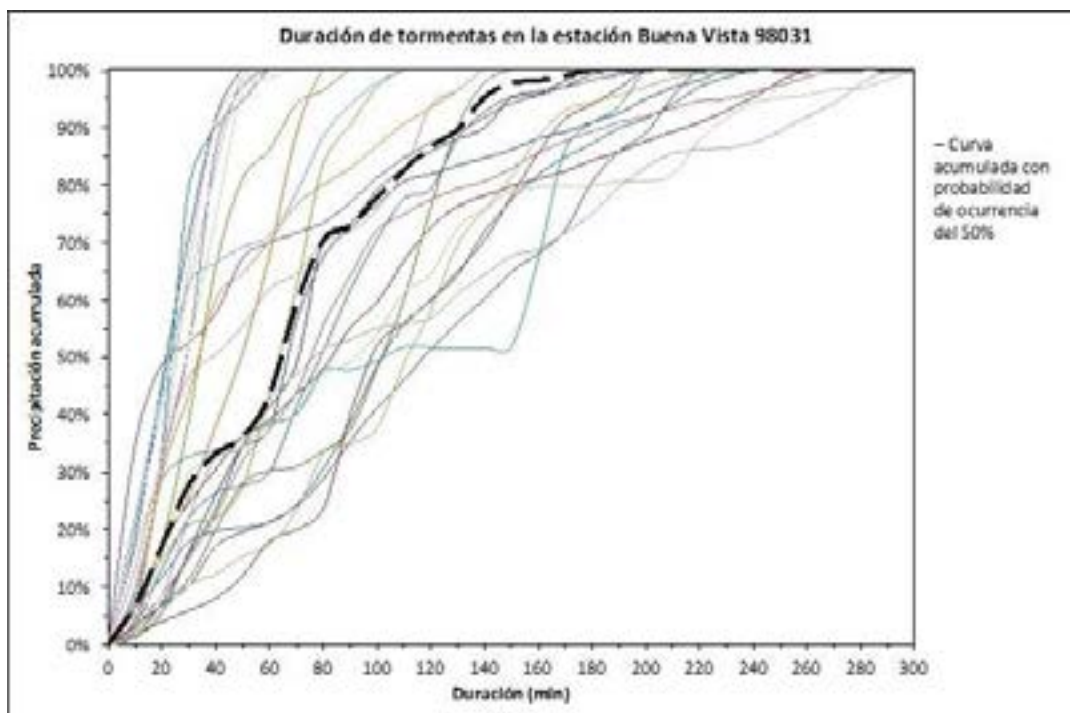


Figura 7-8. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98031.

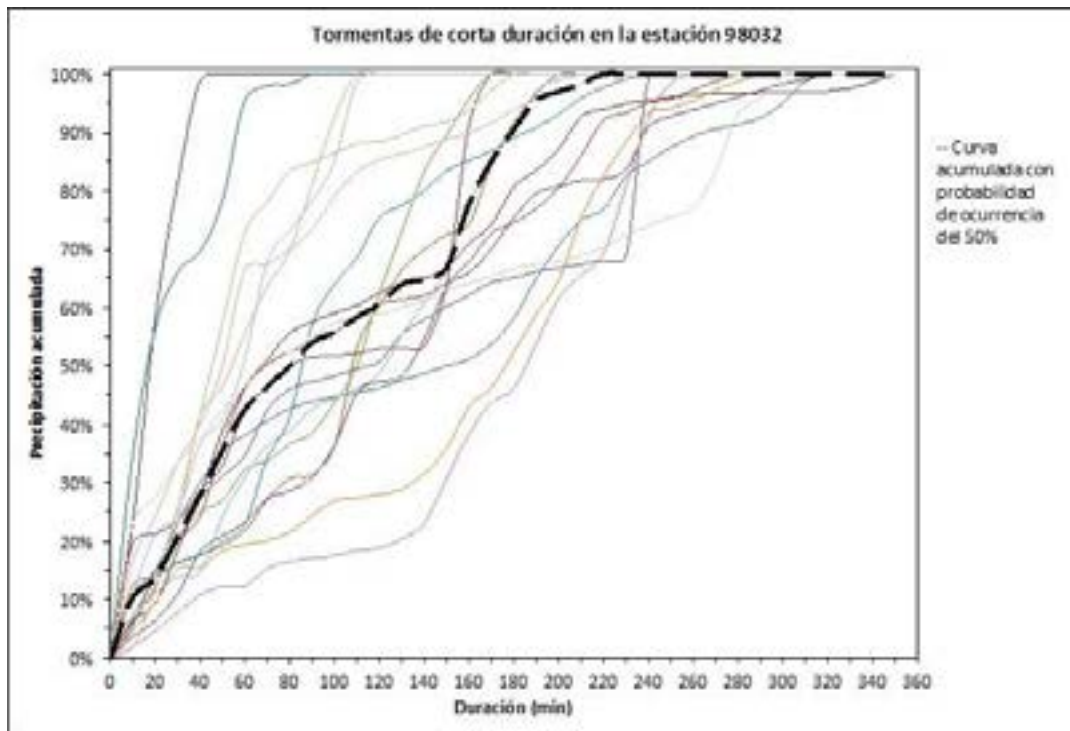


Figura 7-9. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98032.

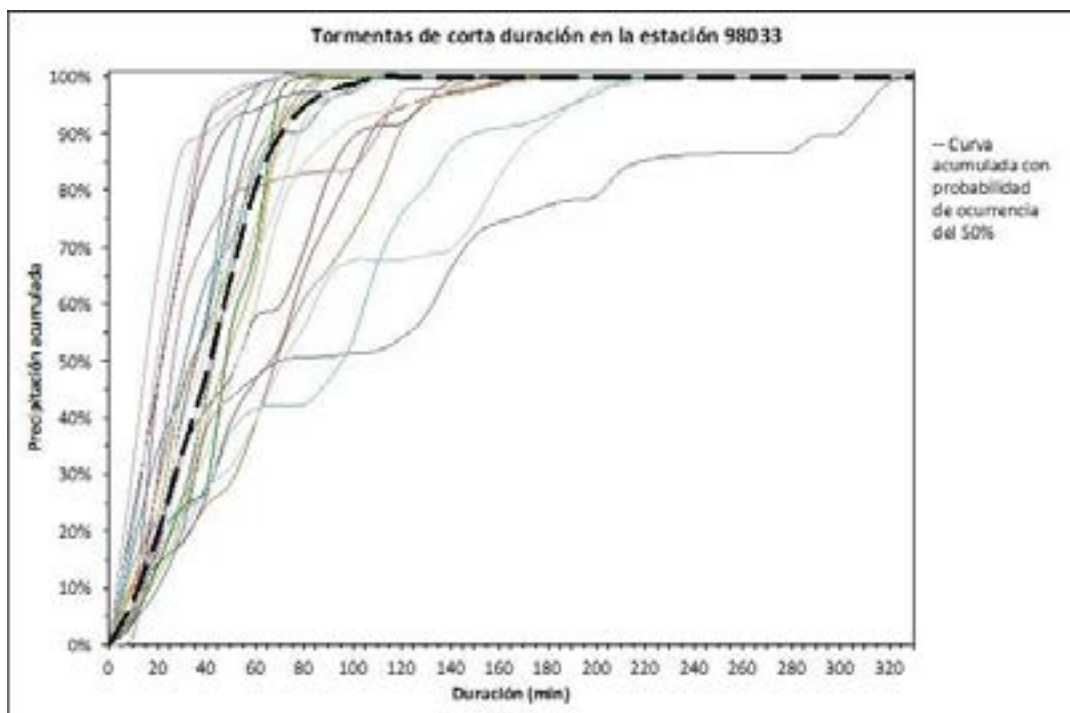


Figura 7-10. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98033.

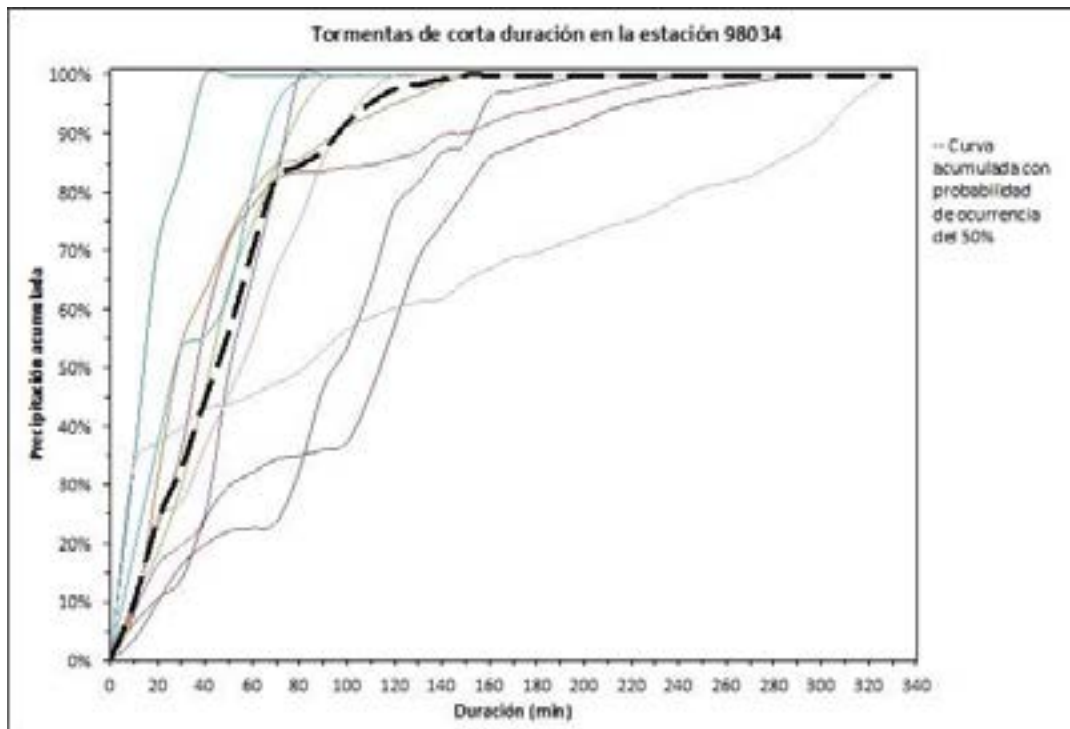


Figura 7-11. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98034.

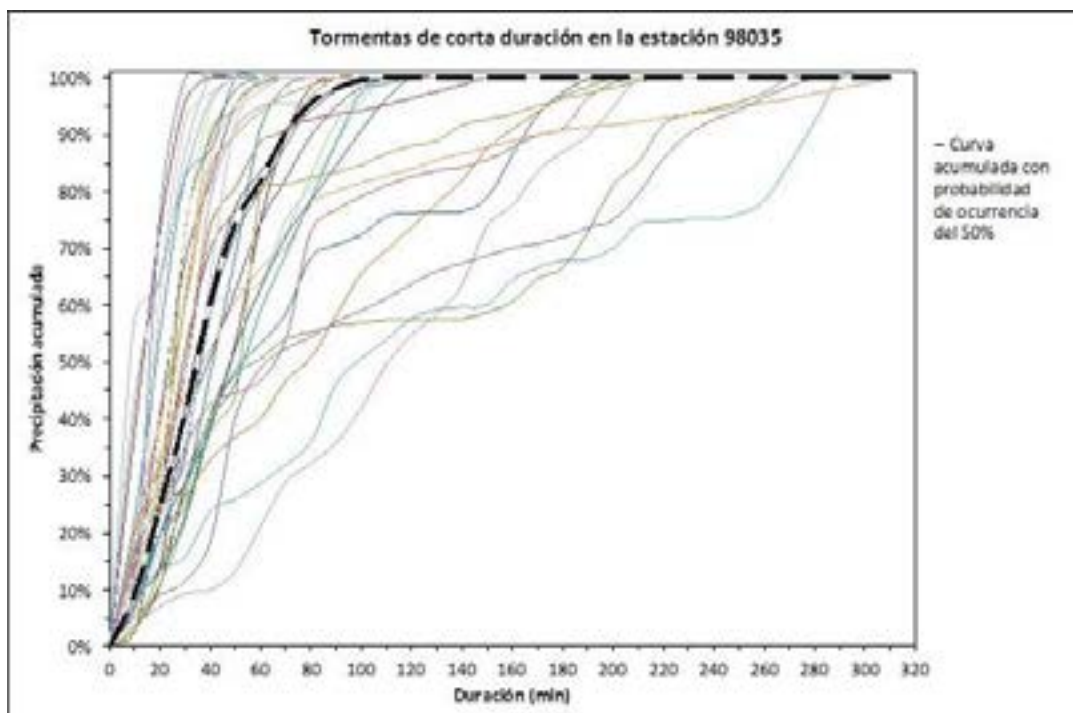


Figura 7-12. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98035.

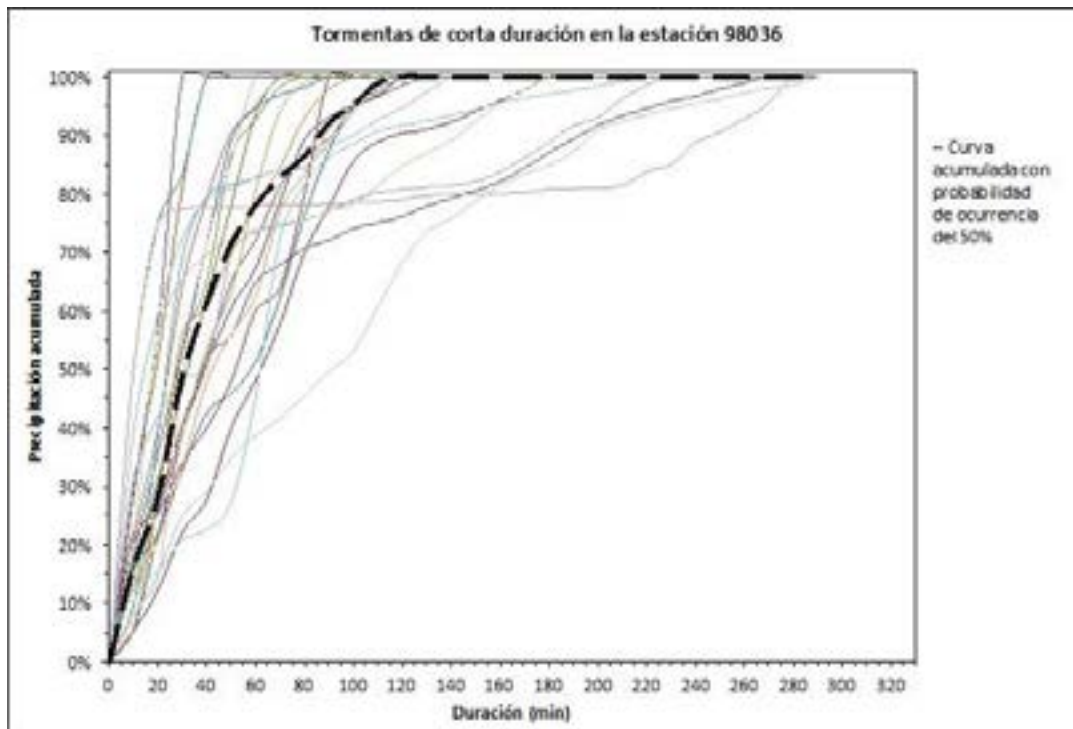


Figura 7-13. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98036.

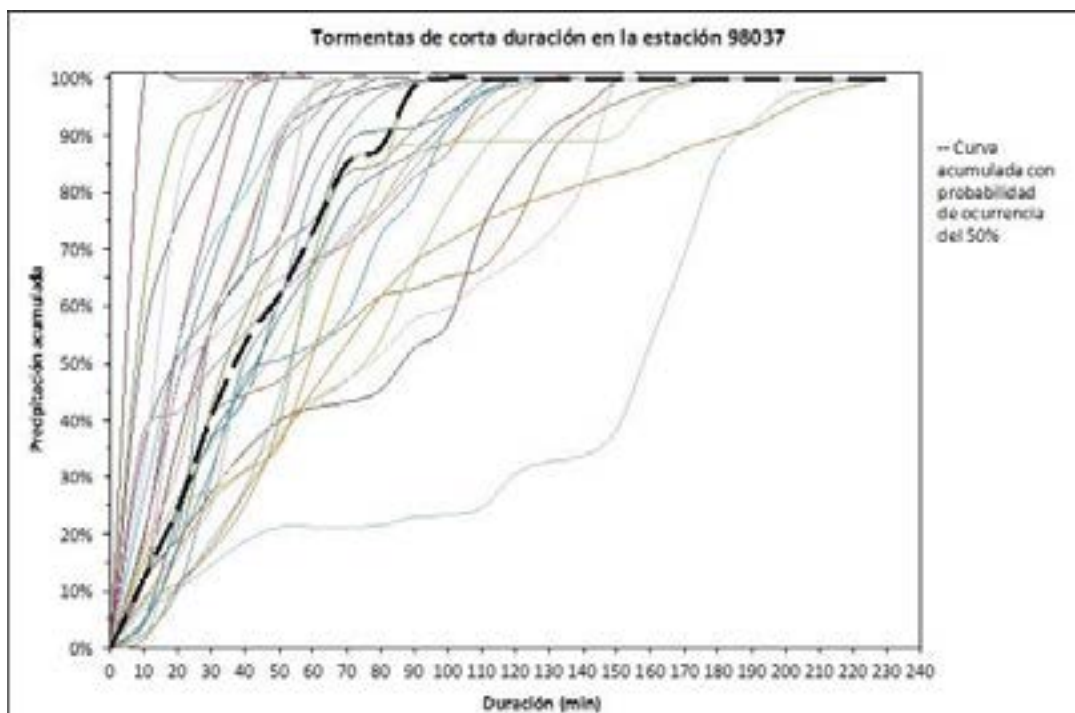


Figura 7-14. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98037.

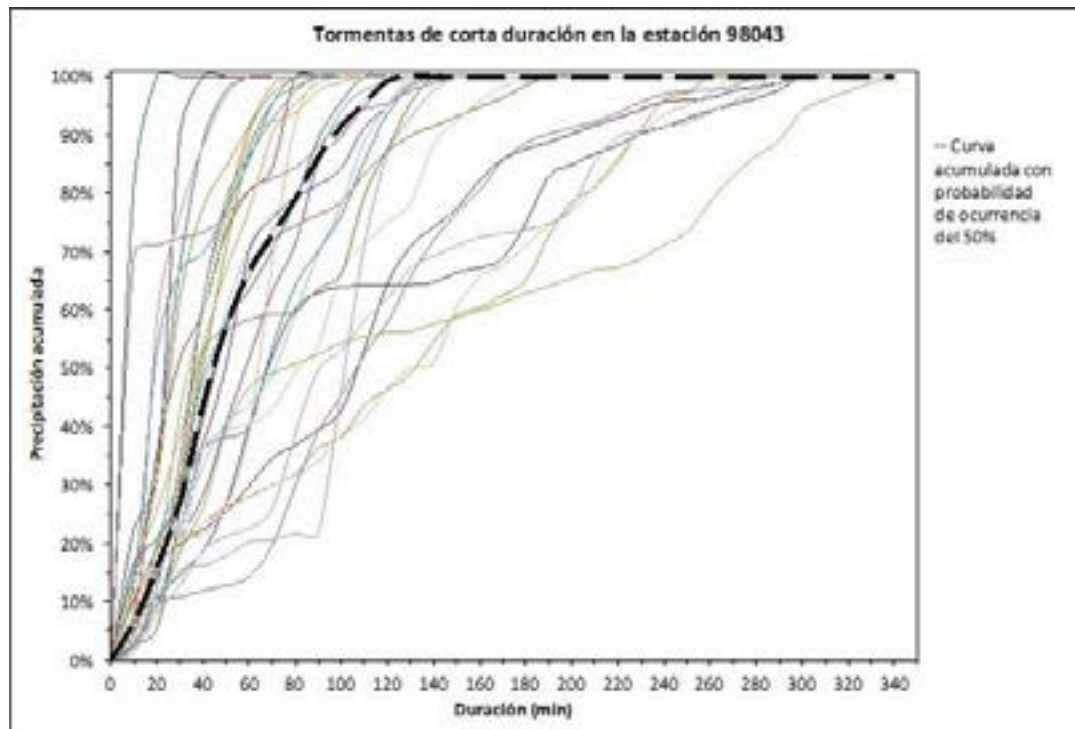


Figura 7-15. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98043.

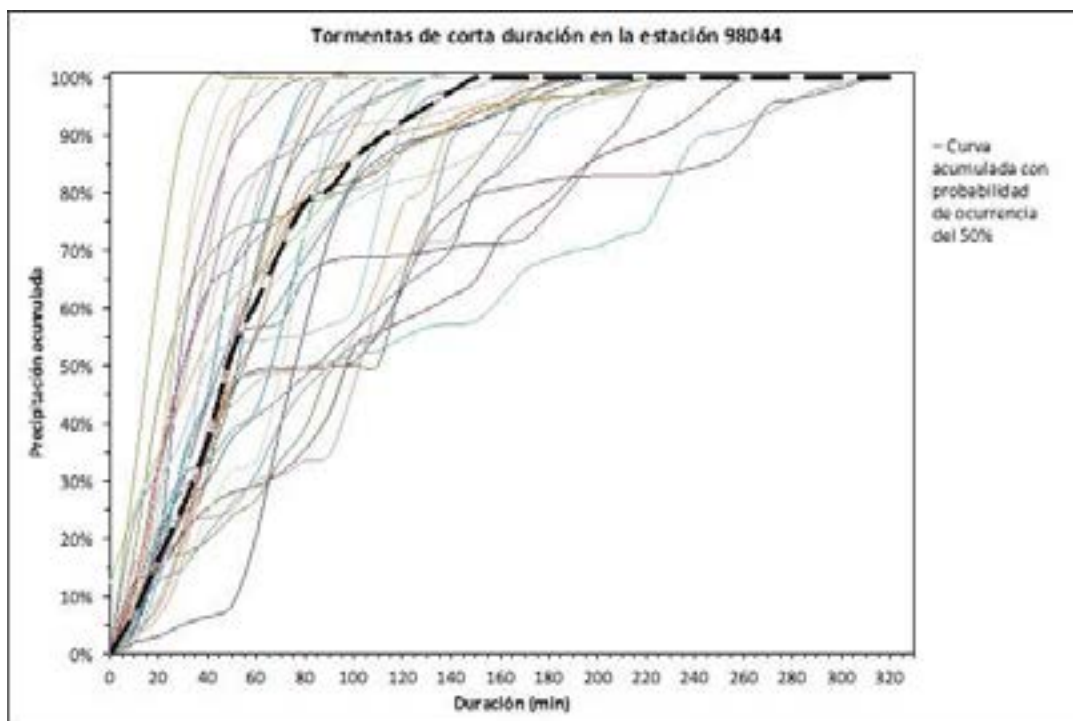


Figura 7-16. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98044.

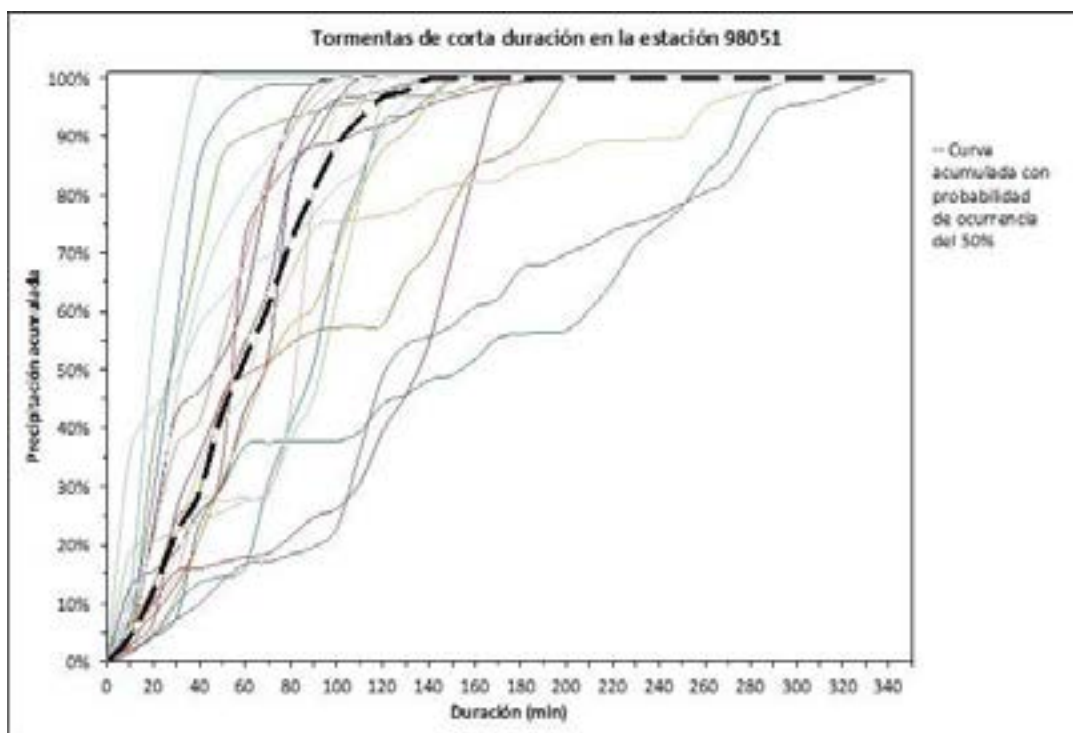


Figura 7-17. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98051.

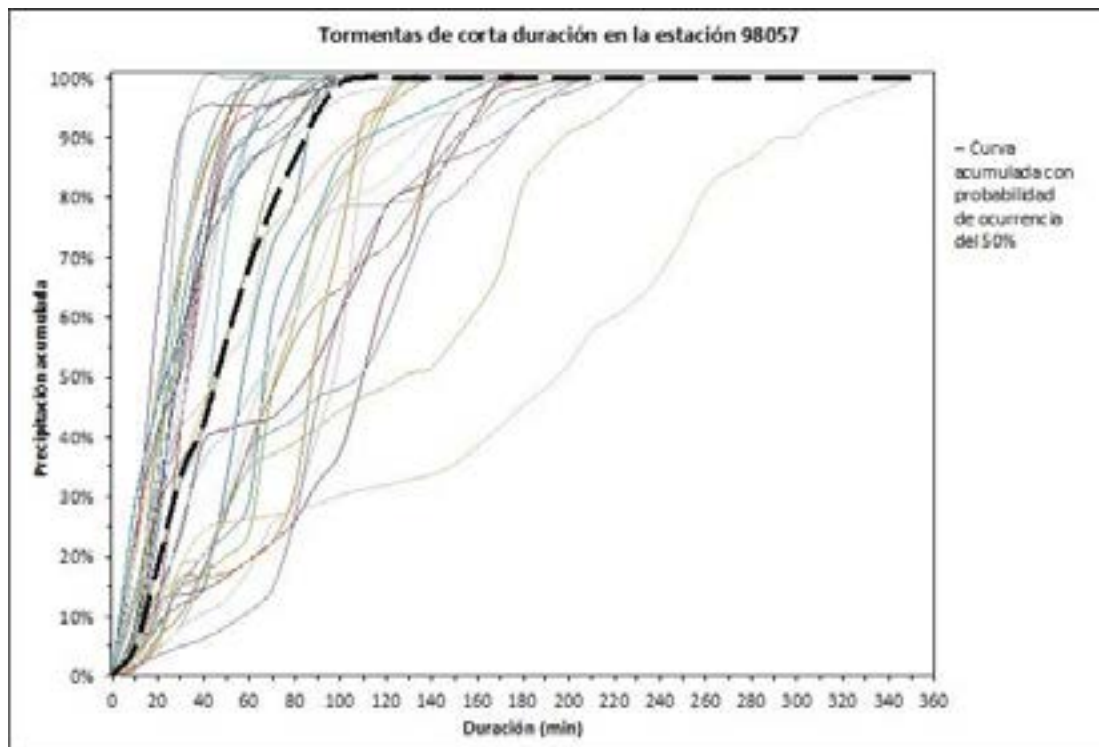


Figura 7-18. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas de corta duración de la estación pluviográfica 98057.

## 7.5.2. Tormentas de larga duración producto de eventos extraordinarios

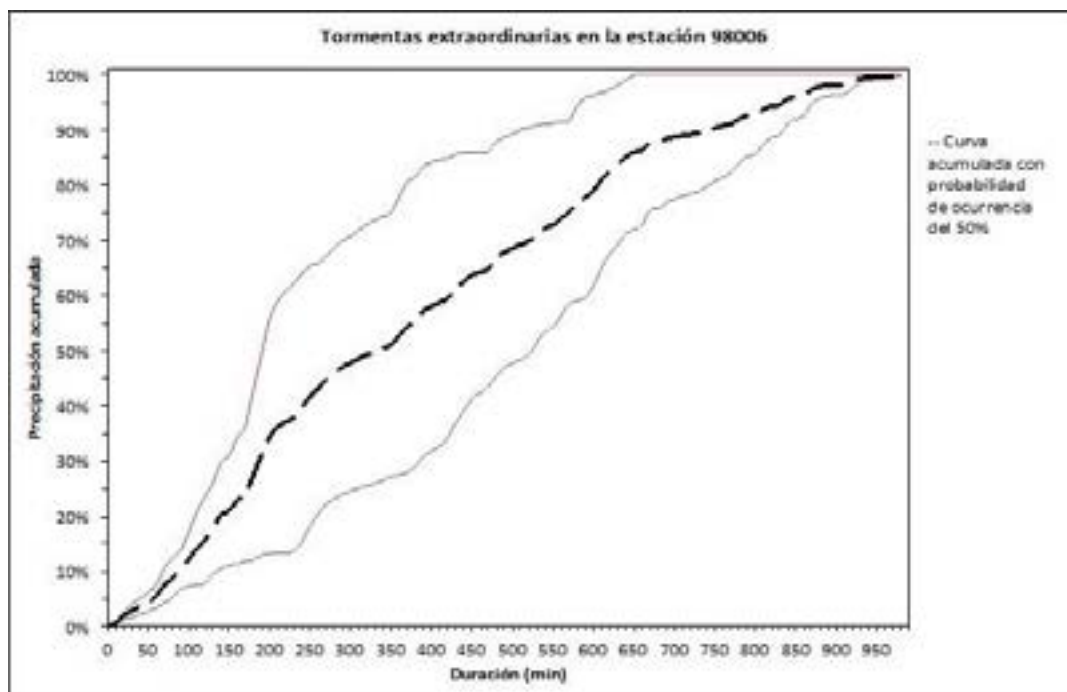


Figura 7-19. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98006.

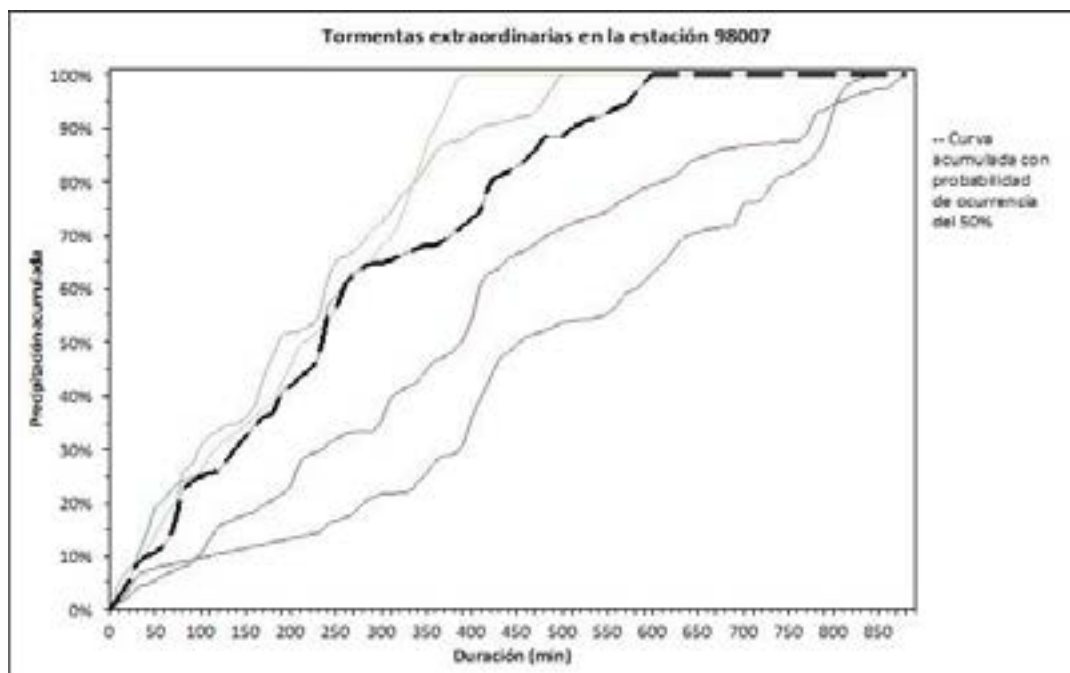


Figura 7-20. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98007.

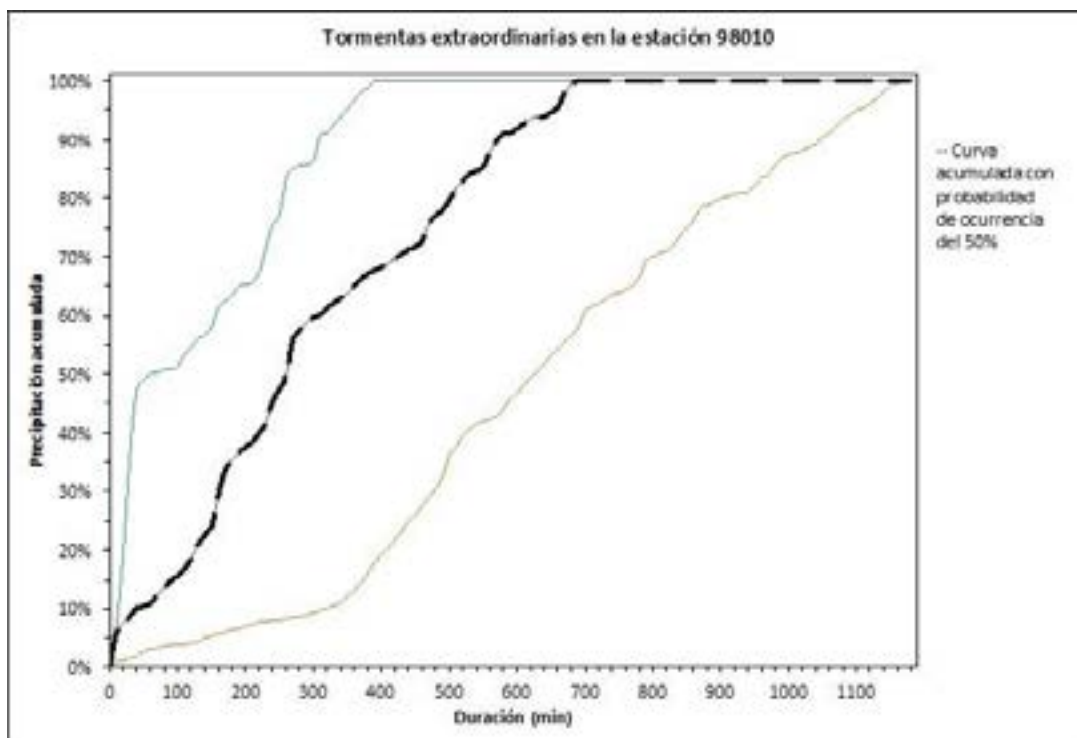


Figura 7-21. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98010.

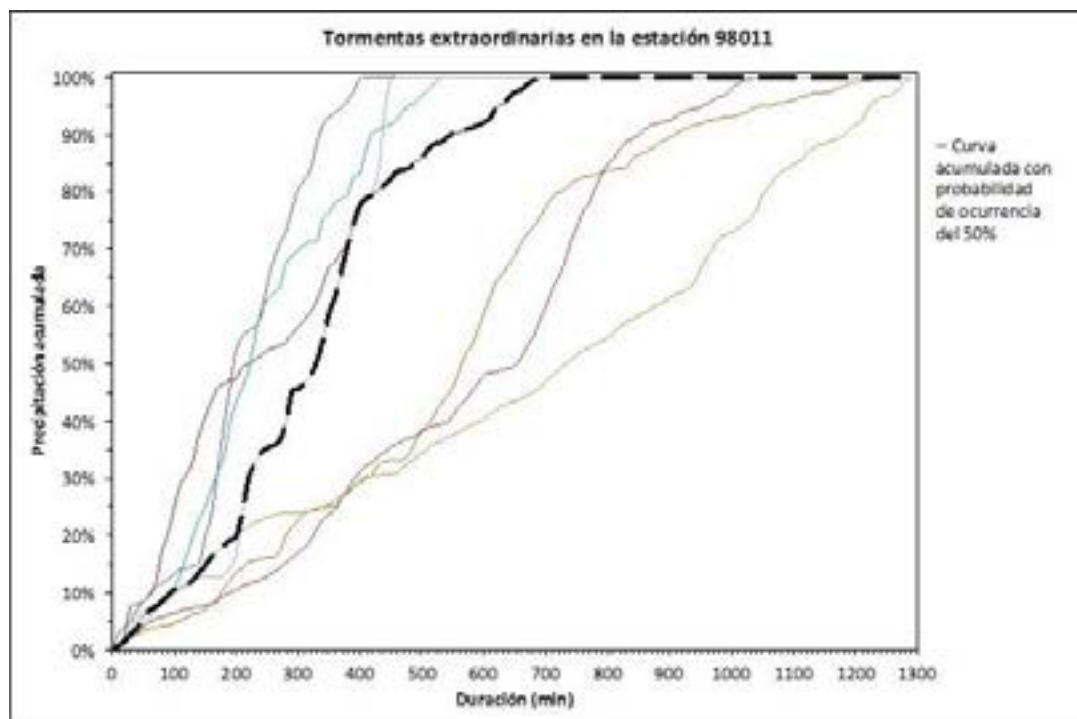


Figura 7-22. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98011.

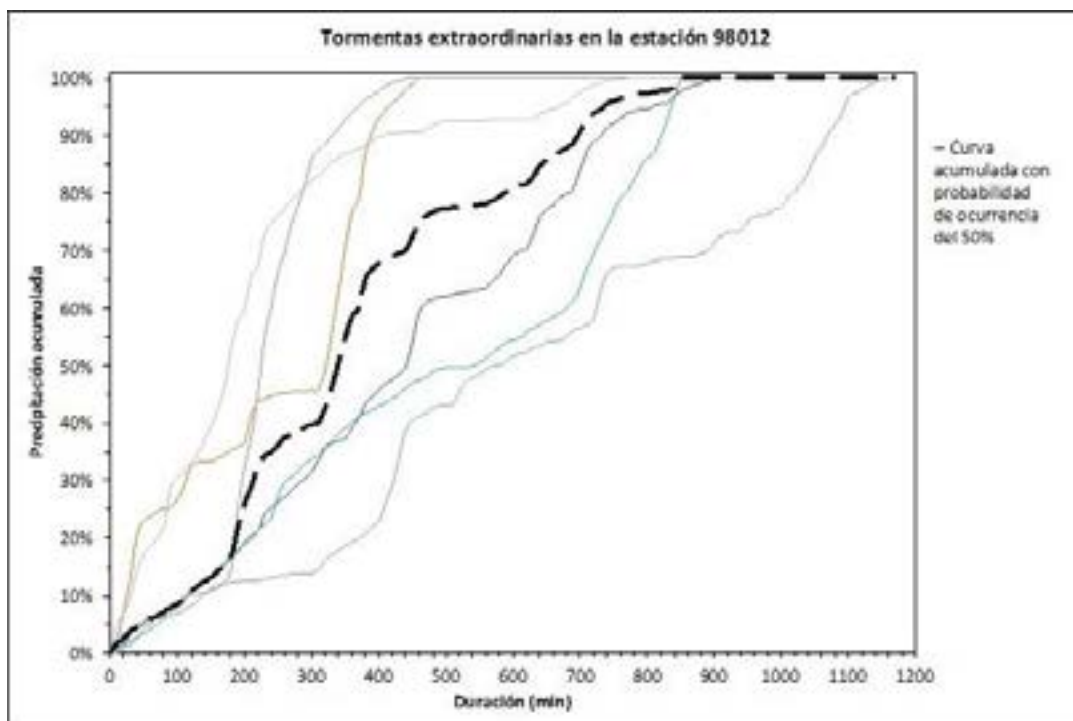


Figura 7-23. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98012.

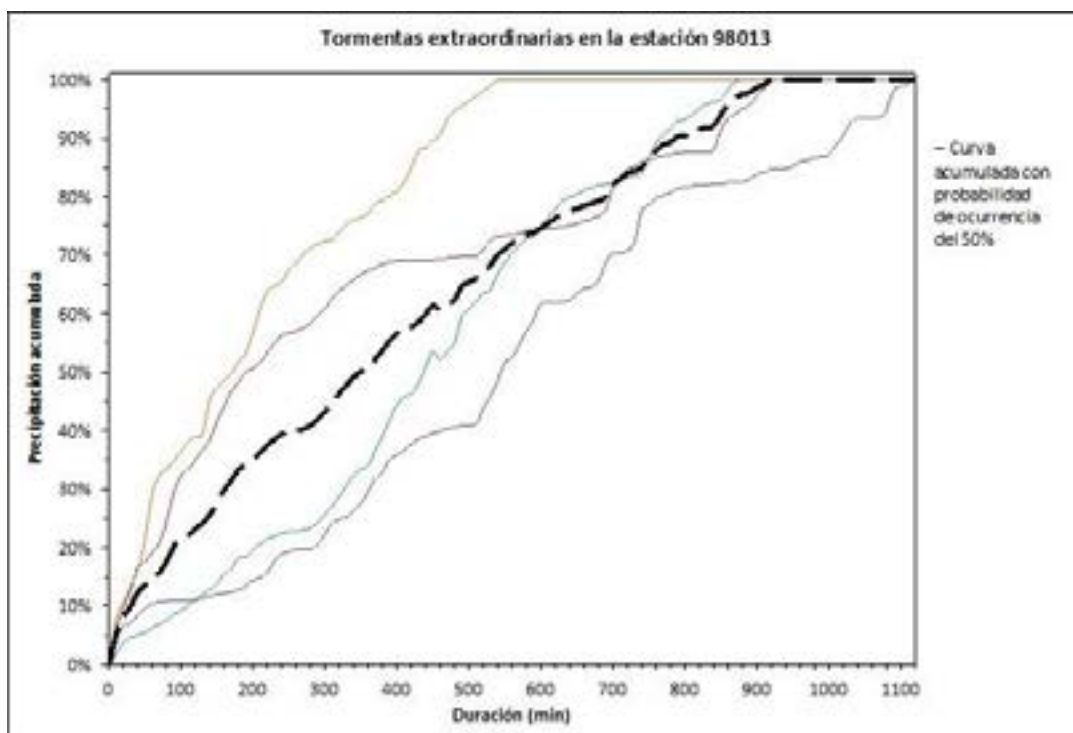


Figura 7-24. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98013.

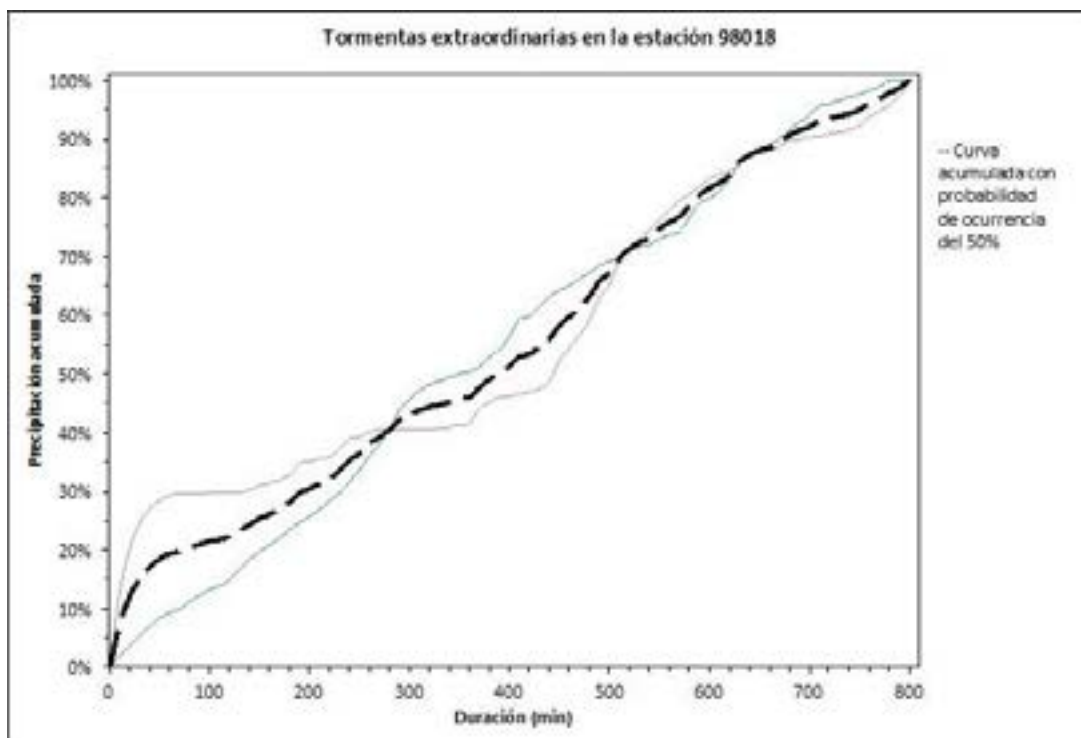


Figura 7-25. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98018.

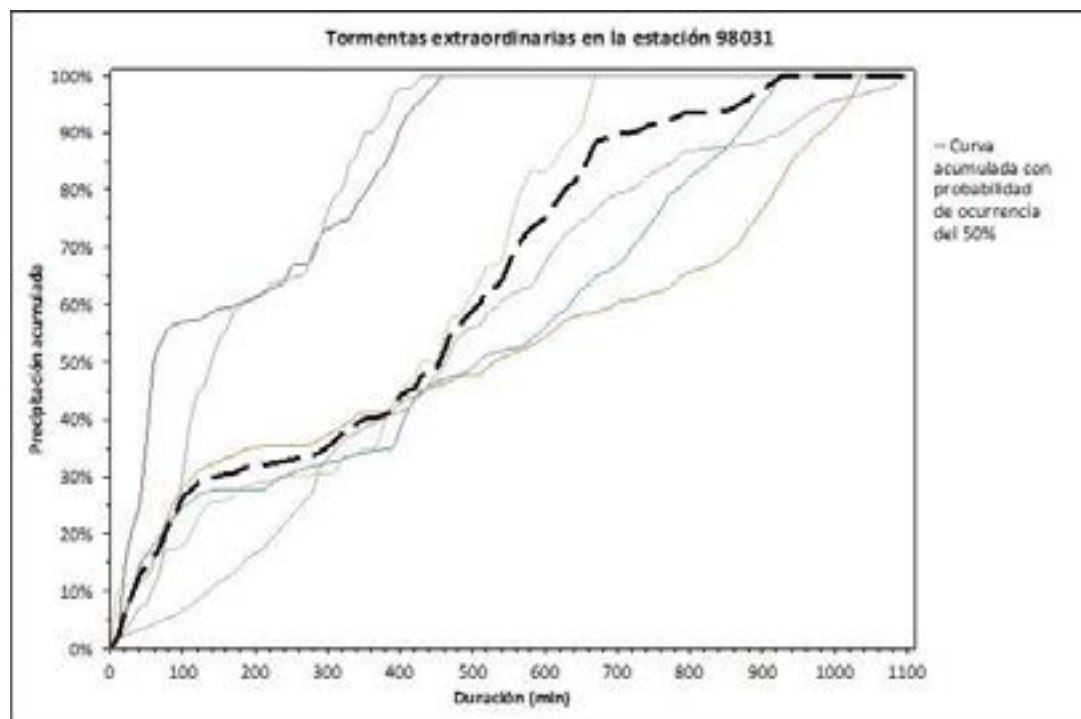


Figura 7-26. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98031.

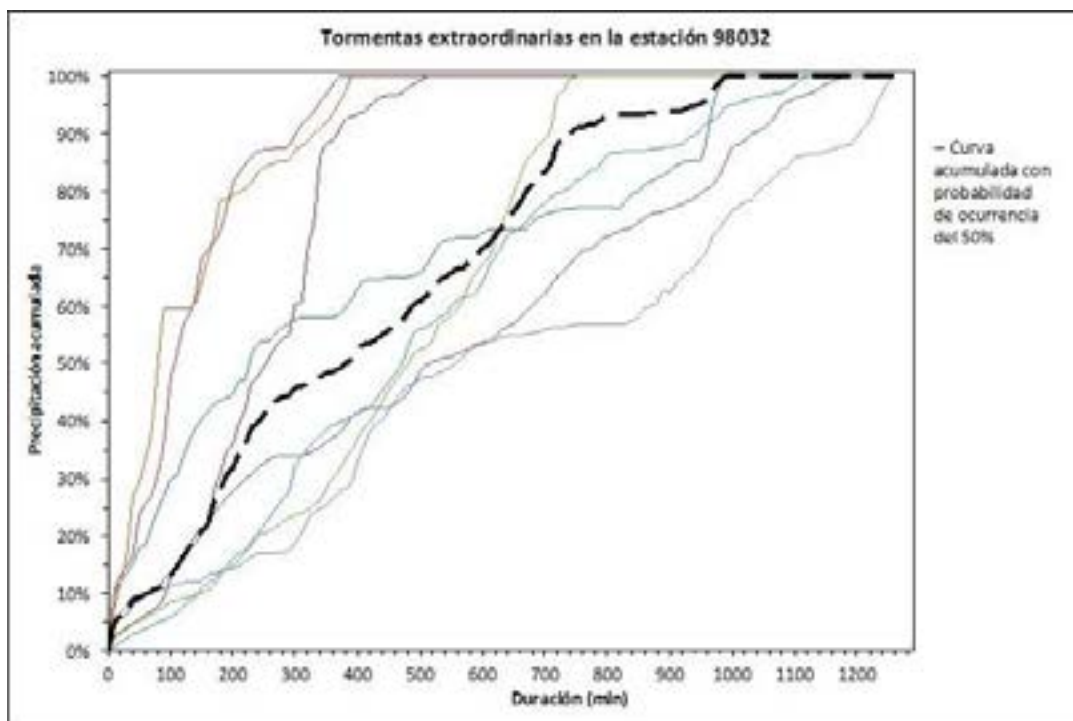


Figura 7-27. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98032.

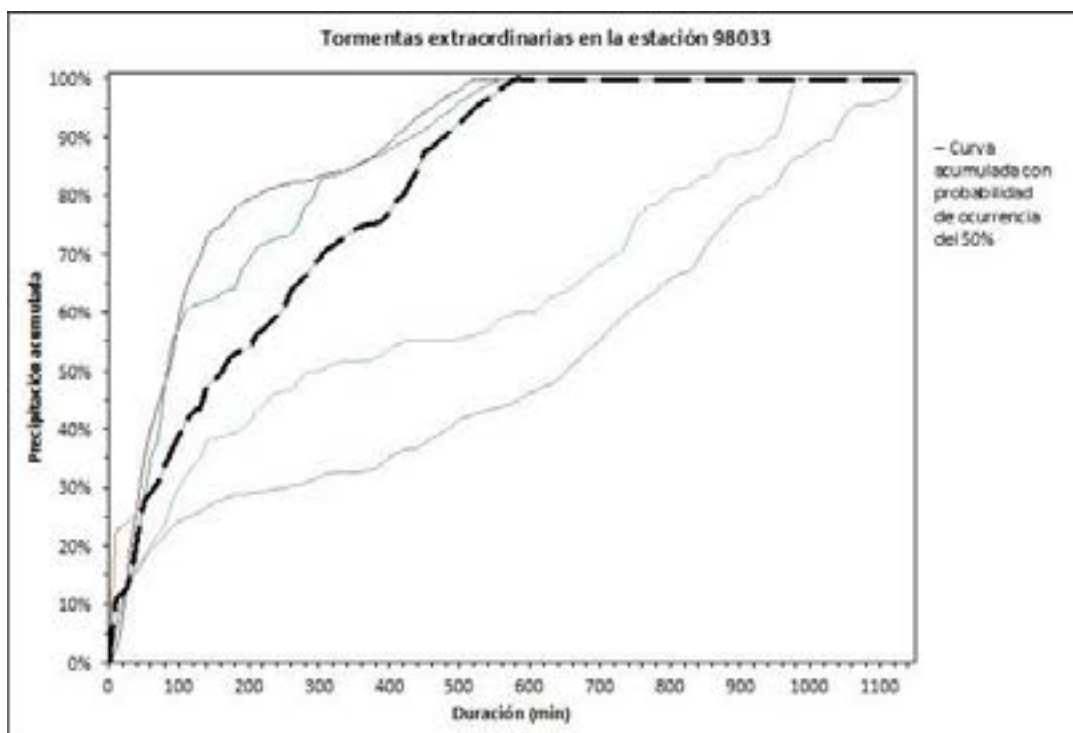


Figura 7-28. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98033.

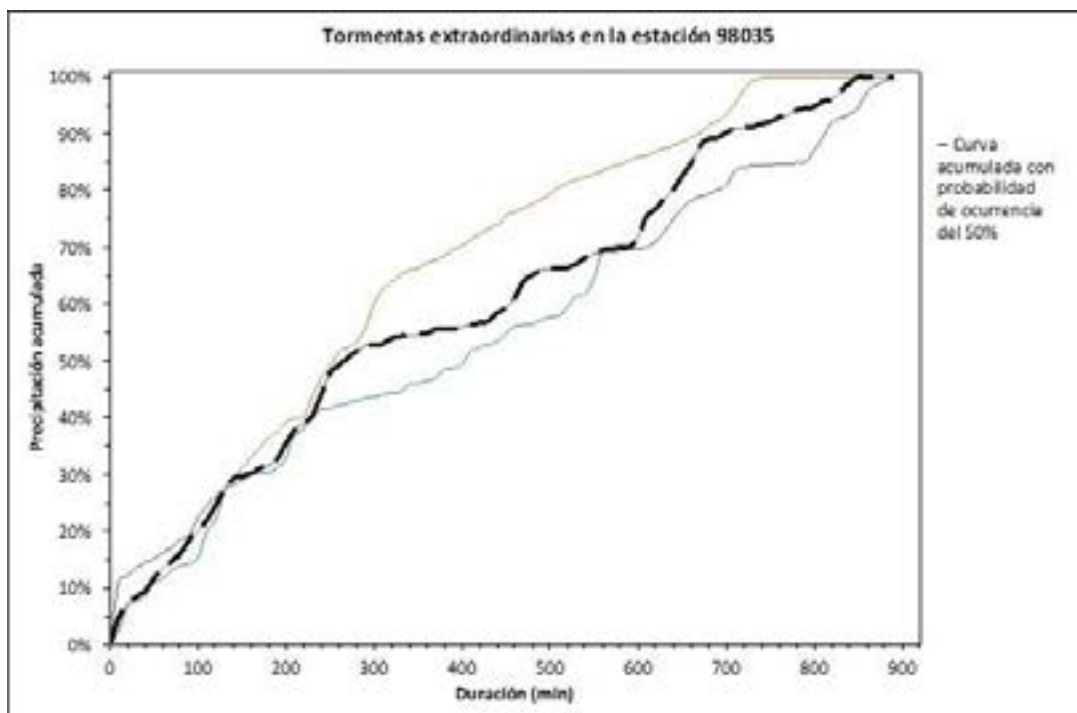


Figura 7-29. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98035.

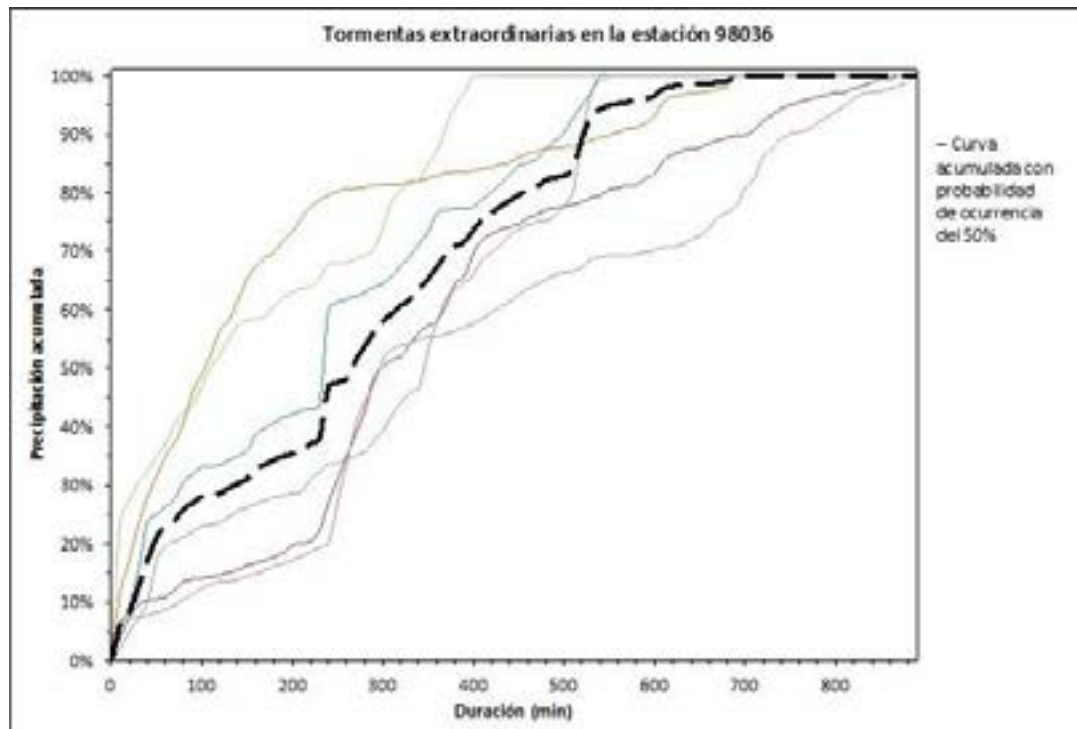


Figura 7-30. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98036.

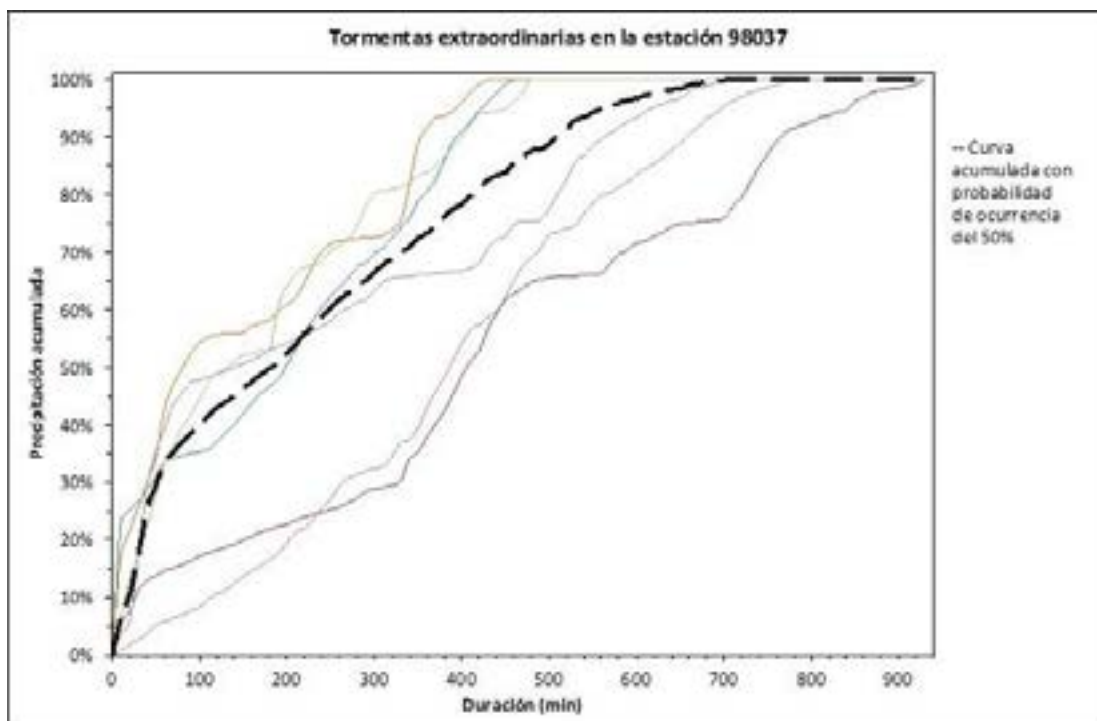


Figura 7-31. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98037.

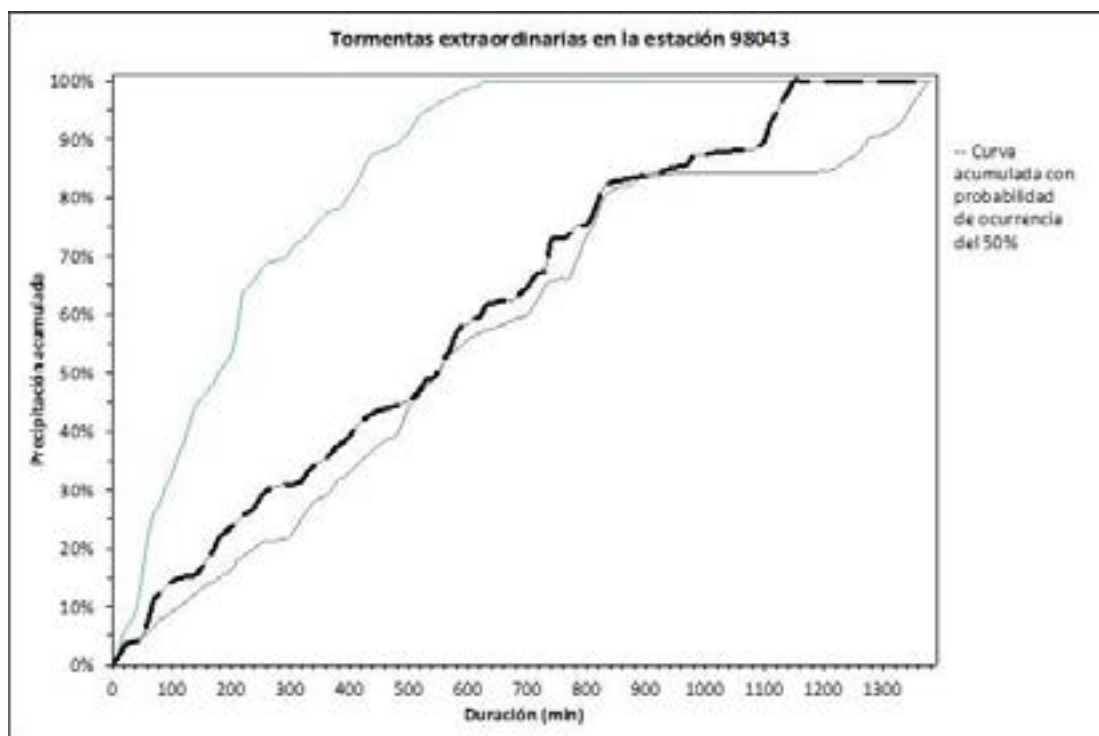


Figura 7-32. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98043.

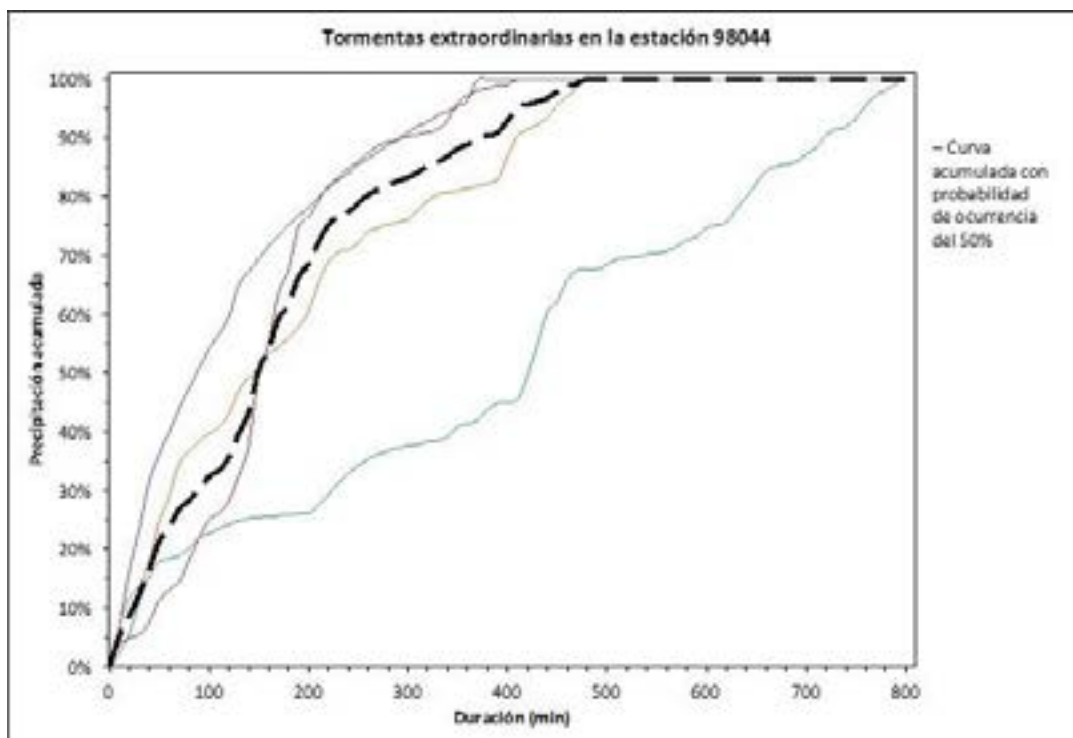


Figura 7-33. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98044.

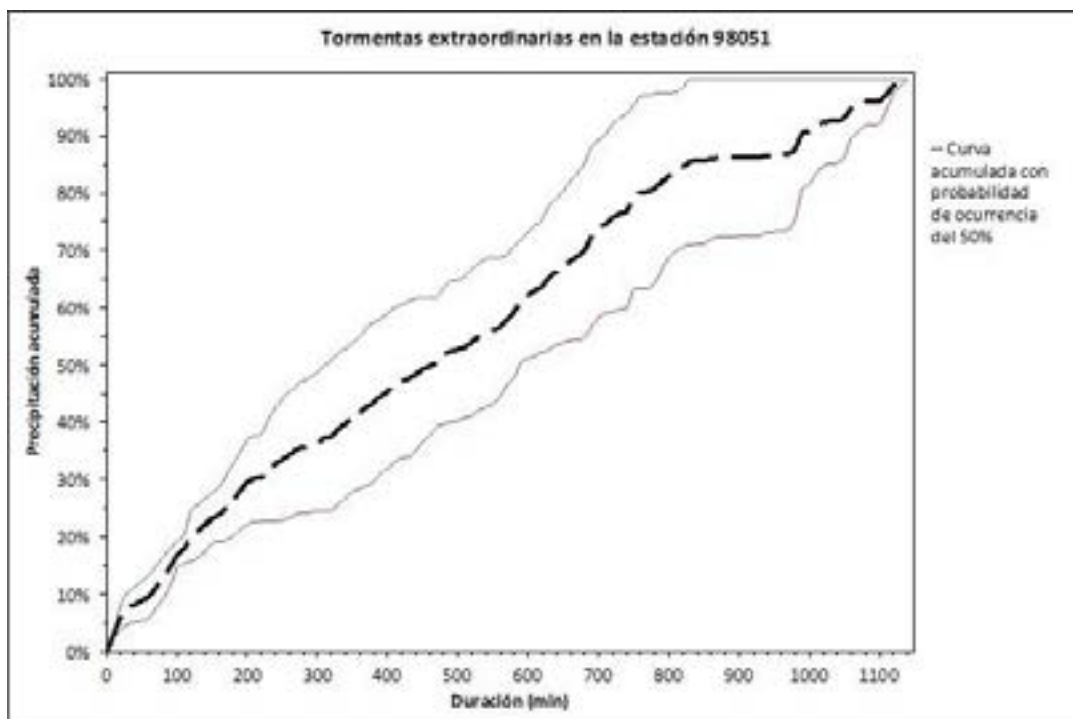


Figura 7-34. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98051.

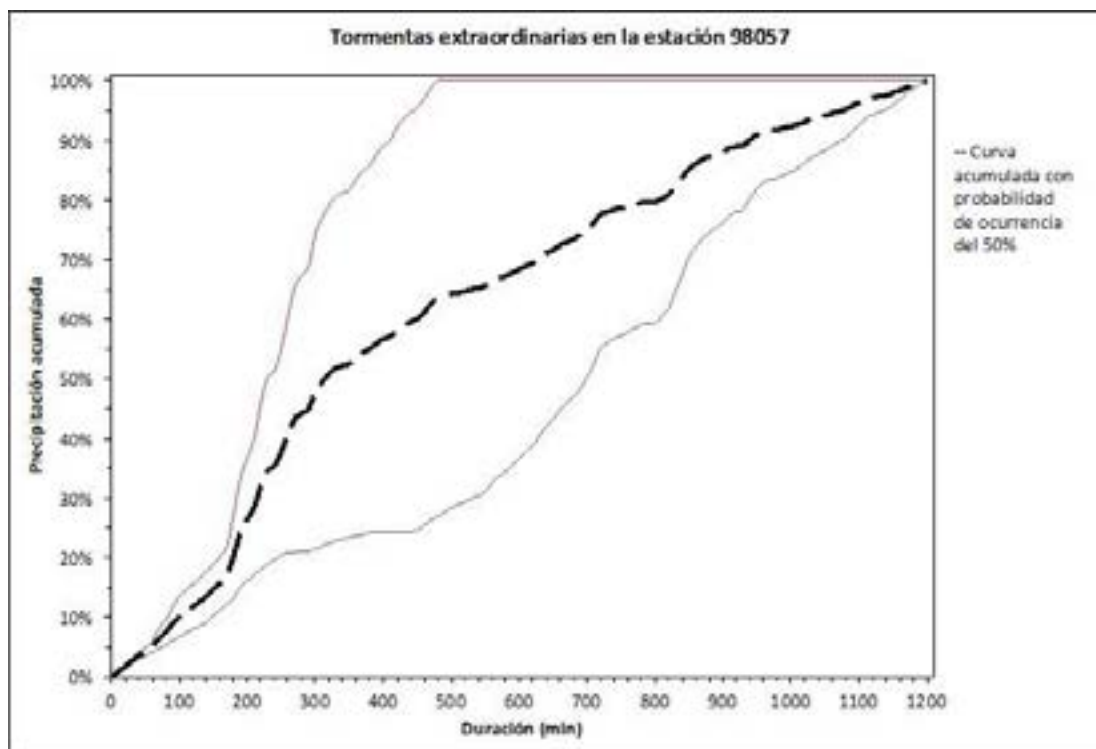


Figura 7-35. Curvas acumuladas de precipitación de tormentas extraordinarias de la estación pluviográfica 98057.

### 7.5.3. Distribución de la precipitación para tormentas de corta duración.

En el presente apartado se presentan los porcentajes de la curva acumulada y distribución de la precipitación para tormentas de corta duración.

Cuadro 7-71. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98006.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	5,0%	5,0%
<b>20</b>	11,0%	6,0%
<b>30</b>	18,5%	7,5%
<b>40</b>	23,6%	5,0%
<b>50</b>	34,8%	11,3%
<b>60</b>	45,6%	10,8%
<b>70</b>	53,1%	7,5%
<b>80</b>	58,4%	5,3%
<b>90</b>	60,7%	2,3%
<b>100</b>	66,7%	6,1%
<b>110</b>	74,1%	7,4%
<b>120</b>	81,4%	7,3%
<b>130</b>	83,4%	2,0%
<b>140</b>	85,3%	1,8%
<b>150</b>	89,6%	4,3%
<b>160</b>	95,0%	5,4%
<b>170</b>	96,7%	1,7%
<b>180</b>	97,5%	0,7%
<b>190</b>	98,5%	1,0%
<b>200</b>	99,2%	0,7%
<b>210</b>	100,0%	0,8%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-72. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98007.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	7,7%	7,7%
<b>20</b>	19,3%	11,6%
<b>30</b>	33,1%	13,8%
<b>40</b>	54,3%	21,2%
<b>50</b>	67,3%	13,0%
<b>60</b>	83,3%	16,0%
<b>70</b>	94,4%	11,1%
<b>80</b>	97,8%	3,4%
<b>90</b>	100,0%	2,2%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-73. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98010.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	4,9%	4,9%
<b>20</b>	19,4%	14,5%
<b>30</b>	31,9%	12,5%
<b>40</b>	48,0%	16,1%
<b>50</b>	54,8%	6,8%
<b>60</b>	67,6%	12,8%
<b>70</b>	74,5%	7,0%
<b>80</b>	85,6%	11,1%
<b>90</b>	95,7%	10,0%
<b>100</b>	99,0%	3,3%
<b>110</b>	100,0%	1,0%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-74. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98011.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	4,1%	4,1%
<b>20</b>	10,3%	6,2%
<b>30</b>	27,7%	17,4%
<b>40</b>	38,2%	10,5%
<b>50</b>	41,6%	3,4%
<b>60</b>	46,2%	4,6%
<b>70</b>	51,6%	5,5%
<b>80</b>	58,0%	6,3%
<b>90</b>	64,2%	6,2%
<b>100</b>	72,3%	8,2%
<b>110</b>	79,9%	7,6%
<b>120</b>	84,2%	4,2%
<b>130</b>	85,9%	1,8%
<b>140</b>	88,3%	2,3%
<b>150</b>	90,2%	1,9%
<b>160</b>	92,5%	2,4%
<b>170</b>	96,6%	4,0%
<b>180</b>	97,6%	1,0%
<b>190</b>	99,3%	1,7%
<b>200</b>	100,0%	0,7%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-75. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98012.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	4,2%	4,2%
<b>20</b>	14,2%	10,0%
<b>30</b>	24,2%	10,1%
<b>40</b>	34,8%	10,6%
<b>50</b>	46,7%	11,9%
<b>60</b>	62,5%	15,8%
<b>70</b>	71,3%	8,8%
<b>80</b>	78,4%	7,1%
<b>90</b>	88,1%	9,7%
<b>100</b>	89,3%	1,2%
<b>110</b>	90,5%	1,2%
<b>120</b>	91,3%	0,7%
<b>130</b>	92,0%	0,7%
<b>140</b>	93,7%	1,7%
<b>150</b>	96,9%	3,1%
<b>160</b>	98,3%	1,4%
<b>170</b>	99,3%	1,1%
<b>180</b>	100,0%	0,7%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-76. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98013.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	5,9%	5,9%
<b>20</b>	20,1%	14,2%
<b>30</b>	32,4%	12,2%
<b>40</b>	52,0%	19,7%
<b>50</b>	72,0%	19,9%
<b>60</b>	75,3%	3,3%
<b>70</b>	83,0%	7,7%
<b>80</b>	95,6%	12,6%
<b>90</b>	97,6%	2,0%
<b>100</b>	100,0%	2,4%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-77. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98018.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
0	0,0%	0,0%
10	6,8%	6,8%
20	16,9%	10,1%
30	30,3%	13,3%
40	45,5%	15,2%
50	55,4%	9,9%
60	68,6%	13,3%
70	77,1%	8,4%
80	82,6%	5,6%
90	85,9%	3,3%
100	89,1%	3,2%
110	92,8%	3,7%
120	95,0%	2,2%
130	97,5%	2,5%
140	98,8%	1,2%
150	100,0%	1,2%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-78. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98031.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
0	0,0%	0,0%
10	6,8%	6,8%
20	17,2%	10,4%
30	27,8%	10,6%
40	33,2%	5,4%
50	36,3%	3,1%
60	43,4%	7,2%
70	59,3%	15,8%
80	70,3%	11,1%
90	72,8%	2,5%
100	77,9%	5,1%
110	82,6%	4,7%
120	86,6%	4,0%
130	89,7%	3,1%
140	95,3%	5,6%
150	97,7%	2,4%
160	98,2%	0,5%
170	99,1%	0,9%
180	100,0%	0,9%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-79. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98032.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	10,3%	10,3%
<b>20</b>	13,7%	3,4%
<b>30</b>	20,8%	7,1%
<b>40</b>	27,8%	7,0%
<b>50</b>	35,6%	7,8%
<b>60</b>	42,6%	6,9%
<b>70</b>	46,4%	3,8%
<b>80</b>	50,0%	3,6%
<b>90</b>	53,9%	3,9%
<b>100</b>	55,8%	1,8%
<b>110</b>	58,3%	2,6%
<b>120</b>	60,6%	2,3%
<b>130</b>	63,9%	3,3%
<b>140</b>	64,9%	1,0%
<b>150</b>	66,8%	1,9%
<b>160</b>	77,8%	10,9%
<b>170</b>	85,1%	7,3%
<b>180</b>	90,5%	5,5%
<b>190</b>	95,5%	5,0%
<b>200</b>	97,0%	1,5%
<b>210</b>	98,3%	1,3%
<b>220</b>	100,0%	1,7%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-80. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98033.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	7,9%	7,9%
<b>20</b>	19,6%	11,8%
<b>30</b>	33,8%	14,1%
<b>40</b>	47,7%	13,9%
<b>50</b>	64,7%	17,0%
<b>60</b>	80,5%	15,8%
<b>70</b>	89,7%	9,2%
<b>80</b>	94,7%	5,0%
<b>90</b>	97,5%	2,8%
<b>100</b>	98,7%	1,3%
<b>110</b>	100,0%	1,3%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-81. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98034.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	9,7%	9,7%
<b>20</b>	23,7%	14,0%
<b>30</b>	32,7%	9,0%
<b>40</b>	44,4%	11,7%
<b>50</b>	55,9%	11,5%
<b>60</b>	69,9%	14,0%
<b>70</b>	82,1%	12,1%
<b>80</b>	84,5%	2,5%
<b>90</b>	87,1%	2,5%
<b>100</b>	91,9%	4,8%
<b>110</b>	95,2%	3,3%
<b>120</b>	97,5%	2,3%
<b>130</b>	98,3%	0,8%
<b>140</b>	99,2%	0,9%
<b>150</b>	100,0%	0,8%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-82. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98035.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	9,3%	9,3%
<b>20</b>	24,6%	15,3%
<b>30</b>	41,0%	16,4%
<b>40</b>	60,4%	19,4%
<b>50</b>	74,4%	14,0%
<b>60</b>	81,9%	7,4%
<b>70</b>	90,3%	8,5%
<b>80</b>	95,6%	5,2%
<b>90</b>	98,1%	2,5%
<b>100</b>	99,6%	1,6%
<b>110</b>	100,0%	0,4%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-83. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98036.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	16,2%	16,2%
<b>20</b>	28,2%	12,0%
<b>30</b>	48,7%	20,5%
<b>40</b>	61,5%	12,8%
<b>50</b>	71,4%	9,9%
<b>60</b>	78,0%	6,6%
<b>70</b>	82,8%	4,7%
<b>80</b>	86,4%	3,7%
<b>90</b>	92,0%	5,6%
<b>100</b>	95,3%	3,2%
<b>110</b>	98,9%	3,6%
<b>120</b>	100,0%	1,1%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-84. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98037.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	12,2%	12,2%
<b>20</b>	24,7%	12,5%
<b>30</b>	40,7%	16,0%
<b>40</b>	53,6%	12,8%
<b>50</b>	62,0%	8,4%
<b>60</b>	73,2%	11,2%
<b>70</b>	85,0%	11,8%
<b>80</b>	87,8%	2,8%
<b>90</b>	98,6%	10,8%
<b>100</b>	100,0%	1,4%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-85. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98043.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	6,6%	6,6%
<b>20</b>	15,9%	9,4%
<b>30</b>	27,1%	11,2%
<b>40</b>	43,8%	16,8%
<b>50</b>	57,0%	13,2%
<b>60</b>	66,6%	9,6%
<b>70</b>	72,8%	6,1%
<b>80</b>	79,0%	6,2%
<b>90</b>	86,1%	7,1%
<b>100</b>	91,5%	5,3%
<b>110</b>	95,4%	3,9%
<b>120</b>	99,2%	3,8%
<b>130</b>	100,0%	0,8%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-86. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98044.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
0	0,0%	0,0%
10	7,2%	7,2%
20	16,7%	9,5%
30	25,7%	9,0%
40	37,2%	11,4%
50	52,3%	15,1%
60	61,0%	8,8%
70	70,2%	9,1%
80	78,2%	8,1%
90	80,7%	2,5%
100	85,9%	5,2%
110	89,3%	3,4%
120	92,4%	3,1%
130	94,9%	2,5%
140	97,6%	2,6%
150	100,0%	2,4%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-87. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98051.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
0	0,0%	0,0%
10	4,4%	4,4%
20	12,0%	7,6%
30	21,9%	10,0%
40	28,9%	6,9%
50	42,4%	13,5%
60	51,9%	9,4%
70	60,8%	8,9%
80	72,1%	11,3%
90	80,9%	8,8%
100	88,5%	7,6%
110	93,1%	4,6%
120	96,7%	3,6%
130	97,8%	1,1%
140	99,9%	2,0%
150	100,0%	0,1%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-88. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de corta duración para la estación 98057.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma corta duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%
<b>10</b>	4,7%	4,7%
<b>20</b>	18,3%	13,6%
<b>30</b>	33,3%	15,0%
<b>40</b>	42,0%	8,6%
<b>50</b>	55,9%	14,0%
<b>60</b>	68,3%	12,4%
<b>70</b>	78,4%	10,1%
<b>80</b>	86,3%	7,8%
<b>90</b>	94,1%	7,8%
<b>100</b>	99,0%	4,9%
<b>110</b>	100,0%	1,0%

Fuente: García, E. 2015.

#### 7.5.4. Distribución de la precipitación para tormentas de larga duración

A continuación se presentan los porcentajes de la curva acumulada y la distribución de la precipitación para tormentas de larga duración por efecto de eventos extraordinarios que provienen de las vertientes del Caribe y del Pacífico.

Cuadro 7-89. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98006.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>500</b>	68,5%	0,7%
<b>10</b>	0,8%	0,8%	<b>510</b>	69,2%	0,7%
<b>20</b>	2,0%	1,3%	<b>520</b>	69,8%	0,6%
<b>30</b>	2,9%	0,9%	<b>530</b>	71,1%	1,3%
<b>40</b>	3,7%	0,7%	<b>540</b>	72,3%	1,1%
<b>50</b>	4,5%	0,8%	<b>550</b>	72,7%	0,4%
<b>60</b>	5,6%	1,1%	<b>560</b>	74,0%	1,2%
<b>70</b>	7,5%	2,0%	<b>570</b>	75,1%	1,1%
<b>80</b>	8,9%	1,3%	<b>580</b>	76,7%	1,6%
<b>90</b>	10,3%	1,5%	<b>590</b>	77,8%	1,1%
<b>100</b>	12,2%	1,8%	<b>600</b>	79,0%	1,3%
<b>110</b>	14,2%	2,1%	<b>610</b>	81,0%	1,9%
<b>120</b>	15,7%	1,5%	<b>620</b>	82,4%	1,5%
<b>130</b>	17,8%	2,1%	<b>630</b>	83,7%	1,3%
<b>140</b>	20,3%	2,4%	<b>640</b>	85,1%	1,4%
<b>150</b>	21,0%	0,8%	<b>650</b>	86,0%	0,9%
<b>160</b>	22,9%	1,9%	<b>660</b>	86,3%	0,3%
<b>170</b>	24,1%	1,2%	<b>670</b>	87,7%	1,4%
<b>180</b>	27,5%	3,4%	<b>680</b>	87,9%	0,2%
<b>190</b>	31,1%	3,6%	<b>690</b>	88,4%	0,5%
<b>200</b>	34,5%	3,4%	<b>700</b>	88,7%	0,4%
<b>210</b>	36,2%	1,7%	<b>710</b>	89,0%	0,3%
<b>220</b>	37,1%	1,0%	<b>720</b>	89,2%	0,2%
<b>230</b>	37,9%	0,8%	<b>730</b>	89,4%	0,2%
<b>240</b>	39,7%	1,8%	<b>740</b>	89,9%	0,5%
<b>250</b>	41,7%	2,0%	<b>750</b>	90,4%	0,4%
<b>260</b>	43,2%	1,5%	<b>760</b>	90,7%	0,3%
<b>270</b>	44,8%	1,5%	<b>770</b>	91,1%	0,4%
<b>280</b>	45,9%	1,1%	<b>780</b>	92,0%	0,9%
<b>290</b>	47,0%	1,1%	<b>790</b>	92,6%	0,6%
<b>300</b>	47,7%	0,7%	<b>800</b>	92,9%	0,3%

<b>310</b>	48,5%	0,8%	<b>810</b>	93,8%	0,9%
<b>320</b>	49,2%	0,7%	<b>820</b>	94,3%	0,6%
<b>330</b>	49,8%	0,6%	<b>830</b>	94,6%	0,2%
<b>340</b>	50,4%	0,6%	<b>840</b>	95,6%	1,1%
<b>350</b>	51,1%	0,7%	<b>850</b>	96,0%	0,4%
<b>360</b>	52,7%	1,6%	<b>860</b>	96,3%	0,2%
<b>370</b>	54,3%	1,6%	<b>870</b>	97,4%	1,1%
<b>380</b>	55,3%	1,0%	<b>880</b>	97,9%	0,5%
<b>390</b>	57,1%	1,8%	<b>890</b>	98,1%	0,2%
<b>400</b>	58,0%	0,9%	<b>900</b>	98,2%	0,1%
<b>410</b>	58,7%	0,7%	<b>910</b>	98,3%	0,1%
<b>420</b>	59,5%	0,9%	<b>920</b>	98,8%	0,5%
<b>430</b>	61,3%	1,8%	<b>930</b>	99,3%	0,5%
<b>440</b>	62,5%	1,2%	<b>940</b>	99,5%	0,2%
<b>450</b>	63,7%	1,2%	<b>950</b>	99,6%	0,1%
<b>460</b>	64,2%	0,5%	<b>960</b>	99,6%	0,0%
<b>470</b>	64,8%	0,5%	<b>970</b>	99,7%	0,1%
<b>480</b>	66,7%	2,0%	<b>980</b>	100,0%	0,3%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-90. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98007.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>310</b>	65,4%	0,7%
<b>10</b>	2,4%	2,4%	<b>320</b>	66,1%	0,7%
<b>20</b>	5,1%	2,7%	<b>330</b>	66,9%	0,7%
<b>30</b>	8,5%	3,4%	<b>340</b>	67,6%	0,7%
<b>40</b>	10,0%	1,5%	<b>350</b>	68,2%	0,6%
<b>50</b>	10,8%	0,8%	<b>360</b>	68,2%	0,1%
<b>60</b>	12,3%	1,5%	<b>370</b>	69,2%	1,0%
<b>70</b>	15,4%	3,1%	<b>380</b>	70,4%	1,2%
<b>80</b>	22,0%	6,6%	<b>390</b>	71,8%	1,3%
<b>90</b>	23,8%	1,8%	<b>400</b>	73,2%	1,4%
<b>100</b>	24,9%	1,1%	<b>410</b>	74,9%	1,8%
<b>110</b>	25,6%	0,6%	<b>420</b>	79,6%	4,7%
<b>120</b>	26,1%	0,6%	<b>430</b>	81,1%	1,4%
<b>130</b>	28,2%	2,0%	<b>440</b>	81,8%	0,8%
<b>140</b>	30,5%	2,3%	<b>450</b>	83,1%	1,3%
<b>150</b>	32,4%	1,9%	<b>460</b>	84,2%	1,1%
<b>160</b>	34,5%	2,1%	<b>470</b>	85,9%	1,7%
<b>170</b>	36,0%	1,5%	<b>480</b>	88,2%	2,3%
<b>180</b>	36,9%	0,9%	<b>490</b>	88,4%	0,2%
<b>190</b>	40,7%	3,8%	<b>500</b>	88,6%	0,2%
<b>200</b>	41,8%	1,1%	<b>510</b>	89,9%	1,3%
<b>210</b>	43,6%	1,8%	<b>520</b>	90,8%	0,9%
<b>220</b>	44,8%	1,2%	<b>530</b>	91,7%	0,8%
<b>230</b>	47,2%	2,4%	<b>540</b>	92,0%	0,4%
<b>240</b>	54,3%	7,1%	<b>550</b>	93,0%	0,9%
<b>250</b>	56,4%	2,1%	<b>560</b>	93,9%	0,9%
<b>260</b>	60,7%	4,3%	<b>570</b>	94,6%	0,7%
<b>270</b>	62,7%	2,1%	<b>580</b>	96,5%	1,9%
<b>280</b>	64,1%	1,3%	<b>590</b>	98,6%	2,1%
<b>290</b>	64,6%	0,6%	<b>600</b>	100,0%	1,4%
<b>300</b>	64,7%	0,1%			

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-91. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98010.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>350</b>	63,8%	0,8%
<b>10</b>	5,8%	5,8%	<b>360</b>	65,1%	1,3%
<b>20</b>	7,4%	1,6%	<b>370</b>	66,2%	1,1%
<b>30</b>	8,7%	1,2%	<b>380</b>	67,1%	0,9%
<b>40</b>	10,1%	1,4%	<b>390</b>	67,6%	0,6%
<b>50</b>	10,4%	0,3%	<b>400</b>	68,2%	0,6%
<b>60</b>	10,9%	0,5%	<b>410</b>	68,8%	0,7%
<b>70</b>	12,3%	1,4%	<b>420</b>	69,7%	0,8%
<b>80</b>	13,6%	1,2%	<b>430</b>	70,5%	0,8%
<b>90</b>	14,8%	1,2%	<b>440</b>	71,2%	0,7%
<b>100</b>	15,6%	0,8%	<b>450</b>	71,7%	0,5%
<b>110</b>	16,8%	1,2%	<b>460</b>	72,7%	1,0%
<b>120</b>	18,4%	1,6%	<b>470</b>	75,8%	3,1%
<b>130</b>	20,9%	2,4%	<b>480</b>	77,0%	1,2%
<b>140</b>	22,5%	1,6%	<b>490</b>	78,0%	1,0%
<b>150</b>	24,0%	1,5%	<b>500</b>	79,6%	1,6%
<b>160</b>	29,5%	5,5%	<b>510</b>	81,7%	2,0%
<b>170</b>	33,5%	4,1%	<b>520</b>	82,9%	1,2%
<b>180</b>	35,3%	1,8%	<b>530</b>	84,1%	1,2%
<b>190</b>	36,6%	1,2%	<b>540</b>	84,7%	0,6%
<b>200</b>	37,5%	1,0%	<b>550</b>	85,3%	0,7%
<b>210</b>	38,4%	0,9%	<b>560</b>	87,8%	2,5%
<b>220</b>	39,9%	1,5%	<b>570</b>	89,8%	2,0%
<b>230</b>	41,7%	1,8%	<b>580</b>	91,0%	1,2%
<b>240</b>	45,4%	3,7%	<b>590</b>	91,1%	0,1%
<b>250</b>	47,4%	2,0%	<b>600</b>	91,8%	0,7%
<b>260</b>	49,8%	2,4%	<b>610</b>	92,7%	0,8%
<b>270</b>	56,0%	6,1%	<b>620</b>	93,6%	0,9%
<b>280</b>	57,5%	1,5%	<b>630</b>	93,8%	0,2%
<b>290</b>	58,8%	1,3%	<b>640</b>	93,9%	0,1%
<b>300</b>	59,6%	0,8%	<b>650</b>	94,6%	0,7%
<b>310</b>	60,2%	0,6%	<b>660</b>	95,5%	0,9%
<b>320</b>	61,3%	1,1%	<b>670</b>	98,0%	2,4%
<b>330</b>	62,1%	0,8%	<b>680</b>	99,4%	1,5%
<b>340</b>	63,0%	0,9%	<b>690</b>	100,0%	0,6%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-92. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98011.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>350</b>	58,9%	4,9%
<b>10</b>	0,7%	0,7%	<b>360</b>	61,8%	2,9%
<b>20</b>	1,6%	0,9%	<b>370</b>	66,2%	4,4%
<b>30</b>	2,9%	1,2%	<b>380</b>	70,8%	4,6%
<b>40</b>	4,0%	1,1%	<b>390</b>	74,6%	3,8%
<b>50</b>	5,9%	1,9%	<b>400</b>	77,7%	3,1%
<b>60</b>	7,0%	1,1%	<b>410</b>	78,8%	1,1%
<b>70</b>	7,6%	0,6%	<b>420</b>	79,7%	0,8%
<b>80</b>	8,6%	1,0%	<b>430</b>	80,4%	0,7%
<b>90</b>	9,5%	1,0%	<b>440</b>	81,4%	1,0%
<b>100</b>	10,6%	1,1%	<b>450</b>	82,4%	1,0%
<b>110</b>	11,0%	0,4%	<b>460</b>	83,6%	1,2%
<b>120</b>	11,4%	0,4%	<b>470</b>	83,8%	0,3%
<b>130</b>	12,3%	0,9%	<b>480</b>	84,3%	0,5%
<b>140</b>	13,6%	1,3%	<b>490</b>	85,5%	1,2%
<b>150</b>	14,8%	1,3%	<b>500</b>	86,0%	0,6%
<b>160</b>	16,3%	1,5%	<b>510</b>	87,5%	1,5%
<b>170</b>	17,3%	1,0%	<b>520</b>	88,5%	1,0%
<b>180</b>	18,3%	1,0%	<b>530</b>	88,7%	0,3%
<b>190</b>	19,3%	1,0%	<b>540</b>	89,5%	0,8%
<b>200</b>	19,9%	0,6%	<b>550</b>	90,3%	0,7%
<b>210</b>	24,3%	4,4%	<b>560</b>	90,4%	0,1%
<b>220</b>	30,0%	5,7%	<b>570</b>	90,8%	0,5%
<b>230</b>	32,7%	2,6%	<b>580</b>	91,2%	0,4%
<b>240</b>	34,4%	1,8%	<b>590</b>	91,7%	0,5%
<b>250</b>	35,3%	0,9%	<b>600</b>	92,2%	0,5%
<b>260</b>	35,8%	0,4%	<b>610</b>	93,0%	0,9%
<b>270</b>	36,6%	0,9%	<b>620</b>	94,8%	1,7%
<b>280</b>	39,7%	3,1%	<b>630</b>	95,3%	0,6%
<b>290</b>	45,3%	5,5%	<b>640</b>	96,5%	1,2%
<b>300</b>	45,7%	0,4%	<b>650</b>	97,4%	0,9%
<b>310</b>	46,6%	0,9%	<b>660</b>	97,9%	0,5%
<b>320</b>	47,9%	1,3%	<b>670</b>	98,8%	1,0%
<b>330</b>	50,3%	2,4%	<b>680</b>	99,6%	0,7%
<b>340</b>	54,1%	3,8%	<b>690</b>	100,0%	0,4%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-93. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98012.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>430</b>	69,5%	0,6%
<b>10</b>	1,6%	1,6%	<b>440</b>	70,1%	0,6%
<b>20</b>	2,4%	0,8%	<b>450</b>	72,4%	2,3%
<b>30</b>	3,8%	1,3%	<b>460</b>	75,0%	2,6%
<b>40</b>	4,6%	0,8%	<b>470</b>	76,0%	1,0%
<b>50</b>	5,3%	0,7%	<b>480</b>	76,7%	0,7%
<b>60</b>	6,0%	0,6%	<b>490</b>	77,1%	0,4%
<b>70</b>	6,4%	0,5%	<b>500</b>	77,3%	0,2%
<b>80</b>	7,1%	0,7%	<b>510</b>	77,5%	0,2%
<b>90</b>	7,9%	0,8%	<b>520</b>	77,6%	0,1%
<b>100</b>	8,5%	0,6%	<b>530</b>	77,7%	0,2%
<b>110</b>	9,4%	0,9%	<b>540</b>	77,9%	0,1%
<b>120</b>	10,7%	1,3%	<b>550</b>	78,0%	0,1%
<b>130</b>	11,6%	0,9%	<b>560</b>	78,1%	0,2%
<b>140</b>	12,4%	0,8%	<b>570</b>	78,7%	0,6%
<b>150</b>	13,1%	0,7%	<b>580</b>	79,4%	0,7%
<b>160</b>	14,3%	1,2%	<b>590</b>	80,3%	0,9%
<b>170</b>	15,4%	1,1%	<b>600</b>	81,0%	0,7%
<b>180</b>	16,9%	1,5%	<b>610</b>	81,5%	0,4%
<b>190</b>	21,6%	4,7%	<b>620</b>	81,6%	0,2%
<b>200</b>	25,9%	4,3%	<b>630</b>	82,9%	1,3%
<b>210</b>	28,8%	2,9%	<b>640</b>	84,9%	2,0%
<b>220</b>	32,5%	3,7%	<b>650</b>	85,7%	0,9%
<b>230</b>	34,2%	1,7%	<b>660</b>	86,2%	0,5%
<b>240</b>	35,0%	0,7%	<b>670</b>	87,2%	1,0%
<b>250</b>	36,2%	1,2%	<b>680</b>	87,8%	0,6%
<b>260</b>	37,5%	1,3%	<b>690</b>	88,8%	1,0%
<b>270</b>	38,0%	0,5%	<b>700</b>	90,8%	2,0%
<b>280</b>	38,6%	0,6%	<b>710</b>	92,7%	2,0%
<b>290</b>	39,2%	0,6%	<b>720</b>	93,9%	1,1%
<b>300</b>	39,7%	0,5%	<b>730</b>	94,5%	0,6%
<b>310</b>	40,1%	0,3%	<b>740</b>	95,6%	1,1%
<b>320</b>	42,6%	2,5%	<b>750</b>	96,0%	0,4%
<b>330</b>	46,2%	3,6%	<b>760</b>	96,4%	0,4%
<b>340</b>	50,5%	4,3%	<b>770</b>	96,9%	0,5%
<b>350</b>	54,8%	4,4%	<b>780</b>	97,2%	0,2%
<b>360</b>	58,5%	3,7%	<b>790</b>	97,2%	0,0%
<b>370</b>	60,0%	1,5%	<b>800</b>	97,3%	0,1%
<b>380</b>	65,0%	5,1%	<b>810</b>	97,6%	0,3%

---

<b>390</b>	66,8%	1,8%	<b>820</b>	97,8%	0,2%
<b>400</b>	67,8%	1,0%	<b>830</b>	97,9%	0,1%
<b>410</b>	68,5%	0,7%	<b>840</b>	98,5%	0,6%
<b>420</b>	69,0%	0,5%	<b>850</b>	100,0%	1,5%

---

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-94. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98013.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>470</b>	61,5%	0,0%
<b>10</b>	4,9%	4,9%	<b>480</b>	62,3%	0,8%
<b>20</b>	8,1%	3,2%	<b>490</b>	64,7%	2,4%
<b>30</b>	9,8%	1,7%	<b>500</b>	65,4%	0,7%
<b>40</b>	12,3%	2,5%	<b>510</b>	66,0%	0,6%
<b>50</b>	13,6%	1,2%	<b>520</b>	67,2%	1,2%
<b>60</b>	14,8%	1,2%	<b>530</b>	68,3%	1,1%
<b>70</b>	15,7%	0,9%	<b>540</b>	70,0%	1,7%
<b>80</b>	17,6%	1,9%	<b>550</b>	71,0%	1,0%
<b>90</b>	20,1%	2,5%	<b>560</b>	72,0%	1,0%
<b>100</b>	21,6%	1,5%	<b>570</b>	72,7%	0,7%
<b>110</b>	22,1%	0,5%	<b>580</b>	73,5%	0,8%
<b>120</b>	23,1%	1,0%	<b>590</b>	73,8%	0,3%
<b>130</b>	24,3%	1,2%	<b>600</b>	74,6%	0,9%
<b>140</b>	25,6%	1,3%	<b>610</b>	75,5%	0,8%
<b>150</b>	27,6%	2,0%	<b>620</b>	76,2%	0,8%
<b>160</b>	29,8%	2,2%	<b>630</b>	77,1%	0,9%
<b>170</b>	31,5%	1,7%	<b>640</b>	77,5%	0,4%
<b>180</b>	33,3%	1,8%	<b>650</b>	77,9%	0,4%
<b>190</b>	34,2%	0,9%	<b>660</b>	78,4%	0,5%
<b>200</b>	35,1%	1,0%	<b>670</b>	78,9%	0,4%
<b>210</b>	36,1%	1,0%	<b>680</b>	79,3%	0,4%
<b>220</b>	37,4%	1,3%	<b>690</b>	79,9%	0,6%
<b>230</b>	38,5%	1,1%	<b>700</b>	82,0%	2,1%
<b>240</b>	39,4%	0,9%	<b>710</b>	82,9%	0,9%
<b>250</b>	39,7%	0,3%	<b>720</b>	84,0%	1,0%
<b>260</b>	39,9%	0,2%	<b>730</b>	84,4%	0,4%
<b>270</b>	40,2%	0,4%	<b>740</b>	85,0%	0,6%
<b>280</b>	40,8%	0,6%	<b>750</b>	86,5%	1,5%
<b>290</b>	42,0%	1,1%	<b>760</b>	87,9%	1,4%
<b>300</b>	43,2%	1,3%	<b>770</b>	88,8%	0,9%
<b>310</b>	44,8%	1,5%	<b>780</b>	89,3%	0,5%
<b>320</b>	46,3%	1,6%	<b>790</b>	90,2%	0,9%
<b>330</b>	47,7%	1,4%	<b>800</b>	90,4%	0,2%
<b>340</b>	49,1%	1,4%	<b>810</b>	90,8%	0,4%
<b>350</b>	50,0%	0,9%	<b>820</b>	91,4%	0,6%
<b>360</b>	50,6%	0,6%	<b>830</b>	91,8%	0,4%
<b>370</b>	52,2%	1,6%	<b>840</b>	92,1%	0,2%
<b>380</b>	53,7%	1,5%	<b>850</b>	94,0%	1,9%

---

<b>390</b>	55,3%	1,6%	<b>860</b>	95,9%	1,9%
<b>400</b>	56,7%	1,4%	<b>870</b>	96,9%	1,1%
<b>410</b>	57,4%	0,7%	<b>880</b>	97,5%	0,6%
<b>420</b>	57,7%	0,3%	<b>890</b>	97,8%	0,3%
<b>430</b>	58,5%	0,9%	<b>900</b>	98,6%	0,8%
<b>440</b>	59,9%	1,4%	<b>910</b>	99,2%	0,6%
<b>450</b>	61,4%	1,5%	<b>920</b>	100,0%	0,8%
<b>460</b>	61,5%	0,1%			

---

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-95. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98018.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
0	0,0%	0,0%	410	52,9%	1,6%
10	7,2%	7,2%	420	53,3%	0,5%
20	11,9%	4,7%	430	54,4%	1,1%
30	14,9%	3,0%	440	55,9%	1,5%
40	16,9%	2,0%	450	58,2%	2,3%
50	18,4%	1,5%	460	59,7%	1,5%
60	19,4%	0,9%	470	61,4%	1,7%
70	19,7%	0,4%	480	63,1%	1,8%
80	20,4%	0,7%	490	65,7%	2,5%
90	20,9%	0,5%	500	67,1%	1,4%
100	21,5%	0,6%	510	69,6%	2,4%
110	21,8%	0,3%	520	71,2%	1,7%
120	22,3%	0,5%	530	72,3%	1,1%
130	23,3%	1,0%	540	73,2%	0,9%
140	24,2%	1,0%	550	74,6%	1,4%
150	25,4%	1,2%	560	75,8%	1,2%
160	26,0%	0,6%	570	76,8%	1,0%
170	27,0%	1,0%	580	78,5%	1,8%
180	28,1%	1,1%	590	80,4%	1,9%
190	29,7%	1,6%	600	81,6%	1,1%
200	30,4%	0,7%	610	82,5%	0,9%
210	31,2%	0,8%	620	83,7%	1,2%
220	32,1%	0,9%	630	86,0%	2,3%
230	33,5%	1,3%	640	87,2%	1,2%
240	35,3%	1,8%	650	88,0%	0,8%
250	36,4%	1,1%	660	88,5%	0,5%
260	38,2%	1,8%	670	89,3%	0,8%
270	39,2%	1,0%	680	90,6%	1,3%
280	40,5%	1,3%	690	91,4%	0,8%
290	42,1%	1,6%	700	92,0%	0,6%
300	43,0%	0,9%	710	93,0%	1,0%
310	43,8%	0,8%	720	93,4%	0,4%
320	44,3%	0,5%	730	93,9%	0,5%
330	44,7%	0,4%	740	94,3%	0,4%
340	45,2%	0,4%	750	95,0%	0,7%
350	45,8%	0,6%	760	96,0%	1,0%
360	46,0%	0,2%	770	96,7%	0,7%
370	47,6%	1,7%	780	97,9%	1,1%
380	49,0%	1,4%	790	98,6%	0,7%

---

<b>390</b>	50,0%	1,0%	800	100,0%	1,4%
<b>400</b>	51,3%	1,2%			

---

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-96. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98031.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>470</b>	54,8%	3,2%
<b>10</b>	1,9%	1,9%	<b>480</b>	56,1%	1,3%
<b>20</b>	6,1%	4,2%	<b>490</b>	57,7%	1,6%
<b>30</b>	9,4%	3,3%	<b>500</b>	59,0%	1,4%
<b>40</b>	12,6%	3,3%	<b>510</b>	60,2%	1,1%
<b>50</b>	14,3%	1,7%	<b>520</b>	62,6%	2,4%
<b>60</b>	16,0%	1,6%	<b>530</b>	63,0%	0,4%
<b>70</b>	18,2%	2,2%	<b>540</b>	64,3%	1,3%
<b>80</b>	21,5%	3,3%	<b>550</b>	67,1%	2,9%
<b>90</b>	23,4%	2,0%	<b>560</b>	69,8%	2,7%
<b>100</b>	26,4%	2,9%	<b>570</b>	71,8%	1,9%
<b>110</b>	27,4%	1,1%	<b>580</b>	73,2%	1,5%
<b>120</b>	28,8%	1,3%	<b>590</b>	74,2%	0,9%
<b>130</b>	29,5%	0,8%	<b>600</b>	75,3%	1,1%
<b>140</b>	29,9%	0,3%	<b>610</b>	76,8%	1,6%
<b>150</b>	30,1%	0,2%	<b>620</b>	78,7%	1,9%
<b>160</b>	30,4%	0,3%	<b>630</b>	80,4%	1,7%
<b>170</b>	30,6%	0,2%	<b>640</b>	81,5%	1,0%
<b>180</b>	31,2%	0,6%	<b>650</b>	83,1%	1,7%
<b>190</b>	31,7%	0,5%	<b>660</b>	85,6%	2,5%
<b>200</b>	32,0%	0,3%	<b>670</b>	88,3%	2,7%
<b>210</b>	32,2%	0,2%	<b>680</b>	88,9%	0,6%
<b>220</b>	32,2%	0,0%	<b>690</b>	89,4%	0,5%
<b>230</b>	32,5%	0,2%	<b>700</b>	89,7%	0,4%
<b>240</b>	32,7%	0,2%	<b>710</b>	89,9%	0,1%
<b>250</b>	33,0%	0,2%	<b>720</b>	90,1%	0,2%
<b>260</b>	33,2%	0,2%	<b>730</b>	90,5%	0,4%
<b>270</b>	33,6%	0,4%	<b>740</b>	91,2%	0,7%
<b>280</b>	33,8%	0,2%	<b>750</b>	91,5%	0,4%
<b>290</b>	34,4%	0,6%	<b>760</b>	91,9%	0,4%
<b>300</b>	35,3%	0,9%	<b>770</b>	92,3%	0,4%
<b>310</b>	36,3%	1,1%	<b>780</b>	92,6%	0,4%
<b>320</b>	37,5%	1,1%	<b>790</b>	93,4%	0,7%
<b>330</b>	38,4%	0,9%	<b>800</b>	93,4%	0,1%
<b>340</b>	39,2%	0,9%	<b>810</b>	93,5%	0,1%
<b>350</b>	40,0%	0,7%	<b>820</b>	93,6%	0,1%
<b>360</b>	40,2%	0,2%	<b>830</b>	93,6%	0,1%
<b>370</b>	40,4%	0,2%	<b>840</b>	93,7%	0,1%
<b>380</b>	40,9%	0,5%	<b>850</b>	93,8%	0,1%

---

<b>390</b>	42,0%	1,1%	<b>860</b>	94,4%	0,6%
<b>400</b>	44,0%	1,9%	<b>870</b>	95,2%	0,7%
<b>410</b>	44,9%	1,0%	<b>880</b>	95,9%	0,7%
<b>420</b>	45,5%	0,6%	<b>890</b>	96,9%	1,0%
<b>430</b>	47,6%	2,0%	<b>900</b>	97,6%	0,7%
<b>440</b>	48,1%	0,6%	<b>910</b>	98,4%	0,7%
<b>450</b>	48,8%	0,7%	<b>920</b>	99,4%	1,0%
<b>460</b>	51,6%	2,8%	<b>930</b>	100,0%	0,6%

---

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-97. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98032.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>500</b>	60,9%	0,5%
<b>10</b>	4,7%	4,7%	<b>510</b>	61,8%	0,9%
<b>20</b>	6,1%	1,4%	<b>520</b>	63,0%	1,3%
<b>30</b>	7,2%	1,1%	<b>530</b>	64,4%	1,4%
<b>40</b>	8,7%	1,6%	<b>540</b>	65,0%	0,6%
<b>50</b>	9,3%	0,5%	<b>550</b>	65,8%	0,8%
<b>60</b>	9,8%	0,5%	<b>560</b>	66,5%	0,7%
<b>70</b>	10,4%	0,6%	<b>570</b>	66,8%	0,2%
<b>80</b>	11,0%	0,5%	<b>580</b>	68,1%	1,4%
<b>90</b>	11,6%	0,7%	<b>590</b>	68,9%	0,8%
<b>100</b>	13,1%	1,5%	<b>600</b>	70,1%	1,2%
<b>110</b>	14,6%	1,5%	<b>610</b>	70,8%	0,7%
<b>120</b>	16,3%	1,7%	<b>620</b>	72,3%	1,5%
<b>130</b>	18,0%	1,7%	<b>630</b>	73,7%	1,4%
<b>140</b>	19,4%	1,4%	<b>640</b>	75,1%	1,4%
<b>150</b>	20,9%	1,5%	<b>650</b>	76,6%	1,4%
<b>160</b>	22,1%	1,3%	<b>660</b>	78,1%	1,5%
<b>170</b>	26,0%	3,8%	<b>670</b>	80,0%	1,9%
<b>180</b>	28,1%	2,2%	<b>680</b>	81,3%	1,3%
<b>190</b>	30,6%	2,4%	<b>690</b>	82,8%	1,4%
<b>200</b>	31,9%	1,3%	<b>700</b>	83,5%	0,7%
<b>210</b>	34,3%	2,4%	<b>710</b>	85,1%	1,6%
<b>220</b>	36,0%	1,7%	<b>720</b>	88,2%	3,2%
<b>230</b>	38,8%	2,8%	<b>730</b>	88,8%	0,6%
<b>240</b>	39,8%	1,0%	<b>740</b>	90,1%	1,2%
<b>250</b>	41,1%	1,3%	<b>750</b>	91,0%	0,9%
<b>260</b>	42,4%	1,3%	<b>760</b>	91,1%	0,1%
<b>270</b>	43,6%	1,1%	<b>770</b>	91,7%	0,6%
<b>280</b>	44,2%	0,6%	<b>780</b>	91,9%	0,1%
<b>290</b>	44,5%	0,4%	<b>790</b>	92,5%	0,6%
<b>300</b>	45,8%	1,3%	<b>800</b>	93,2%	0,7%
<b>310</b>	46,1%	0,3%	<b>810</b>	93,4%	0,2%
<b>320</b>	46,6%	0,5%	<b>820</b>	93,4%	0,1%
<b>330</b>	47,3%	0,7%	<b>830</b>	93,5%	0,1%
<b>340</b>	47,7%	0,4%	<b>840</b>	93,5%	0,0%
<b>350</b>	48,4%	0,7%	<b>850</b>	93,6%	0,0%
<b>360</b>	48,6%	0,3%	<b>860</b>	93,6%	0,0%
<b>370</b>	49,2%	0,5%	<b>870</b>	93,6%	0,1%
<b>380</b>	49,9%	0,7%	<b>880</b>	93,7%	0,1%

---

<b>390</b>	50,9%	1,0%	<b>890</b>	93,9%	0,1%
<b>400</b>	52,3%	1,4%	<b>900</b>	93,9%	0,1%
<b>410</b>	53,4%	1,1%	<b>910</b>	94,0%	0,1%
<b>420</b>	53,5%	0,2%	<b>920</b>	94,1%	0,2%
<b>430</b>	54,3%	0,8%	<b>930</b>	94,7%	0,5%
<b>440</b>	55,1%	0,7%	<b>940</b>	94,9%	0,3%
<b>450</b>	55,9%	0,8%	<b>950</b>	95,4%	0,5%
<b>460</b>	56,6%	0,7%	<b>960</b>	96,0%	0,6%
<b>470</b>	57,4%	0,7%	<b>970</b>	97,8%	1,8%
<b>480</b>	58,9%	1,5%	<b>980</b>	99,1%	1,3%
<b>490</b>	60,4%	1,5%	<b>990</b>	100,0%	0,9%

---

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-98. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98033.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>300</b>	69,2%	1,5%
<b>10</b>	10,6%	10,6%	<b>310</b>	70,7%	1,5%
<b>20</b>	11,9%	1,3%	<b>320</b>	71,4%	0,7%
<b>30</b>	14,3%	2,4%	<b>330</b>	72,4%	0,9%
<b>40</b>	20,9%	6,6%	<b>340</b>	73,3%	0,9%
<b>50</b>	27,3%	6,5%	<b>350</b>	74,1%	0,9%
<b>60</b>	29,2%	1,8%	<b>360</b>	74,7%	0,6%
<b>70</b>	31,0%	1,8%	<b>370</b>	75,1%	0,4%
<b>80</b>	33,9%	2,9%	<b>380</b>	75,3%	0,2%
<b>90</b>	36,4%	2,6%	<b>390</b>	75,9%	0,6%
<b>100</b>	39,0%	2,6%	<b>400</b>	77,3%	1,4%
<b>110</b>	41,2%	2,2%	<b>410</b>	79,1%	1,8%
<b>120</b>	43,0%	1,8%	<b>420</b>	80,2%	1,1%
<b>130</b>	43,7%	0,7%	<b>430</b>	82,4%	2,2%
<b>140</b>	47,4%	3,6%	<b>440</b>	84,5%	2,2%
<b>150</b>	48,5%	1,1%	<b>450</b>	87,5%	2,9%
<b>160</b>	49,6%	1,1%	<b>460</b>	88,2%	0,7%
<b>170</b>	51,7%	2,2%	<b>470</b>	89,3%	1,1%
<b>180</b>	52,9%	1,2%	<b>480</b>	90,4%	1,1%
<b>190</b>	53,5%	0,6%	<b>490</b>	91,5%	1,1%
<b>200</b>	53,9%	0,4%	<b>500</b>	92,4%	0,9%
<b>210</b>	56,1%	2,2%	<b>510</b>	93,6%	1,2%
<b>220</b>	57,1%	0,9%	<b>520</b>	94,8%	1,2%
<b>230</b>	58,3%	1,2%	<b>530</b>	95,8%	1,1%
<b>240</b>	59,5%	1,2%	<b>540</b>	96,6%	0,7%
<b>250</b>	60,9%	1,5%	<b>550</b>	97,3%	0,7%
<b>260</b>	63,8%	2,8%	<b>560</b>	98,4%	1,1%
<b>270</b>	65,1%	1,3%	<b>570</b>	99,3%	0,9%
<b>280</b>	66,3%	1,2%	<b>580</b>	100,0%	0,7%
<b>290</b>	67,8%	1,5%			

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-99. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98035.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>430</b>	57,0%	0,3%
<b>10</b>	4,8%	4,8%	<b>440</b>	58,4%	1,4%
<b>20</b>	7,3%	2,6%	<b>450</b>	59,5%	1,1%
<b>30</b>	8,4%	1,1%	<b>460</b>	61,2%	1,7%
<b>40</b>	9,5%	1,1%	<b>470</b>	64,0%	2,8%
<b>50</b>	11,7%	2,2%	<b>480</b>	65,1%	1,1%
<b>60</b>	13,6%	1,8%	<b>490</b>	66,1%	0,9%
<b>70</b>	14,7%	1,1%	<b>500</b>	66,2%	0,1%
<b>80</b>	16,1%	1,5%	<b>510</b>	66,3%	0,1%
<b>90</b>	18,5%	2,3%	<b>520</b>	66,4%	0,1%
<b>100</b>	20,1%	1,7%	<b>530</b>	67,1%	0,7%
<b>110</b>	22,0%	1,8%	<b>540</b>	68,2%	1,1%
<b>120</b>	24,5%	2,6%	<b>550</b>	68,8%	0,7%
<b>130</b>	27,4%	2,8%	<b>560</b>	69,5%	0,7%
<b>140</b>	29,3%	1,9%	<b>570</b>	69,8%	0,2%
<b>150</b>	29,8%	0,5%	<b>580</b>	70,0%	0,2%
<b>160</b>	30,1%	0,4%	<b>590</b>	70,1%	0,1%
<b>170</b>	31,1%	0,9%	<b>600</b>	72,0%	1,9%
<b>180</b>	31,6%	0,5%	<b>610</b>	75,6%	3,7%
<b>190</b>	32,7%	1,1%	<b>620</b>	76,8%	1,2%
<b>200</b>	35,5%	2,8%	<b>630</b>	78,7%	1,8%
<b>210</b>	37,8%	2,3%	<b>640</b>	80,2%	1,5%
<b>220</b>	39,0%	1,2%	<b>650</b>	82,6%	2,4%
<b>230</b>	40,5%	1,4%	<b>660</b>	84,8%	2,1%
<b>240</b>	44,1%	3,6%	<b>670</b>	87,8%	3,0%
<b>250</b>	47,9%	3,8%	<b>680</b>	89,1%	1,3%
<b>260</b>	49,2%	1,3%	<b>690</b>	89,3%	0,2%
<b>270</b>	50,5%	1,3%	<b>700</b>	90,2%	0,9%
<b>280</b>	51,7%	1,2%	<b>710</b>	90,9%	0,7%
<b>290</b>	52,6%	0,9%	<b>720</b>	91,1%	0,2%
<b>300</b>	52,9%	0,3%	<b>730</b>	91,2%	0,1%
<b>310</b>	53,0%	0,1%	<b>740</b>	91,8%	0,5%
<b>320</b>	53,9%	0,9%	<b>750</b>	92,1%	0,3%
<b>330</b>	54,3%	0,4%	<b>760</b>	92,9%	0,9%
<b>340</b>	54,5%	0,1%	<b>770</b>	93,3%	0,4%
<b>350</b>	54,6%	0,1%	<b>780</b>	94,2%	0,9%
<b>360</b>	54,9%	0,3%	<b>790</b>	94,5%	0,3%
<b>370</b>	55,5%	0,7%	<b>800</b>	94,8%	0,3%
<b>380</b>	55,7%	0,1%	<b>810</b>	95,7%	0,9%

---

<b>390</b>	55,7%	0,1%	<b>820</b>	96,2%	0,4%
<b>400</b>	55,9%	0,2%	<b>830</b>	97,4%	1,3%
<b>410</b>	56,3%	0,4%	<b>840</b>	99,0%	1,5%
<b>420</b>	56,7%	0,4%	<b>850</b>	100,0%	1,0%

---

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-100. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98036.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
0	0,0%	0,0%	350	65,2%	1,6%
10	6,0%	6,0%	360	67,3%	2,1%
20	8,3%	2,2%	370	69,5%	2,2%
30	12,4%	4,1%	380	70,8%	1,3%
40	17,0%	4,6%	390	71,5%	0,8%
50	21,0%	4,0%	400	73,6%	2,0%
60	23,0%	2,0%	410	75,4%	1,8%
70	24,0%	1,0%	420	76,5%	1,1%
80	25,9%	1,9%	430	77,7%	1,2%
90	26,9%	1,0%	440	78,6%	0,9%
100	28,0%	1,1%	450	79,5%	1,0%
110	28,2%	0,2%	460	80,4%	0,8%
120	28,5%	0,3%	470	81,0%	0,6%
130	29,5%	1,0%	480	82,2%	1,2%
140	30,3%	0,8%	490	82,5%	0,3%
150	31,0%	0,7%	500	82,9%	0,4%
160	32,8%	1,8%	510	84,0%	1,1%
170	33,5%	0,8%	520	89,2%	5,2%
180	34,3%	0,8%	530	93,0%	3,8%
190	34,9%	0,6%	540	94,2%	1,2%
200	35,4%	0,5%	550	94,9%	0,7%
210	35,7%	0,4%	560	95,2%	0,3%
220	37,1%	1,4%	570	95,5%	0,3%
230	37,9%	0,8%	580	95,5%	0,1%
240	46,7%	8,8%	590	95,9%	0,4%
250	47,5%	0,8%	600	96,5%	0,6%
260	48,3%	0,8%	610	97,8%	1,3%
270	51,3%	3,0%	620	98,2%	0,4%
280	53,7%	2,4%	630	98,4%	0,2%
290	56,1%	2,4%	640	98,5%	0,1%
300	58,0%	1,9%	650	98,5%	0,1%
310	59,3%	1,4%	660	98,7%	0,1%
320	60,7%	1,3%	670	98,8%	0,2%
330	61,7%	1,0%	680	99,0%	0,2%
340	63,7%	2,0%	690	100,0%	1,0%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-101. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98037.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>360</b>	73,3%	0,9%
<b>10</b>	6,2%	6,2%	<b>370</b>	74,4%	1,1%
<b>20</b>	10,4%	4,3%	<b>380</b>	76,2%	1,8%
<b>30</b>	17,3%	6,8%	<b>390</b>	77,4%	1,2%
<b>40</b>	25,4%	8,1%	<b>400</b>	78,3%	0,9%
<b>50</b>	29,4%	4,0%	<b>410</b>	79,7%	1,4%
<b>60</b>	33,5%	4,1%	<b>420</b>	81,1%	1,4%
<b>70</b>	35,2%	1,7%	<b>430</b>	82,5%	1,4%
<b>80</b>	37,0%	1,8%	<b>440</b>	83,3%	0,9%
<b>90</b>	38,4%	1,4%	<b>450</b>	83,8%	0,5%
<b>100</b>	39,9%	1,5%	<b>460</b>	85,5%	1,8%
<b>110</b>	41,5%	1,6%	<b>470</b>	86,5%	0,9%
<b>120</b>	42,9%	1,4%	<b>480</b>	87,6%	1,1%
<b>130</b>	44,0%	1,1%	<b>490</b>	87,8%	0,2%
<b>140</b>	45,0%	1,0%	<b>500</b>	88,8%	1,0%
<b>150</b>	46,3%	1,2%	<b>510</b>	90,1%	1,3%
<b>160</b>	47,5%	1,2%	<b>520</b>	91,3%	1,2%
<b>170</b>	48,7%	1,2%	<b>530</b>	92,9%	1,6%
<b>180</b>	49,8%	1,1%	<b>540</b>	93,3%	0,4%
<b>190</b>	50,7%	0,9%	<b>550</b>	94,2%	0,9%
<b>200</b>	52,3%	1,6%	<b>560</b>	94,8%	0,6%
<b>210</b>	53,9%	1,6%	<b>570</b>	95,3%	0,4%
<b>220</b>	55,8%	1,9%	<b>580</b>	95,9%	0,6%
<b>230</b>	57,1%	1,3%	<b>590</b>	96,3%	0,4%
<b>240</b>	58,8%	1,6%	<b>600</b>	96,7%	0,4%
<b>250</b>	60,1%	1,4%	<b>610</b>	97,2%	0,5%
<b>260</b>	61,7%	1,6%	<b>620</b>	97,6%	0,4%
<b>270</b>	62,8%	1,1%	<b>630</b>	97,8%	0,2%
<b>280</b>	64,2%	1,4%	<b>640</b>	98,2%	0,3%
<b>290</b>	65,0%	0,7%	<b>650</b>	98,3%	0,1%
<b>300</b>	66,5%	1,5%	<b>660</b>	99,0%	0,7%
<b>310</b>	67,7%	1,2%	<b>670</b>	99,3%	0,3%
<b>320</b>	68,9%	1,1%	<b>680</b>	99,4%	0,1%
<b>330</b>	69,9%	1,0%	<b>690</b>	99,7%	0,3%
<b>340</b>	70,8%	0,9%	<b>700</b>	99,9%	0,2%
<b>350</b>	72,4%	1,6%	<b>710</b>	100,0%	0,1%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-102. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98043.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>580</b>	56,8%	2,7%
<b>10</b>	1,4%	1,4%	<b>590</b>	58,0%	1,2%
<b>20</b>	3,2%	1,9%	<b>600</b>	58,4%	0,4%
<b>30</b>	3,8%	0,5%	<b>610</b>	59,1%	0,7%
<b>40</b>	4,1%	0,3%	<b>620</b>	59,6%	0,5%
<b>50</b>	4,7%	0,7%	<b>630</b>	61,5%	1,9%
<b>60</b>	7,4%	2,7%	<b>640</b>	61,8%	0,3%
<b>70</b>	11,1%	3,7%	<b>650</b>	62,2%	0,3%
<b>80</b>	12,2%	1,0%	<b>660</b>	62,4%	0,2%
<b>90</b>	13,5%	1,4%	<b>670</b>	62,4%	0,0%
<b>100</b>	14,2%	0,7%	<b>680</b>	62,6%	0,2%
<b>110</b>	14,7%	0,5%	<b>690</b>	63,9%	1,2%
<b>120</b>	15,1%	0,3%	<b>700</b>	64,7%	0,8%
<b>130</b>	15,2%	0,1%	<b>710</b>	66,2%	1,6%
<b>140</b>	15,5%	0,3%	<b>720</b>	67,1%	0,9%
<b>150</b>	16,5%	1,0%	<b>730</b>	67,6%	0,5%
<b>160</b>	18,2%	1,8%	<b>740</b>	72,6%	5,1%
<b>170</b>	19,6%	1,4%	<b>750</b>	73,0%	0,3%
<b>180</b>	21,8%	2,2%	<b>760</b>	73,1%	0,1%
<b>190</b>	22,6%	0,9%	<b>770</b>	73,6%	0,5%
<b>200</b>	23,6%	1,0%	<b>780</b>	75,0%	1,4%
<b>210</b>	24,3%	0,7%	<b>790</b>	75,2%	0,2%
<b>220</b>	25,7%	1,4%	<b>800</b>	75,3%	0,1%
<b>230</b>	26,2%	0,5%	<b>810</b>	77,0%	1,7%
<b>240</b>	27,0%	0,8%	<b>820</b>	79,7%	2,7%
<b>250</b>	28,7%	1,7%	<b>830</b>	82,0%	2,3%
<b>260</b>	29,9%	1,1%	<b>840</b>	82,4%	0,4%
<b>270</b>	30,4%	0,5%	<b>850</b>	83,0%	0,5%
<b>280</b>	30,7%	0,3%	<b>860</b>	83,0%	0,1%
<b>290</b>	30,9%	0,2%	<b>870</b>	83,2%	0,2%
<b>300</b>	30,9%	0,1%	<b>880</b>	83,4%	0,2%
<b>310</b>	31,1%	0,1%	<b>890</b>	83,6%	0,2%
<b>320</b>	31,7%	0,6%	<b>900</b>	83,8%	0,1%
<b>330</b>	33,1%	1,4%	<b>910</b>	84,3%	0,5%
<b>340</b>	34,3%	1,1%	<b>920</b>	84,3%	0,1%
<b>350</b>	34,8%	0,5%	<b>930</b>	84,5%	0,2%
<b>360</b>	35,5%	0,7%	<b>940</b>	85,0%	0,4%
<b>370</b>	36,5%	1,0%	<b>950</b>	85,2%	0,2%
<b>380</b>	37,5%	1,0%	<b>960</b>	85,3%	0,1%

<b>390</b>	38,2%	0,7%	<b>970</b>	85,8%	0,5%
<b>400</b>	39,2%	1,0%	<b>980</b>	87,2%	1,4%
<b>410</b>	40,5%	1,4%	<b>990</b>	87,3%	0,1%
<b>420</b>	41,6%	1,0%	<b>1000</b>	87,4%	0,1%
<b>430</b>	42,6%	1,0%	<b>1010</b>	87,6%	0,2%
<b>440</b>	43,1%	0,5%	<b>1020</b>	87,8%	0,3%
<b>450</b>	43,7%	0,6%	<b>1030</b>	87,9%	0,1%
<b>460</b>	43,9%	0,2%	<b>1040</b>	87,9%	0,0%
<b>470</b>	44,2%	0,3%	<b>1050</b>	88,1%	0,2%
<b>480</b>	44,5%	0,3%	<b>1060</b>	88,2%	0,0%
<b>490</b>	44,9%	0,4%	<b>1070</b>	88,2%	0,0%
<b>500</b>	45,3%	0,4%	<b>1080</b>	88,2%	0,0%
<b>510</b>	46,1%	0,7%	<b>1090</b>	88,8%	0,6%
<b>520</b>	47,3%	1,2%	<b>1100</b>	89,9%	1,1%
<b>530</b>	48,8%	1,5%	<b>1110</b>	92,9%	3,0%
<b>540</b>	49,1%	0,3%	<b>1120</b>	94,6%	1,7%
<b>550</b>	50,4%	1,3%	<b>1130</b>	96,6%	2,0%
<b>560</b>	52,4%	2,0%	<b>1140</b>	98,3%	1,7%
<b>570</b>	54,1%	1,7%	<b>1150</b>	100,0%	1,7%

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-103. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98044.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>250</b>	78,8%	1,4%
<b>10</b>	5,3%	5,3%	<b>260</b>	80,2%	1,4%
<b>20</b>	8,6%	3,3%	<b>270</b>	81,1%	0,9%
<b>30</b>	12,3%	3,7%	<b>280</b>	82,0%	0,8%
<b>40</b>	16,5%	4,2%	<b>290</b>	82,6%	0,7%
<b>50</b>	21,3%	4,8%	<b>300</b>	83,2%	0,6%
<b>60</b>	23,6%	2,3%	<b>310</b>	84,1%	0,9%
<b>70</b>	26,7%	3,1%	<b>320</b>	85,2%	1,0%
<b>80</b>	28,3%	1,6%	<b>330</b>	85,9%	0,7%
<b>90</b>	30,2%	1,9%	<b>340</b>	86,9%	1,0%
<b>100</b>	32,3%	2,1%	<b>350</b>	88,1%	1,2%
<b>110</b>	33,4%	1,1%	<b>360</b>	88,9%	0,8%
<b>120</b>	35,5%	2,1%	<b>370</b>	89,9%	1,0%
<b>130</b>	39,7%	4,1%	<b>380</b>	90,4%	0,5%
<b>140</b>	43,3%	3,6%	<b>390</b>	90,9%	0,5%
<b>150</b>	50,4%	7,0%	<b>400</b>	92,9%	2,0%
<b>160</b>	54,0%	3,6%	<b>410</b>	95,1%	2,3%
<b>170</b>	59,1%	5,1%	<b>420</b>	95,7%	0,5%
<b>180</b>	61,7%	2,6%	<b>430</b>	96,1%	0,4%
<b>190</b>	66,3%	4,6%	<b>440</b>	96,7%	0,6%
<b>200</b>	68,5%	2,2%	<b>450</b>	97,8%	1,1%
<b>210</b>	72,2%	3,8%	<b>460</b>	98,5%	0,7%
<b>220</b>	75,1%	2,9%	<b>470</b>	99,2%	0,7%
<b>230</b>	76,7%	1,6%	<b>480</b>	100,0%	0,8%
<b>240</b>	77,4%	0,6%			

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-104. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98051.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>580</b>	59,3%	1,3%
<b>10</b>	3,2%	3,2%	<b>590</b>	61,2%	1,9%
<b>20</b>	6,0%	2,9%	<b>600</b>	62,2%	1,0%
<b>30</b>	7,6%	1,6%	<b>610</b>	63,0%	0,8%
<b>40</b>	8,2%	0,6%	<b>620</b>	63,8%	0,8%
<b>50</b>	8,9%	0,7%	<b>630</b>	65,4%	1,6%
<b>60</b>	9,6%	0,7%	<b>640</b>	66,2%	0,9%
<b>70</b>	11,3%	1,7%	<b>650</b>	67,2%	1,0%
<b>80</b>	12,9%	1,6%	<b>660</b>	68,2%	1,0%
<b>90</b>	14,7%	1,9%	<b>670</b>	69,0%	0,9%
<b>100</b>	16,9%	2,2%	<b>680</b>	70,0%	1,0%
<b>110</b>	18,0%	1,0%	<b>690</b>	72,4%	2,4%
<b>120</b>	20,3%	2,3%	<b>700</b>	73,8%	1,3%
<b>130</b>	21,1%	0,8%	<b>710</b>	74,6%	0,8%
<b>140</b>	22,1%	1,1%	<b>720</b>	75,7%	1,1%
<b>150</b>	23,3%	1,2%	<b>730</b>	76,4%	0,7%
<b>160</b>	24,0%	0,6%	<b>740</b>	76,9%	0,5%
<b>170</b>	25,1%	1,2%	<b>750</b>	79,3%	2,4%
<b>180</b>	26,6%	1,4%	<b>760</b>	80,1%	0,8%
<b>190</b>	28,2%	1,6%	<b>770</b>	80,3%	0,2%
<b>200</b>	29,6%	1,4%	<b>780</b>	80,8%	0,5%
<b>210</b>	30,2%	0,7%	<b>790</b>	81,9%	1,1%
<b>220</b>	30,4%	0,1%	<b>800</b>	83,1%	1,1%
<b>230</b>	31,7%	1,3%	<b>810</b>	83,8%	0,7%
<b>240</b>	32,7%	1,1%	<b>820</b>	84,6%	0,8%
<b>250</b>	33,6%	0,9%	<b>830</b>	85,5%	0,9%
<b>260</b>	34,3%	0,8%	<b>840</b>	85,6%	0,1%
<b>270</b>	35,3%	0,9%	<b>850</b>	85,6%	0,0%
<b>280</b>	35,7%	0,4%	<b>860</b>	86,0%	0,4%
<b>290</b>	36,1%	0,3%	<b>870</b>	86,2%	0,1%
<b>300</b>	36,6%	0,5%	<b>880</b>	86,2%	0,0%
<b>310</b>	37,3%	0,7%	<b>890</b>	86,2%	0,0%
<b>320</b>	37,7%	0,4%	<b>900</b>	86,3%	0,1%
<b>330</b>	39,0%	1,3%	<b>910</b>	86,3%	0,1%
<b>340</b>	39,9%	0,9%	<b>920</b>	86,3%	0,0%
<b>350</b>	40,9%	1,1%	<b>930</b>	86,3%	0,0%
<b>360</b>	41,7%	0,8%	<b>940</b>	86,6%	0,2%
<b>370</b>	42,7%	1,0%	<b>950</b>	86,6%	0,1%
<b>380</b>	43,6%	0,8%	<b>960</b>	86,7%	0,0%

<b>390</b>	44,6%	1,1%	<b>970</b>	86,8%	0,2%
<b>400</b>	45,4%	0,8%	<b>980</b>	87,7%	0,8%
<b>410</b>	46,6%	1,2%	<b>990</b>	90,4%	2,8%
<b>420</b>	47,2%	0,5%	<b>1000</b>	90,7%	0,3%
<b>430</b>	47,6%	0,4%	<b>1010</b>	91,8%	1,1%
<b>440</b>	48,4%	0,8%	<b>1020</b>	92,3%	0,6%
<b>450</b>	49,2%	0,9%	<b>1030</b>	92,6%	0,3%
<b>460</b>	49,8%	0,6%	<b>1040</b>	92,6%	0,0%
<b>470</b>	50,5%	0,7%	<b>1050</b>	93,2%	0,5%
<b>480</b>	51,7%	1,2%	<b>1060</b>	94,8%	1,7%
<b>490</b>	52,4%	0,7%	<b>1070</b>	95,4%	0,6%
<b>500</b>	52,7%	0,3%	<b>1080</b>	95,9%	0,6%
<b>510</b>	53,1%	0,5%	<b>1090</b>	96,0%	0,1%
<b>520</b>	53,9%	0,8%	<b>1100</b>	96,0%	0,1%
<b>530</b>	55,0%	1,1%	<b>1110</b>	97,3%	1,3%
<b>540</b>	55,6%	0,6%	<b>1120</b>	98,7%	1,4%
<b>550</b>	56,0%	0,4%	<b>1130</b>	99,4%	0,7%
<b>560</b>	56,6%	0,6%	<b>1140</b>	100,0%	0,6%
<b>570</b>	58,0%	1,4%			

Fuente: García, E. 2015.

Cuadro 7-105. Porcentajes de curva acumulada de precipitación e histograma característico de larga duración para la estación 98057.

<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>	<b>Duración (min)</b>	<b>Curva acumulada</b>	<b>Histograma larga duración</b>
<b>0</b>	0,0%	0,0%	<b>610</b>	69,0%	0,7%
<b>10</b>	0,9%	0,9%	<b>620</b>	69,4%	0,4%
<b>20</b>	1,7%	0,8%	<b>630</b>	70,3%	0,8%
<b>30</b>	2,8%	1,1%	<b>640</b>	71,1%	0,8%
<b>40</b>	3,6%	0,9%	<b>650</b>	71,6%	0,5%
<b>50</b>	4,3%	0,6%	<b>660</b>	72,4%	0,8%
<b>60</b>	5,1%	0,8%	<b>670</b>	73,0%	0,5%
<b>70</b>	6,5%	1,4%	<b>680</b>	73,5%	0,5%
<b>80</b>	7,5%	1,0%	<b>690</b>	74,2%	0,7%
<b>90</b>	9,0%	1,5%	<b>700</b>	75,2%	1,0%
<b>100</b>	10,1%	1,1%	<b>710</b>	76,3%	1,1%
<b>110</b>	11,1%	1,0%	<b>720</b>	77,6%	1,4%
<b>120</b>	11,8%	0,7%	<b>730</b>	78,0%	0,4%
<b>130</b>	12,6%	0,8%	<b>740</b>	78,4%	0,4%
<b>140</b>	13,5%	0,9%	<b>750</b>	78,7%	0,2%
<b>150</b>	14,7%	1,2%	<b>760</b>	79,0%	0,3%
<b>160</b>	15,7%	1,1%	<b>770</b>	79,3%	0,3%
<b>170</b>	17,0%	1,2%	<b>780</b>	79,6%	0,3%
<b>180</b>	20,4%	3,4%	<b>790</b>	79,6%	0,0%
<b>190</b>	24,4%	4,0%	<b>800</b>	79,7%	0,1%
<b>200</b>	26,4%	2,0%	<b>810</b>	80,3%	0,6%
<b>210</b>	28,6%	2,1%	<b>820</b>	80,9%	0,6%
<b>220</b>	32,0%	3,4%	<b>830</b>	82,4%	1,5%
<b>230</b>	34,7%	2,7%	<b>840</b>	83,8%	1,4%
<b>240</b>	35,5%	0,9%	<b>850</b>	85,3%	1,5%
<b>250</b>	37,8%	2,3%	<b>860</b>	86,1%	0,8%
<b>260</b>	40,7%	3,0%	<b>870</b>	86,8%	0,8%
<b>270</b>	43,3%	2,6%	<b>880</b>	87,3%	0,5%
<b>280</b>	44,2%	1,0%	<b>890</b>	87,7%	0,4%
<b>290</b>	45,0%	0,8%	<b>900</b>	88,1%	0,4%
<b>300</b>	47,9%	2,9%	<b>910</b>	88,8%	0,7%
<b>310</b>	49,5%	1,6%	<b>920</b>	89,0%	0,2%
<b>320</b>	50,8%	1,3%	<b>930</b>	89,2%	0,2%
<b>330</b>	51,8%	0,9%	<b>940</b>	90,2%	1,0%
<b>340</b>	52,2%	0,4%	<b>950</b>	91,0%	0,8%
<b>350</b>	52,6%	0,4%	<b>960</b>	91,5%	0,5%
<b>360</b>	53,6%	1,1%	<b>970</b>	91,8%	0,2%
<b>370</b>	54,4%	0,8%	<b>980</b>	91,8%	0,1%
<b>380</b>	55,0%	0,6%	<b>990</b>	92,1%	0,3%

<b>390</b>	55,9%	0,9%	<b>1000</b>	92,4%	0,2%
<b>400</b>	56,7%	0,8%	<b>1010</b>	92,7%	0,3%
<b>410</b>	57,1%	0,4%	<b>1020</b>	93,1%	0,4%
<b>420</b>	58,2%	1,1%	<b>1030</b>	93,6%	0,5%
<b>430</b>	59,0%	0,7%	<b>1040</b>	93,9%	0,3%
<b>440</b>	59,5%	0,5%	<b>1050</b>	94,2%	0,3%
<b>450</b>	60,1%	0,6%	<b>1060</b>	94,5%	0,4%
<b>460</b>	61,2%	1,1%	<b>1070</b>	94,9%	0,3%
<b>470</b>	62,6%	1,4%	<b>1080</b>	95,2%	0,3%
<b>480</b>	63,5%	0,9%	<b>1090</b>	95,8%	0,6%
<b>490</b>	63,8%	0,4%	<b>1100</b>	96,3%	0,5%
<b>500</b>	64,2%	0,4%	<b>1110</b>	96,9%	0,5%
<b>510</b>	64,4%	0,2%	<b>1120</b>	97,2%	0,3%
<b>520</b>	64,7%	0,3%	<b>1130</b>	97,4%	0,2%
<b>530</b>	65,0%	0,3%	<b>1140</b>	97,6%	0,2%
<b>540</b>	65,2%	0,2%	<b>1150</b>	98,0%	0,4%
<b>550</b>	65,6%	0,4%	<b>1160</b>	98,4%	0,4%
<b>560</b>	66,3%	0,7%	<b>1170</b>	98,9%	0,5%
<b>570</b>	66,8%	0,5%	<b>1180</b>	99,5%	0,5%
<b>580</b>	67,2%	0,4%	<b>1190</b>	99,7%	0,3%
<b>590</b>	67,8%	0,5%	<b>1200</b>	100,0%	0,3%

Fuente: García, E. 2015.