



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN GUATEMALA

Narda Lucía Pacay Barrientos

Asesorado por el MSc. Ing. Sergio Antonio López Dubón

Guatemala, noviembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NARDA LUCÍA PACAY BARRIENTOS

ASESORADO POR EL MSC. ING. SERGIO ANTONIO LÓPEZ DUBÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA AMBIENTAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

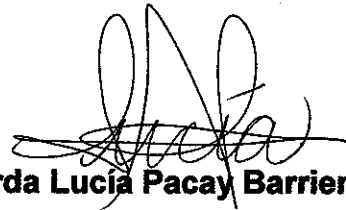
DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Jaime Domingo Carranza González
EXAMINADORA	Inga. Casta Petrona Zeceña Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Maria Alejandra Ma Villatoro
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 15 de enero de 2015.



Narda Lucía Pacay Barrientos

Guatemala, 23 de octubre de 2015

Ingeniero
V́ctor Manuel Monz3n Vald3s
Director
Escuela de Ingenieŕa Qúmica

Estimado Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que ha sido concluido satisfactoriamente el trabajo de graduaci3n titulado:

**ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN
GUATEMALA**

Desarrollado por la estudiante de ingenieŕa ambiental **Narda Lucía Pacay Barrientos**, identificada con el carn3 universitario **201020857**.

Me remito informarle, que despu3s de haber realizado la revisi3n del respectivo informe y haberle hecho las correcciones pertinentes, considero que llena los requisitos para su aprobaci3n.

Atentamente,



Ing. Msc. Sergio Antonio L3pez Dub3n

Colegiado No. 9914

Asesor de tesis

Sergio Antonio L3pez Dub3n
Ingeniero Civil
Col. No. 9914

Guatemala, 13 de noviembre de 2015.
Ref. EIQ.TG-IF.081.2015.

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **104-2014** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Narda Lucía Pacay Barrientos**.
Identificada con número de carné: **2010-20857**.
Previo a optar al título de **INGENIERA AMBIENTAL**.

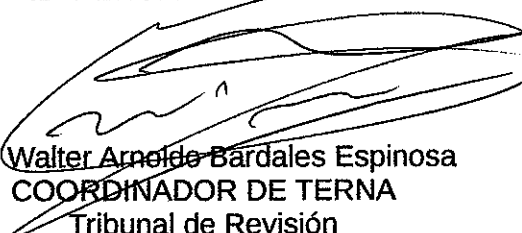
Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN GUATEMALA

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Civil: **Sergio Antonio López Dubón**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. 
Walter Arnelo Bardales Espinosa
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

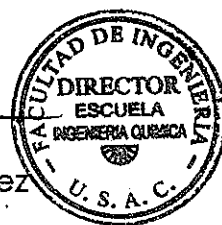
Edificio T-5, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica
EIQD-REG-SG-004

Ref.EIQ.TG.162.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **NARDA LUCÍA PACAY BARRIENTOS** titulado: "**ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN GUATEMALA**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, noviembre 2015

Cc: Archivo
VMMV/ale



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.629-2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Narda Lucía Pacay Barrientos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo

IMPRÍMASE

Jng. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, noviembre de 2015

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por el gran amor que me ha manifestado a lo largo de mi vida, dándome la oportunidad de llegar hasta donde estoy y acompañarme siempre.

Mis padres

Narda Armenia Barrientos García y Oscar Alfredo Pacay Coy, por ser el motor de mi vida, mi mayor ejemplo y apoyo, por el esfuerzo y dedicación que han hecho siempre para hacer de nosotros personas de bien.

Mis hermanos

Ana Paula y Oscar David Pacay Barrientos, por ser mis cómplices de toda la vida y ser los autores de gratos recuerdos.

AGRADECIMIENTOS:

Facultad de Ingeniería	Por formarme como una profesional de la ingeniería consciente de la realidad nacional.
Mi familia	Mis padres, hermanos, abuela, tíos, primos, sobrinos, por su cariño y apoyo. Especialmente a Irene Barrientos y Arlen de León.
Luis Fernando Morales Mejicanos	Por su compañía, apoyo y amor.
Mis amigos	Telma Sequén, Andrea González, Emilce López, Pavel Santa Cruz, Odalis López, Diego Seisdodos, Giuliann Locón, Eduardo Barrios, Mario Maldonado, Diego de León, Lucía Blanco, María Ramírez, Carlos Calderón, Mario Cuté, Cristhian Valle, Marco Escalante, Edgar Guzmán, Byron Yat, Pedro García, Jason Hernández, Daniel Reyna, Alejandra Estrada, Alan Rodríguez, Javier Zepeda, Diana Mendoza, Silvia Méndez, por ser como mi familia cuando estuve lejos de casa.
Ingenieros	Pedro Antonio Aguilar Polanco, Pablo de León Rodríguez y Elvia Miriam Ruballos Samayoa, por su amistad, ayuda y enseñanzas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
Hipótesis.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Ciclo hidrológico	3
2.2. Hidrología	4
2.2.1. Hidrometeorología	5
2.2.1.1. Presión atmosférica	5
2.2.1.2. Presión de vapor.....	5
2.2.1.3. Humedad relativa.....	6
2.2.1.4. Humedad absoluta.....	6
2.2.1.5. Humedad específica	6
2.3. Agua precipitabla.....	6
2.4. Precipitación	7
2.4.1. Clasificación de la precipitación.....	8
2.4.1.1. De acuerdo a sus características	
físicas	8
2.4.1.1.1. Llovizna	8

	2.4.1.1.2.	Lluvia.....	9
	2.4.1.1.3.	Escarcha	9
	2.4.1.1.4.	Nieve	9
	2.4.1.1.5.	Granizo.....	9
2.4.1.2.	De acuerdo al mecanismo de formación.....		10
	2.4.1.2.1.	Precipitación ciclónica...	10
	2.4.1.2.2.	Precipitación ciclónica frontal	10
	2.4.1.2.3.	Precipitación convergente	12
	2.4.1.2.4.	Precipitación no ciclónica	12
	2.4.1.2.5.	Precipitación convectiva	12
	2.4.1.2.6.	Precipitación orográfica	14
2.4.2.	Evento extremo de precipitación		14
	2.4.2.1.	Evento extremo mínimo de precipitación	14
	2.4.2.2.	Evento extremo máximo de precipitación	15
2.4.3.	Registro de la precipitación		15
	2.4.3.1.	Pluviómetro	15
	2.4.3.2.	Pluviógrafo	16
	2.4.3.3.	Registros continuos puntuales	17
	2.4.3.3.	Registros discretos puntuales	17
2.5.	Probabilidad		17
2.6.	Pruebas de homogeneidad		18

2.7.	Pruebas de independencia	18
2.8.	Distribución de probabilidad	18
2.9.	Estimación de parámetros	20
2.10.	Prueba de bondad de ajuste.....	20
2.10.1.	Prueba X^2	21
2.10.2.	Prueba Kolmogorov-Smirnov.....	21
2.10.3.	Prueba de Cramer-von Mises	22
2.10.4.	Error estándar de ajuste	22
2.11.	Período de retorno.....	23
2.12.	Número de orden del registro (m).....	24
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	25
3.1.	Variables.....	25
3.1.1.	Variables de control	25
3.1.2.	Variables independientes	26
3.1.3.	Variables dependientes	26
3.2.	Delimitación de campo de estudio.....	27
3.2.1.	Área de estudio.....	27
3.2.2.	Subárea	27
3.2.3.	Tema específico	27
3.2.4.	Ubicación	27
3.2.4.1.	Ubicación geográfica	27
3.2.4.2.	Regiones climatológicas	28
3.2.4.2.1.	Planicies del norte	28
3.2.4.2.2.	Franja Transversal del Norte.....	28
3.2.4.2.3.	Meseta y altiplanos.....	29
3.2.4.2.4.	Bocacosta.....	29

	3.2.4.2.5.	Planicie costera del pacífico.....	30
	3.2.4.2.6.	Zona oriental	30
3.3.		Recursos humanos disponibles	31
3.4.		Recursos materiales disponibles.....	31
3.5.		Técnica cuantitativa.....	31
3.6.		Recolección y ordenamiento de la información	32
3.7.		Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	33
	3.7.1.	Determinación de eventos extremos	33
		3.7.1.1. Método de valor anual máximo	33
		3.7.1.2. Método de excedentes	34
	3.7.2.	Clasificación de eventos extremos	34
	3.7.3.	Generación de mapas de isolíneas	38
3.8.		Análisis estadístico.....	38
	3.8.1.	Pruebas de homogeneidad	39
		3.8.1.1. Prueba estadística de Helmer.....	39
		3.8.1.2. Prueba estadística <i>t</i> de Student	39
		3.8.1.3. Prueba estadística de Cramer.....	40
	3.8.2.	Prueba de independencia de Anderson	41
	3.8.3.	Distribuciones de probabilidad	64
		3.8.3.1. Distribución normal.....	64
		3.8.3.2. Distribución <i>log</i> normal con dos parámetros	65
		3.8.3.3. Distribución gamma.....	66
		3.8.3.4. Distribución gamma con tres parámetros	67
		3.8.3.5. Distribución <i>log</i> Pearson tipo III.....	68
		3.8.3.6. Distribución Gumbel	69

3.8.3.7.	Distribución <i>log</i> Gumbel.....	70
3.8.3.8.	Distribución mezclada.....	70
3.8.4.	Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov- Smirnov	70
3.8.4.1.	Prueba de Fisher	91
3.9.	Plan de análisis de los resultados	97
3.9.1.	Métodos y modelos de los datos según tipo de variables	97
3.9.2.	Programas a utilizar para análisis de datos	98
4.	RESULTADOS	99
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	127
	CONCLUSIONES	135
	RECOMENDACIONES	137
	BIBLIOGRAFÍA.....	139
	APÉNDICES	143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ciclo hidrológico	4
2.	Precipitación ciclónica frontal	11
3.	Precipitación por convergencia	11
4.	Precipitación convectiva	13
5.	Precipitación orográfica	14
6.	Técnica cuantitativa general	32
7.	Eventos ciclónicos del 2010 según la NOAA	35
8.	Eventos ciclónicos del océano Atlántico para el 2010 según Unisys Weather	36
9.	Eventos ciclónicos de océano Pacífico este para el 2010 según Unisys Weather	37
10.	Zonas de influencia de ciclones para Guatemala	38
11.	Cuencas hidrográficas con estaciones pluviométricas distribución mezclada y diferencia respecto a esta distribución	115
12.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 2 años en milímetros	116
13.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 5 años en milímetros	117
14.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 10 años en milímetros	118
15.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 15 años en milímetros	119

16.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 20 años en milímetros	120
17.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 25 años en milímetros	121
18.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 30 años en milímetros	122
19.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 50 años en milímetros	123
20.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 75 años en milímetros	124
21.	Isolíneas de precipitación para período de retorno de 100 años en milímetros	125

TABLAS

I.	Variables de control	25
II.	Variables independientes.....	26
III.	Variables dependientes.	26
IV.	Pruebas de homogeneidad e independencia para serie completa de máximos	42
V.	Pruebas de homogeneidad e independencia para serie de máximos ciclónicos	46
VI.	Pruebas de homogeneidad e independencia para serie de máximos no ciclónicos.	50
VII.	Pruebas de homogeneidad e independencia para serie completa de excedentes	53
VIII.	Pruebas de homogeneidad e independencia para serie de excedentes ciclónicos	57

IX.	Pruebas de homogeneidad e independencia para serie de excedentes no ciclónicos.	60
X.	Prueba Kolmogorov-Smirnov para serie completa de máximos.....	71
XI.	Prueba Kolmogorov-Smirnov entre distribución de mejor ajuste y distribución mezclada para serie de máximos.....	76
XII.	Prueba Kolmogorov-Smirnov para serie completa de excedentes.....	82
XIII.	Prueba Kolmogorov-Smirnov entre distribución de mejor ajuste y distribución mezclada para serie de excedentes.....	85
XIV.	Prueba de Fisher para serie de máximos.....	91
XV.	Prueba de Fisher para serie de excedentes.....	94
XVI.	Resultados serie de máximos	99
XVII.	Resultados serie de excedentes	106

LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
χ^2	Chi cuadrado
GA	Distribución gamma
GA3	Distribución gamma de tres parámetros
G	Distribución Gumbel
LG	Distribución <i>log</i> Gumbel
LN	Distribución <i>log</i> normal
LP3	Distribución <i>log</i> Pearson de tres parámetros
N	Distribución normal
\bar{x}	Media de los datos
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m	Número de orden del evento
n	Número total de eventos de la serie
α	Parámetro de escala
β	Parámetro de forma
Tr	Período de retorno
S^2	Varianza de los datos

GLOSARIO

Altiplano	Meseta de mucha extensión y a gran altitud.
Barlovento	Parte de donde viene el viento con respecto a un punto o lugar determinado.
Condensación	Transformación de un gas o vapor en líquido.
Estadístico	Medida de resumen que se calcula para describir una característica de una muestra.
Evaporación	Transformación de un líquido en vapor o gas.
Frecuencia	Número de veces que se repite un proceso en un intervalo de tiempo determinado.
Isolínea	Línea que conecta los puntos que tienen un valor constante.
Meseta	Llanura o planicie extensa y elevada a cierta altitud sobre el nivel del mar.
Serie	Sucesión de cantidades relacionadas entre sí y que se derivan unas de otras.
Sotavento	Parte que cae hacia el lado opuesto del barlovento.

Variable aleatoria Variable descrita por una distribución de probabilidad.

Varianza Esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media.

RESUMEN

El estudio de análisis de eventos extremos de precipitación en Guatemala determinó estadísticamente la variabilidad de la magnitud de lluvia estimada para cada período de retorno, clasificando los eventos extremos de precipitación que se han registrado. Dicho estudio se realizó con la información pluviométrica de 103 estaciones pluviométricas del país, las cuales pertenecen al Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), Instituto Nacional de Electrificación (INDE) y Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala (Empagua).

Se realizó el control de calidad de los datos pluviométricos, para posteriormente identificar los eventos extremos de precipitación mediante el método de valor anual máximo y método de excedentes. Una vez identificados los eventos extremos se procedió a su clasificación en ciclónicos y no ciclónicos, utilizando el registro de huracanes del National Hurricane Center y Unisys Weather. Luego se realizaron las pruebas de homogeneidad e independencia para cada serie de eventos, se evaluaron siete distribuciones de probabilidad para las series de máximos y excedentes sin clasificar y la distribución mezclada para las series de máximos y excedentes ciclónicos y no ciclónicos.

Se seleccionó la distribución que presentó mejor ajuste a cada serie de máximos y excedentes completa, por medio de la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov. Por último se calcularon las magnitudes correspondientes a los períodos de retorno en estudio y se determinó por medio de una prueba

de Fisher si los valores difirieron significativamente al clasificarlos por el origen del evento extremo; finalmente se elaboraron mapas de isoyetas.

Se determinó que 4 estaciones pluviométricas se ajustaron mejor a la distribución mezclada, 4 estaciones presentaron mejor ajuste a la distribución normal, para la distribución *log* normal 18 estaciones presentaron mejor ajuste, 3 estaciones se ajustaron mejor a la distribución gamma, 11 estaciones se ajustaron mejor a la distribución gamma III, 26 estaciones presentaron mejor ajuste a la distribución *log* Pearson III, 6 estaciones se ajustaron mejor a la distribución Gumbel y 27 estaciones pluviométricas se ajustaron mejor a la distribución *log* Gumbel; todas de la clasificación por serie de máximos.

Para la clasificación por serie de excedentes se estableció que 3 estaciones pluviométricas se ajustaron mejor a la distribución mezclada, 2 estaciones se ajustaron mejor a la distribución *log* normal, 28 estaciones se ajustaron mejor a la distribución gamma III, 57 estaciones se ajustaron mejor a la distribución *log* Pearson III, 2 estaciones se ajustaron mejor a la distribución Gumbel y 11 estaciones pluviométricas se ajustaron mejor a la distribución *log* Gumbel.

Se estableció que el 26 % de los registros clasificados por serie de máximos corresponde a eventos ciclónicos, mientras el restante 74 % de los registros es de origen no ciclónico. El 28 % de los registros clasificados por serie de excedentes corresponde a eventos ciclónicos, y el restante 72 % de los registros es de origen no ciclónico.

OBJETIVOS

General

Estimar estadísticamente la variabilidad de la magnitud de precipitación máxima diaria para cada período de retorno en estudio, según la clasificación de los eventos extremos de precipitación diaria que se han registrado en Guatemala.

Específicos

1. Clasificar los eventos extremos de precipitación diaria registrados en Guatemala.
2. Identificar las distribuciones de probabilidad que se ajusten a los eventos extremos de precipitación diaria de cada estación pluviométrica en estudio.
3. Calcular los valores asociados de precipitación diaria para diferentes períodos de retorno, con base en los eventos extremos ocurridos en Guatemala durante los años registrados.
4. Generar mapas de isóneas para visualizar los valores de precipitación diaria asociados a diferentes períodos de retorno.

Hipótesis

Hipótesis científica

Los eventos extremos de precipitación diaria tipo ciclónico son los que han ocurrido con mayor frecuencia en Guatemala e influyen en la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos.

Hipótesis estadística

Hipótesis nula (H_0)

El tipo de evento extremo de precipitación diaria no influye significativamente en el valor de precipitación asociado para cada período de retorno en estudio.

Hipótesis alternativa (H_1)

El valor asociado a cada período de retorno en estudio varía considerablemente con respecto al tipo de evento extremo de precipitación diaria.

INTRODUCCIÓN

La precipitación es un fenómeno hidrológico que sucede en el ciclo del agua; su ocurrencia favorece al funcionamiento de medios bióticos y abióticos. Esta depende de muchos factores como presión atmosférica, humedad relativa, evaporación, entre otros. En ocasiones se presentan eventos pluviométricos que sobrepasan los registros normales, a ellos se les conoce como eventos extremos; es posible identificar eventos extremos por dos métodos distintos, el método de excedentes y el método de valor anual máximo.

Los eventos extremos se clasifican por su formación en ciclónicos y no ciclónicos, para su análisis de frecuencia es bastante interesante tomar este criterio y evaluar si existe variabilidad. La determinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo es muy importante para diseño de obras, gestión de riesgo, actividad industrial y agrícola.

En esta investigación se identificaron los eventos extremos ocurridos en Guatemala, con base en la información pluviométrica de 103 estaciones climatológicas del país. Se estimó cada magnitud asociada a los períodos de retorno en estudio diferenciando los eventos por su formación y a la vez con la serie completa de datos, lo cual permitió determinar si existe variabilidad en cuanto a la probabilidad de ocurrencia.

También se realizó una representación espacial de los períodos de retorno para la República de Guatemala, que permite visualizar mediante isolíneas los valores de precipitación de eventos extremos para los distintos períodos de retorno.

1. ANTECEDENTES

La precipitación es un fenómeno que se ha presentado desde que existe vida en la tierra, por ser una etapa fundamental del ciclo hidrológico. Los eventos extremos se presentan por lo menos una vez cada año, de acuerdo a la clasificación por medio del método valor anual máximo.

En el 2004, se realizó un importante estudio acerca de eventos extremos de precipitación en Guatemala titulado *Estudio de lluvia máxima diaria en la República de Guatemala*, en donde se regionalizaron los datos de las estaciones de la red pluviométrica nacional para determinar la frecuencia de eventos máximos de precipitación (Insivumeh).

En el 2011, el reporte técnico de la Cepal denominado *La economía del cambio climático en Centroamérica*, hizo referencia que Guatemala es el segundo país de Centroamérica en donde se ha registrado mayor número de eventos extremos durante el período de 1934 a 2009. Asimismo, se registra un aumento significativo en el número de personas afectadas por inundaciones a partir del 2000.

Cabe destacar que en la bibliografía consultada no se encontraron registros sobre comparación de la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos asociada al tipo de evento, por lo cual sería un importante aporte comprobar si existe variabilidad entre las magnitudes asociadas a los períodos de retorno en estudio producto de la clasificación de los eventos extremos.

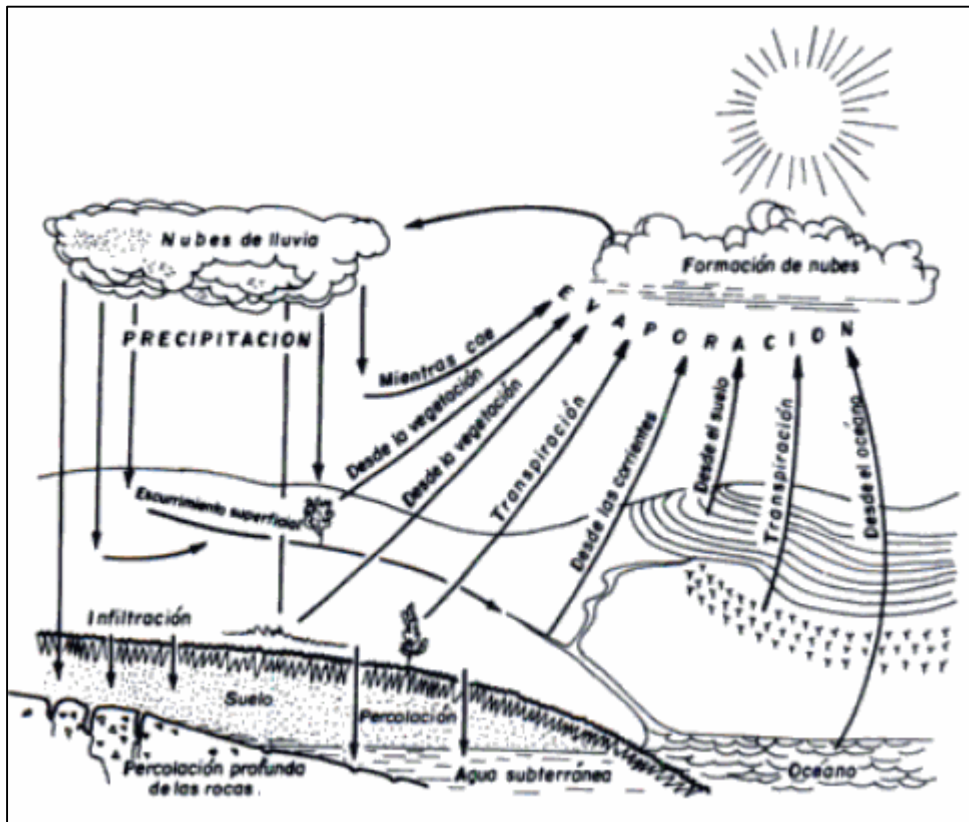
2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ciclo hidrológico

Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin, y su descripción puede comenzar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y se transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación. Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra.

El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega hasta los océanos y otros grandes cuerpos de agua, como presas y lagos. Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada, casi en su totalidad, hacia la atmósfera y otra parte fluye bajo la superficie de la tierra hacia las corrientes, el mar u otros cuerpos de agua, o bien hacia zonas profundas del suelo (percolación) para ser almacenada como agua subterránea y después aflorar en manantiales, ríos o el mar.

Figura 1. **Ciclo hidrológico**



Fuente: CAMPOS ARANDA, D. F. *Procesos del ciclo hidrológico*. p. 1-5.

2.2. Hidrología

Es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades físicas y químicas y su relación con el ambiente, incluyendo a los seres vivos.

2.2.1. Hidrometeorología

La hidrometeorología es el estudio de los fenómenos relacionados con el agua atmosférica.

2.2.1.1. Presión atmosférica

Es el peso de la columna de aire que gravita sobre una unidad de área, dividido entre dicha unidad de área. La presión se mide normalmente con aparatos que usan el mismo principio que el de Torricelli, entre mayor sea la presión atmosférica, mayor será la altura de la columna que se alcance en un tubo de medición.

2.2.1.2. Presión de vapor

La atmósfera está formada por una gran cantidad de elementos, como son: hidrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, entre otros. Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, el componente más importante es, desde luego, el agua, en forma sólida, líquida y, especialmente, gaseosa, a pesar de que el agua líquida y el hielo juntos no pasan, en promedio, del 1 % del volumen de la atmósfera y el vapor de agua no representa más del 4 %.

La cantidad de vapor de agua contenida en el aire se expresa como la presión que ejercería si todos los otros gases estuvieran ausentes, esto es, como el peso de una columna de vapor por unidad de área, al cual se conoce como presión de vapor. Para una temperatura y presión dadas, siempre hay una cantidad máxima de vapor por unidad de volumen que puede existir sin condensarse, es decir, sin pasar al estado líquido. Cuando una masa de aire contiene esta cantidad máxima de vapor, se dice que está saturada y la

temperatura existente en ese momento se denomina punto de rocío. La presión de vapor de saturación es la presión de vapor que existe en una masa de aire cuando está saturada.

2.2.1.3. Humedad relativa

Es la relación entre la presión de vapor real y la de saturación, expresada en porcentaje.

2.2.1.4. Humedad absoluta

Es la masa de vapor de agua contenida en una unidad de volumen de aire.

2.2.1.5. Humedad específica

Se define como la relación entre la masa de vapor y la masa de aire húmedo.

2.3. Agua precipitable

Para que se formen las nubes, el agua que se evapora de la superficie terrestre debe elevarse hasta que la presión y la temperatura sean las necesarias para que exista condensación, es decir, hasta que se pueda alcanzar el punto de rocío.

Cuando una masa de aire asciende, se ve sujeta a una presión gradualmente decreciente; entonces se expande y al expandirse, en virtud de las leyes de los gases, disminuye su temperatura. Si la temperatura disminuye

lo suficiente como para quedar por abajo del punto de rocío, puede comenzar la condensación. Esta tiene lugar al unirse varias de las pequeñas gotas que forman las nubes (cuyo diámetro está entre 5 y 100 μ) para formar gotas más grandes; sin embargo, para que esta unión se verifique en cantidades significativas sin la intervención de otros elementos, es necesario que la supersaturación sea mayor de la que normalmente se produce en la atmósfera; en esas condiciones se tendrán núcleos de condensación uniformes.

En realidad, estos núcleos se forman, con las condiciones de supersaturación comunes, alrededor de corpúsculos de naturaleza mineral u orgánica presentes en la atmósfera y provenientes de erosión orográfica, cristales de sal marina, que se encuentran incluso en sitios ubicados a gran distancia del mar. De esta manera se forman gotas más grandes (con diámetros de 100 a 500 μ) que tienen ya suficiente peso para caer bajo la acción de la fuerza de gravedad. Durante su caída las gotas crecen aún más en virtud de su coalescencia, con lo que pueden alcanzar diámetros de 5 a 7 mm o mayores.

2.4. Precipitación

Se considera precipitación a cualquier producto de condensación del agua atmosférica que cae sobre la superficie terrestre. Pueden distinguirse varios tipos: llovizna (0,1-0,5 mm D), lluvia (D>0,5 mm), escarcha, nieve, bolitas de nieve, granizo y bolas de hielo. La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la hidrología, y junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua.

La evaporación de la superficie del océano es la principal fuente de humedad para la precipitación. Sin embargo, la mayor cantidad de precipitación

no necesariamente cae sobre los océanos, ya que la circulación atmosférica transporta la humedad grandes distancias, como evidencia de ello se pueden observar algunas islas desérticas. La localización de una región con respecto a la circulación atmosférica, su latitud y distancia a una fuente de humedad son principalmente los responsables de su clima.

2.4.1. Clasificación de la precipitación

Los eventos extremos de precipitación diaria se pueden clasificar de acuerdo a sus características físicas y de acuerdo al mecanismo de formación.

2.4.1.1. De acuerdo a sus características físicas

La precipitación puede adquirir diversas formas como producto de la condensación del vapor de agua atmosférico, formado en el aire libre o en la superficie de la tierra, y de las condiciones locales, siendo las más comunes las que se detallan a continuación:

2.4.1.1.1. Llovizna

En algunas regiones es más conocida como garúa, consiste en pequeñas gotas de agua líquida cuyo diámetro fluctúa entre 0,1 y 0,5 mm; debido a su pequeño tamaño tienen un asentamiento lento y en ocasiones parecen que flotarían en el aire. La llovizna usualmente cae de estratos bajos y rara vez excede de 1 mm/h.

2.4.1.1.2. Lluvia

Es la forma de precipitación más conocida. Consiste de gotas de agua líquida comúnmente mayores a los 5 mm de diámetro.

2.4.1.1.3. Escarcha

Es un depósito blanco opaco de gránulos de hielo más o menos separados por el aire atrapado y formada por una rápida congelación efectuada sobre gotas de agua sobrecongeladas en objetos expuestos, por lo que generalmente muestran la dirección predominante del viento. Su gravedad específica puede ser tan baja como 0,2 o 0,3.

2.4.1.1.4. Nieve

Está compuesta de cristales de hielo, de forma hexagonal ramificada, y a menudo aglomerada en copos de nieve, los cuales pueden alcanzar varios centímetros de diámetro. Aparece cuando las masas de aire cargadas de vapor de agua se encuentran con otras cuya temperatura es inferior a 0 °C. La densidad relativa de la nieve recién caída varía sustancialmente, pero en promedio se asume como 0,1.

2.4.1.1.5. Granizo

Es la precipitación en forma de bolas de hielo, producida por nubes convectivas. El granizo se forma a partir de partículas de hielo que, en sus desplazamientos por la nube, van "atrapando" gotas de agua. Las gotas se depositan alrededor de la partícula de hielo y se congelan formando capas, como una cebolla. Los granizos pueden ser esferoidales, cónicos o irregulares

en forma, y su tamaño varía desde 5 hasta 125 mm de diámetro, pudiendo llegar a destrozar cosechas.

2.4.1.2. De acuerdo al mecanismo de formación

Atendiendo al mecanismo causante del enfriamiento de las masas de aire y por tanto de la condensación, se pueden distinguir dos tipos generales de precipitación:

2.4.1.2.1. Precipitación ciclónica

Cuando se produce un levantamiento del aire que converge a una zona de bajas presiones. Puede ser a su vez frontal o no frontal.

2.4.1.2.2. Precipitación ciclónica frontal

Un cuerpo de aire en el cual las características de temperatura y humedad son completamente uniformes sobre una extensa región, se conoce como masa de aire. Está caracterizada por una combinación particular de la temperatura, gradiente vertical del medio y por una determinada humedad específica.

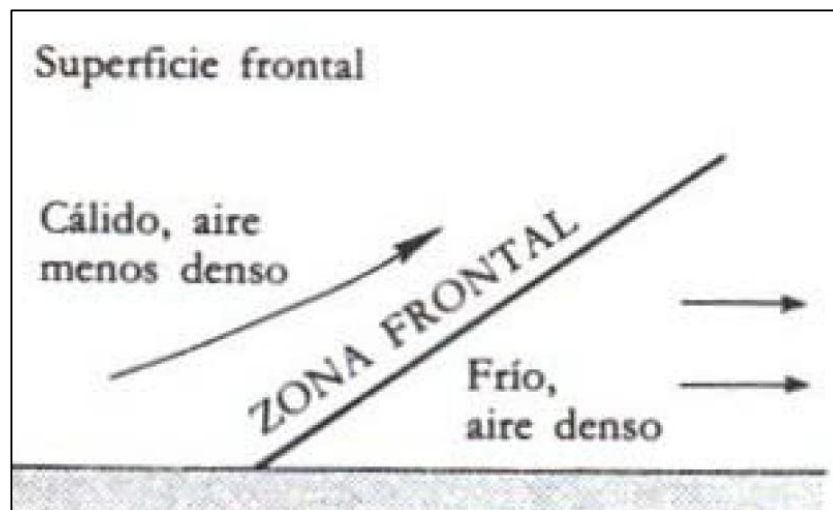
La masa de aire tiene unos límites muy bien definidos, generando una discontinuidad denominada frente. Las masas de aire se desplazan de una región a otra siguiendo las pautas que les marca la presión barométrica.

En el frente frío, la masa de aire más frío, al ser más densa, permanece en contacto con la superficie del suelo, forzando a la masa de aire más cálido a ascender por encima. La pendiente es enormemente exagerada, de 1 a 40 %. Los frentes fríos están asociados con fuertes perturbaciones atmosféricas.

Un frente cálido que avanza hacia una región con aire más frío, el aire frío permanece en contacto con el suelo y el aire cálido es forzado, de nuevo, a ascender, como si se elevase por una larga rampa. Presentan una pendiente menor que los frentes fríos. Representan condiciones atmosféricas estables y carecen de los movimientos turbulentos del aire de los frentes fríos.

Los frentes fríos suelen moverse sobre tierra a mayor velocidad que los cálidos, de esta forma, cuando ambos se sitúan en los mismos parajes, el aire frío acaba por atrapar al cálido y se forma un frente ocluido. El aire más frío con el movimiento más rápido de su frente permanece en tierra, forzando tanto al aire cálido como al menos frío a ascender por encima de él. La masa de aire cálida es alzada completamente del suelo.

Figura 2. **Precipitación ciclónica frontal**

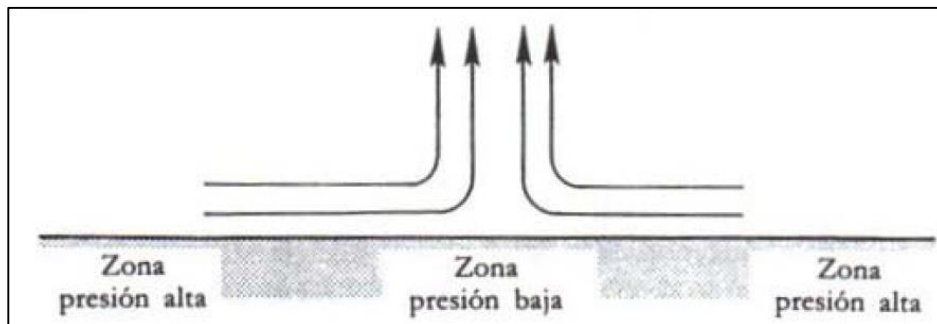


Fuente: GODINEZ, Carlos. *Curso calidad del aire*. 2014.

2.4.1.2.3. Precipitación convergente

Se habla de precipitación no frontal o convergente cuando en el ascenso del aire cálido hay implicadas zonas de bajas presiones pero no un sistema de frentes.

Figura 3. Precipitación por convergencia



Fuente: GODÍNEZ, Carlos. *Curso calidad del aire*. 2014.

2.4.1.2.4. Precipitación no ciclónica

Cuando el levantamiento del aire no se produce como consecuencia de una zona de bajas presiones. Dentro de este tipo se pueden distinguir los siguientes:

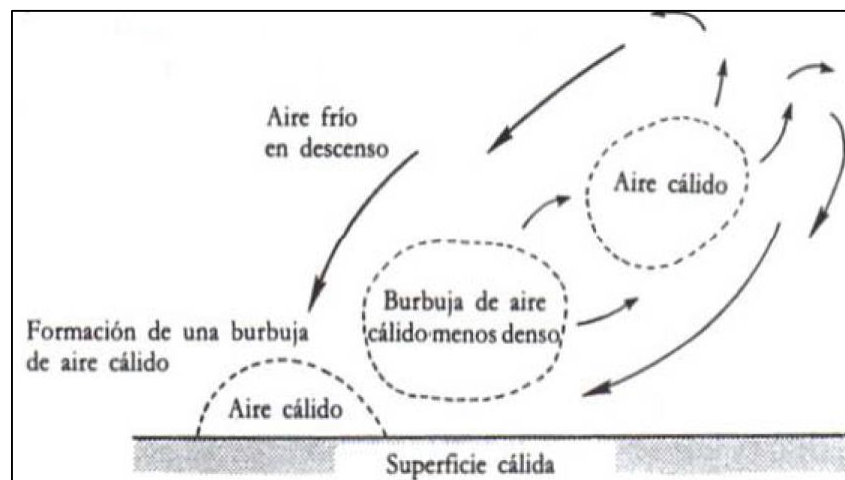
2.4.1.2.5. Precipitación convectiva

Ascenso espontáneo de aire húmedo. La convección es el movimiento de la atmósfera, que consiste en fuertes corrientes ascendentes que se llevan a cabo en las células de convección. Ese aire se eleva súbitamente. El ascenso del aire en una célula de convección se realiza a modo de impulsos como

burbujas de aire que suben en continua sucesión. La precipitación convectiva se origina cuando se tiene una situación de atmósfera inestable. La diferencia entre atmósfera estable e inestable depende de la relación que existe entre el gradiente de temperatura de la atmósfera: gradiente adiabático. Produce lluvias violentas, con descargas eléctricas y ocasionalmente granizo. Se origina cuando el ascenso se produce por la menor densidad de una masa de aire en un proceso de calentamiento.

Cuando la atmósfera es inestable, el aire tiende a subir, y hay una altura crítica donde se produce condensación y se llega al punto de rocío. Como consecuencia, si la masa de aire sigue subiendo, la temperatura sigue disminuyendo pero dura menos que en un principio, y se tiene pues el paso de gradiente adiabático seco a gradiente adiabático húmedo. Aparece como consecuencia una nube de desarrollo vertical pudiendo el aire subir por su interior a unos 100 Km/h.

Figura 4. **Precipitación convectiva**



Fuente: GODÍNEZ, Carlos. *Curso calidad del aire*. 2014.

2.4.1.2.6. Precipitación orográfica

Se origina cuando el ascenso se produce forzado por la presencia de la elevación de la topografía. Una capa de aire frío puede actuar de la misma forma que una barrera montañosa. A barlovento, el aire se enfría adiabáticamente, condensa y precipita. A sotavento, el aire desciende y se calienta adiabáticamente, formando un viento cálido y seco, con la frecuente creación de climas desérticos.

Figura 5. Precipitación orográfica



Fuente: GODÍNEZ, Carlos. *Curso calidad del aire*. 2014.

2.4.2. Evento extremo de precipitación

Un evento extremo es un valor de precipitación cuya magnitud es máxima de todos los registros del período de tiempo seleccionado.

2.4.2.1. Evento extremo mínimo de precipitación

El evento extremo mínimo de precipitación es el evento que registró el menor valor de precipitación durante el período de tiempo seleccionado.

2.4.2.2. Evento extremo máximo de precipitación

El evento extremo máximo de precipitación es aquel con registro de precipitación más grande durante el período de tiempo seleccionado. En esta investigación se utilizó el nombre evento extremo de precipitación para referirse a un evento extremo máximo de precipitación.

2.4.3. Registro de la precipitación

Se han desarrollado gran cantidad de instrumentos para la medición de la precipitación, la mayoría se refiere a la cantidad de esta pero también pueden encontrarse aparatos para la medida del diámetro de gotas y de identificación del inicio y fin de la misma. Todas las formas de precipitación se miden sobre la base de una columna vertical de agua que se acumularía sobre el terreno si permaneciese en ese lugar (L).

2.4.3.1. Pluviómetro

Según la descripción del Insivumeh el pluviómetro tipo Hellman consiste en un cilindro cuya boca receptora tiene un área de 200 centímetros cuadrados, con un anillo de bronce con borde biselado, en la parte superior unido al borde biselado cuyo fondo tiene forma de embudo y ocupa aproximadamente la mitad del cilindro. El agua recogida va a través del embudo a una vasija de boca estrecha llamada colector y para evitar la evaporación por calentamiento, está aislada del cilindro exterior.

Para la medición del agua recolectada en el pluviómetro se utiliza una probeta de vidrio o de plástico graduado con una escala de milímetros o

pulgadas, posee unas rayitas largas que definen los milímetros y unas rayitas cortas que definen décimas de milímetros.

2.4.3.2. Pluviógrafo

Para registrar en forma continua las cantidades de precipitación caídas se utiliza el pluviógrafo. Los registros pueden definir la cantidad de precipitación, el tiempo que esta utilizó, con lo cual se puede analizar la distribución de la lluvia en el tiempo para así calcular la intensidad de lluvia. El mecanismo de registro está formado por un tambor que gira a velocidad constante sobre el que se coloca un papel graduado especialmente. En el recipiente se coloca un flotador que se une mediante un juego de varillas a una plumilla que marca las alturas de precipitación en el papel.

El recipiente normalmente tiene una capacidad de 10 mm de lluvia y, al alcanzarse esta capacidad, se vacía automáticamente mediante un sifón. El registro que se obtiene de un pluviógrafo se llama pluviograma.

La información de precipitación pluvial se genera en forma discreta, utilizando el pluviómetro y realizando las lecturas totales acumuladas en intervalos de 6, 12 o 24 horas. Si se utiliza el pluviógrafo se obtiene un registro continuo de la precipitación, siendo posible analizar la variación temporal de la lluvia en intervalos de minutos. La medición más común en las estaciones climatológicas son los valores discretos de los pluviómetros.

Para cualquier variable hidrológica se pueden aplicar técnicas para análisis de valores máximos, mínimos y ordinarios. Las técnicas mencionadas hacen uso de herramientas probabilísticas, estadísticas, empíricas y

determinísticas. A continuación se presentan las técnicas para analizar en forma puntual los registros continuos y discretos.

2.4.3.3. Registros continuos puntuales

Los registros del pluviógrafo se representan en una curva de valores acumulados denominada curva masa; esta se obtiene de la gráfica generada por el pluviógrafo, seleccionando un intervalo de tiempo para el cual se determina la lámina o altura de lluvia precipitada y sumando los valores obtenidos. De la curva masa se generan tres representaciones útiles en el análisis puntual de lluvias: estimación de la intensidad de lluvia, hietograma de la altura de lluvia y curvas intensidad-duración-período de retorno.

2.4.3.4. Registros discretos puntuales

Los registros discretos de la lluvia se obtienen de los pluviómetros y las lecturas pueden llevarse a cabo cada 6 horas, cada 12 horas o, lo más común, cada 24 horas. En este caso, el análisis se basa en la selección de un valor representativo para cada intervalo y esto se puede llevar a cabo a través de un análisis estadístico o probabilístico.

2.5. Probabilidad

El concepto clásico de probabilidad es el siguiente “si hay n resultados igualmente posibles, todos los cuales ocurren y son considerados favorables o como un éxito, entonces la probabilidad de un éxito está dada por $\frac{S}{n}$ ”. Esto se entiende mejor indicando que la probabilidad de un evento (que suceda o que resulte) es la proporción de veces que el evento sucedería en una serie prolongada de experimentos repetidos.

2.6. Pruebas de homogeneidad

Las características estadísticas de las series hidrológicas, como la media, desviación estándar y los coeficientes de correlación serial, se afectan cuando la serie presenta tendencia en la media o en la varianza, o cuando ocurren saltos negativos o positivos; tales anomalías son producidas por la pérdida de homogeneidad y la inconsistencia.

La falta de homogeneidad de los datos es inducida por las actividades humanas como la deforestación, apertura de nuevas áreas al cultivo, rectificación de cauces, construcción de embalses y reforestación. También es producto de los procesos naturales súbitos, como incendios forestales, terremotos, deslizamiento de laderas y erupciones volcánicas. Las pruebas de homogeneidad que se utilizaron en la presente investigación son prueba estadística de Helmert, prueba estadística t de Student, prueba estadística de Cramer, las cuales se detallan en la sección de análisis estadístico.

2.7. Pruebas de independencia

Para que se pueda llevar a cabo el análisis de frecuencias se requiere que la muestra de la serie esté compuesta por variables aleatorias. En esta investigación se utilizó la prueba de independencia de Anderson, la cual se detalla en la sección de análisis estadístico.

2.8. Distribución de probabilidad

Las distribuciones de probabilidad son funciones matemáticas que relacionan la magnitud de un evento con su probabilidad de ocurrencia. Para ello, se supone que la información hidrológica analizada es independiente y se

distribuye de forma uniforme, y que el sistema hidrológico que lo produce no depende del espacio y del tiempo.

Existe un sinnúmero de funciones de distribución utilizadas en hidrología las cuales, en general, no pueden ser deducidas teóricamente a partir de los procesos físicos, y por lo tanto normalmente se adopta alguna función arbitrariamente, se estiman sus parámetros con los datos muestrales disponibles y se verifica que dicha función de distribución se ajuste satisfactoriamente a los datos y si esto sucede se supone que dicha función de distribución es aplicable a toda la población.

Las distribuciones de probabilidad que se utilizaron en esta investigación son las siguientes:

- Distribución normal
- Distribución *log* normal con dos parámetros
- Distribución gamma
- Distribución gamma con tres parámetros
- Distribución *log* Pearson tipo III
- Distribución de Gumbel
- Distribución de *log* Gumbel
- Distribución mezclada

Estas distribuciones se detallan en la sección de análisis estadístico.

El análisis de frecuencias de eventos extremos se basa en los siguientes presupuestos:

- Los eventos climáticos o hidrológicos extremos son una variable aleatoria que puede ser expresada mediante una distribución de probabilidad.

- La serie de eventos extremos es independiente; es decir, la magnitud de cada suceso no tiene correlación con los sucesos anteriores.
- La distribución de probabilidad que explica el proceso extremo no varía en el tiempo, ni tampoco cambia en función de la magnitud de la variable.

2.9. Estimación de parámetros

El estudio de poblaciones estadísticas supone, en general, el conocimiento de la función de probabilidad que gobierna el comportamiento aleatorio de la variable de interés. La función de probabilidad de la variable en estudio se concreta determinando los parámetros poblacionales correspondientes y para lograrlo se utilizan los denominados métodos de estimación de parámetros. La estimación de uno o varios parámetros poblacionales desconocidos es posible construyendo funciones de probabilidad de variables aleatorias muestrales, más conocidos como estimadores muestrales.

Los métodos de estimación de parámetros más comunes son momentos y máxima verosimilitud. El método que se utilizó en la presente investigación es el método de momentos; el principio básico de este método es la relación que existe entre los parámetros de la función de distribución y los momentos muestrales, los cuales se suponen iguales a los momentos de la población.

2.10. Prueba de bondad de ajuste

El criterio numérico de bondad de ajuste se utiliza para comparar modelos probabilísticos. A continuación se describen las pruebas de bondad de ajuste más comunes.

2.10.1. Prueba X^2

Para esta prueba es necesario agrupar o distribuir las observaciones de la muestra en intervalos de clase, preferentemente del mismo tamaño,

El estadístico de la prueba está definido por:

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \quad \text{Ec. 1}$$

En donde

n_i es el número de datos en la clase i

n es el tamaño de la muestra

p_i es la probabilidad de que la variable aleatoria X (poblacional) tome valores en el intervalo i

Si el valor crítico con un nivel de significancia específico es mayor al valor calculado de X^2 , la distribución de datos se considera válida.

2.10.2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Esta prueba es de tipo no paramétrica e interesa conocer el grado de relación entre la distribución de un conjunto de valores de la muestra y alguna distribución teórica específica. La prueba lleva consigo la especificación de la distribución de frecuencia que ocurriría bajo la distribución teórica y su comparación con la distribución de frecuencia observada. La distribución teórica no tiene diferencia significativa con la distribución empírica si el valor calculado es menor o igual que el valor crítico. La prueba de Kolmogorov-Smirnov tiene la ventaja que no es necesario agrupar la serie en intervalos y su aplicación es bastante simple, por ello se utilizó esta prueba de bondad de ajuste en las

distribuciones completas de máximos y de excedentes para hallar la distribución de mejor ajuste. Esta prueba se detalla en la sección de análisis estadístico.

2.10.3. Prueba de Cramer-von Mises

$$Qn = \sum_{i=1}^n \left(F(X_i) - \frac{2i-1}{2n} \right)^2 + \frac{1}{12n} \quad \text{Ec. 2}$$

En donde

n es el tamaño de la muestra

Si este valor es menor que el valor crítico significa que la distribución empírica concuerda con la distribución teórica en estudio.

2.10.4. Error estándar de ajuste

Este estadístico permite seleccionar la mejor opción, entre diferentes distribuciones teóricas, para el ajuste de una serie de datos. La distribución de mejor ajuste es la que proporciona el mínimo valor del estadístico, permitiendo la evaluación de varios modelos con un solo método. Este estadístico tiene la forma

$$EE = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (\hat{Q}_T^j - Q_T^j)^2}{n_j - mp} \right]^{1/2} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde

Q_T^j son los eventos ordenados de mayor a menor con un período de retorno asignado $T = \frac{n_j+1}{m}$ y una probabilidad de no excedencia $P = 1 - \frac{1}{T}$

n_j longitud en años del registro analizado

m número de orden del registro

m=1 para el evento más grande

m=n para el evento más chico

\hat{Q}_T^j eventos estimados por cierta distribución de probabilidad para cada período de retorno T asignado a la muestra ordenada

mp número de parámetros de la distribución ajustada, por ejemplo

mp=1 para la exponencial-1

mp=2 para la normal, *log* normal-2, exponencial-2, gamma-2, Gumbel

mp=3 para la *log* normal-3, gamma-3, *log* Pearson III, GVE

mp=4 para la de valores extremos de dos componentes TCEV

mp=5 para la Gumbel de dos poblaciones, Wakeby

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico EE. Si una o más distribuciones tienen valores similares del EE, entonces, se deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros.

2.11. Período de retorno

Número de años que transcurren en promedio para que un evento de magnitud dada sea igualado o excedido por lo menos una vez en ese período de tiempo. También puede llamarse intervalo de recurrencia o frecuencia y se denota con T . En la sección de análisis estadístico se detalla el procedimiento para estimar períodos de retorno.

2.12. Número de orden del registro (m)

Posición que ocupa el evento extremo de precipitación ordenado de mayor a menor.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

En esta investigación la variable que se estudió fue la precipitación diaria en la República de Guatemala, por medio de la información pluviométrica disponible en 103 estaciones climatológicas del país.

3.1.1. Variables de control

Las variables de control son los períodos de retorno en estudio, los cuales se definen en la tabla I.

Tabla I. Variables de control

Variable de control	Dimensional	Descripción
Período de retorno	Año	Se calcularon los siguientes períodos de retorno: 2 años 5 años 10 años 15 años 20 años 25 años 30 años 50 años 75 años 100 años

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variables independientes

Las variables independientes de la presente investigación son los registros de precipitación diaria en Guatemala y el origen del evento extremo.

Tabla II. **Variables independientes**

Variable independiente	Dimensional	Descripción
Registros de precipitación en Guatemala	mm	Se utilizó información pluviométrica de 1970 a 2014.
Origen del evento extremo	No aplica	Se clasificaron los eventos extremos en tres series: ciclónicos, no ciclónicos y serie completa, tanto para máximos como para excedentes.

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Variables dependientes

En la tabla III se presentan las variables dependientes utilizadas en la presente investigación.

Tabla III. **Variables dependientes**

Variable dependiente	Dimensional	Descripción
Valor asociado al período de retorno en estudio	mm	Resultado de la distribución de probabilidad con mejor ajuste para cada estación.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación de campo de estudio

El campo de estudio de la presente investigación se define de la siguiente manera:

3.2.1. Área de estudio

El área de estudio de la presente investigación es la hidrología.

3.2.2. Subárea

La subárea de la hidrología que se utilizó para la presente investigación es la precipitación.

3.2.3. Tema específico

El tema específico investigado de precipitación fue eventos extremos.

3.2.4. Ubicación

Esta investigación abarca toda la República de Guatemala, la cual se especifica a continuación.

3.2.4.1. Ubicación geográfica

La zona de estudio de la investigación fue el territorio de la República de Guatemala. Esta investigación sobre eventos extremos se llevó a cabo con datos de precipitación diaria de 103 estaciones pluviométricas de todo el país. De acuerdo a la información de Insivumeh, climáticamente se ha zonificado al

país en seis regiones perfectamente caracterizadas por el sistema de Thorntwaite. Para las coordenadas de cada estación ver apéndice 9.

3.2.4.2. Regiones climatológicas

En Guatemala existen seis regiones climatológicas definidas por el Insivumeh, las cuales se detallan a continuación.

3.2.4.2.1. Planicies del norte

Comprende las planicies de Petén, la región norte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Las elevaciones oscilan entre 0 a 300 msnm. El ascenso se realiza mientras se interna en el territorio de dichos departamentos, en las estribaciones de las Sierras de Chamá y Santa Cruz.

Es una zona muy lluviosa durante todo el año aunque de junio a octubre se registran las precipitaciones más intensas. Los registros de temperatura oscilan entre los 20 y 30 °C. En esta región se manifiestan climas de género cálidos con invierno benigno, variando su carácter entre muy húmedos, húmedos y semisecos, sin estación seca bien definida. La vegetación característica varía entre selva y bosque.

3.2.4.2.2. Franja Transversal del Norte

Definida por la ladera de la sierra de Los Cuchumatanes, Chamá y las Minas, norte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz y Cuenca del río Polochic. Las elevaciones oscilan entre los 300 hasta los 1 400

msnm, es una zona muy lluviosa y los registros más altos se obtienen de junio a octubre, los niveles de temperatura descienden conforme aumenta la elevación.

En esta región se manifiestan climas de género cálido con invierno benigno, cálidos sin estación seca bien definida y semicálidos con invierno benigno, su carácter varía de muy húmedos sin estación seca bien definida. La vegetación característica es de selva a bosque.

3.2.4.2.3. Meseta y altiplanos

Comprende la mayor parte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Guatemala, sectores de Jalapa y las Verapaces. Las montañas definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1 400 msnm, generando diversidad de microclimas, son regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable.

Las lluvias no son tan intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre, en los meses restantes estas pueden ser deficitarias, en cuanto a la temperatura en diversos puntos de esta región se registran los valores más bajos del país. En esta región existen climas que varían de templados y semifríos con invierno benigno a semicálidos con invierno benigno, de carácter húmedos y semisecos con invierno seco.

3.2.4.2.4. Bocacosta

Es una región angosta que transversalmente se extiende desde el departamento de San Marcos hasta el de Jutiapa, situada en la ladera montañosa de la Sierra Madre, en el descenso desde el altiplano hacia la

planicie costera del Pacífico, con elevaciones de 300 a 1 400 msnm. Las lluvias alcanzan los niveles más altos del país juntamente con la Transversal del Norte, con máximos pluviométricos de junio a septiembre, los valores de temperatura aumentan a medida que se desciende hacia el litoral del Pacífico.

En esta región existe un clima generalizado de género semicálido y sin estación fría bien definida, con carácter de muy húmedo, sin estación seca bien definida, en el extremo oriental varía a húmedo y sin estación seca bien definida. La vegetación característica es selva.

3.2.4.2.5. Planicie costera del pacífico

Esta región también se extiende desde el departamento de San Marcos hasta el de Jutiapa, con elevaciones de 0 a 300 msnm. Las lluvias tienden a disminuir conforme se llega al litoral marítimo con deficiencia durante parte del año, los registros de temperatura son altos. En esta región existen climas de género cálido sin estación fría bien definida, con carácter húmedo con invierno seco, variando a semiseco y con invierno seco. La vegetación varía de bosque a pastizal en el sector oriental.

3.2.4.2.6. Zona oriental

Comprende la mayor parte del departamento de Zacapa y sectores de los departamentos de El Progreso, Jalapa, Jutiapa y Chiquimula, el factor condicionante es el efecto de sombra pluviométrica que ejercen las sierras de Chuacús y de las Minas y a lo largo de toda la cuenca del río Motagua, las elevaciones son menores o iguales a 1 400 msnm.

La característica principal es la deficiencia de lluvia (la región del país donde menos llueve) con marcado déficit la mayoría del año y con los valores más altos de temperatura. En esta región se manifiestan climas de género cálido con invierno seco, variando su carácter de semisecos sin estación seca bien definida hasta secos. La vegetación característica es el pastizal.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigador: Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
- Asesor: Msc. Ing. Sergio Antonio López Dubón

3.4. Recursos materiales disponibles

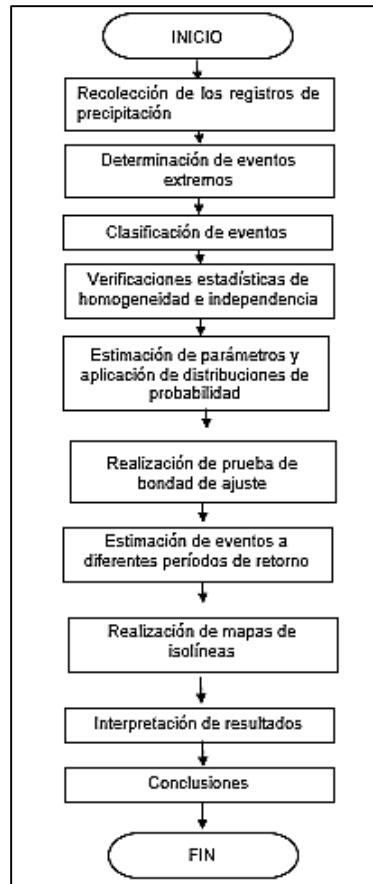
Para la realización de la investigación se contó con los siguientes recursos materiales:

- Computadora portátil HP core i5 con sistema operativo Windows 8.1.
- Libros de información pluviométrica de 103 estaciones climáticas de Guatemala proporcionados por Insivumeh.
- 500 hojas papel *bond* tamaño carta.

3.5. Técnica cuantitativa

Por la característica del fenómeno estudiado, la investigación se desarrolló por medio de técnicas cuantitativas, las cuales consisten específicamente en procedimientos estadísticos que se especifican en la sección de análisis estadístico.

Figura 6. **Técnica cuantitativa general**



Fuente: elaboración propia.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Para esta investigación se utilizó la información pluviométrica disponible en Guatemala de estaciones climatológicas, 61 pertenecientes al Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología Insivumeh, 38 del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) y 4 de la Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala (Empagua). Se seleccionaron para esta

investigación un total de 103 estaciones climáticas que cuentan con registro mayor a 10 años.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Los registros de precipitación diaria se tabularon y ordenaron cronológicamente en una hoja electrónica de cálculo con el programa Microsoft Excel 365.

3.7.1. Determinación de eventos extremos

La selección de los eventos extremos de precipitación se realizó utilizando los siguientes métodos:

3.7.1.1. Método de valor anual máximo

Este método consiste en generar la serie de eventos máximos con base en el valor de precipitación máxima de cada año de estudio, con lo cual la serie y la cantidad de años de estudio son iguales. En la serie anual de máximos, el período de retorno Tr se estimó de acuerdo a la ecuación de Weibull para evaluar la probabilidad, entonces se tiene:

$$Tr = \frac{n + 1}{m} \quad Ec. 4$$

Siendo:

Tr : período de retorno en la serie anual de máximos, en años

n : número total de eventos en la serie anual, igual al número de años de registro

m: número de orden del evento, arreglados en la forma decreciente, es decir, uno para el mayor y n para el menor

3.7.1.2. Método de excedentes

Esta serie se forma por datos cuya magnitud es mayor que un cierto valor base, el cual es determinado de manera que el número de eventos de la serie integrada sea igual al número de años de registro. Para la determinación de períodos de retorno se utilizó la ecuación de Weibull descrita en el numeral 3.7.1.1. Para este método se tomaron los 45 más grandes para todas las estaciones en estudio.

3.7.2. Clasificación de eventos extremos

Para la clasificación de los eventos extremos en ciclónicos y no ciclónicos se utilizó el registro de huracanes de 1970 a 2014, del océano Pacífico este y océano Atlántico, disponible en la página electrónica del National Hurricane Center¹ y en Unisys Weather²; se compararon estos registros con la localización y fecha de la serie de eventos extremos ocurridos para cada estación en estudio.

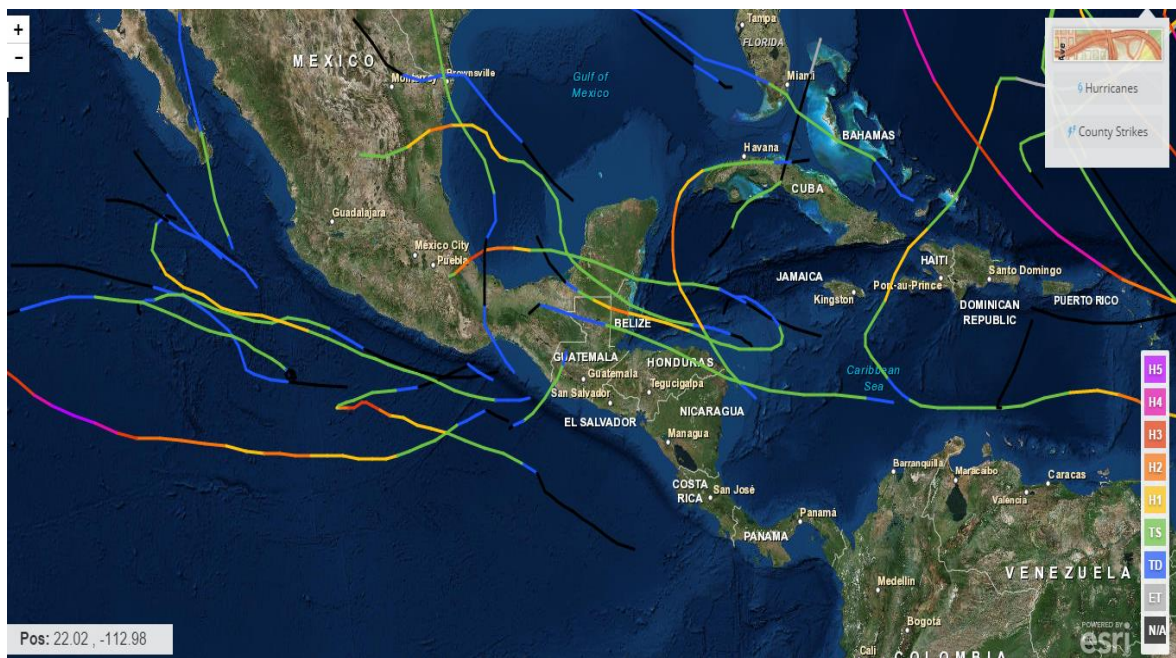
Se emplearon las imágenes e información satelital disponible en los sitios electrónicos para determinar los eventos extremos que se encontrasen dentro de la trayectoria y radio de los huracanes registrados.

¹ National Hurricane Center. <http://www.nhc.noaa.gov/>. Consulta: 10 de junio de 2015.

² Unisys Weather. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.php>. Consulta: 10 de junio de 2015.

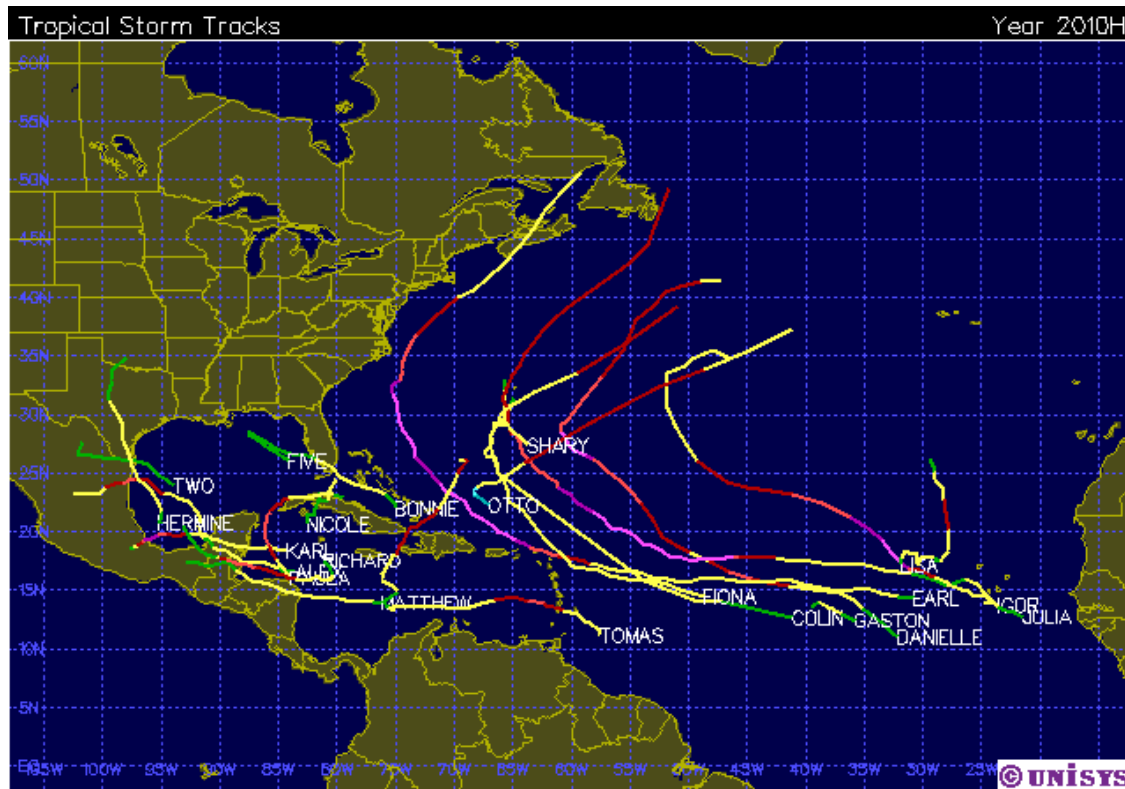
En el apéndice 10 se encuentra el registro cronológico de eventos ciclónicos que han afectado Guatemala. El apéndice 1 muestra un resumen de la clasificación de eventos.

Figura 7. **Eventos ciclónicos del 2010 según la NOAA**



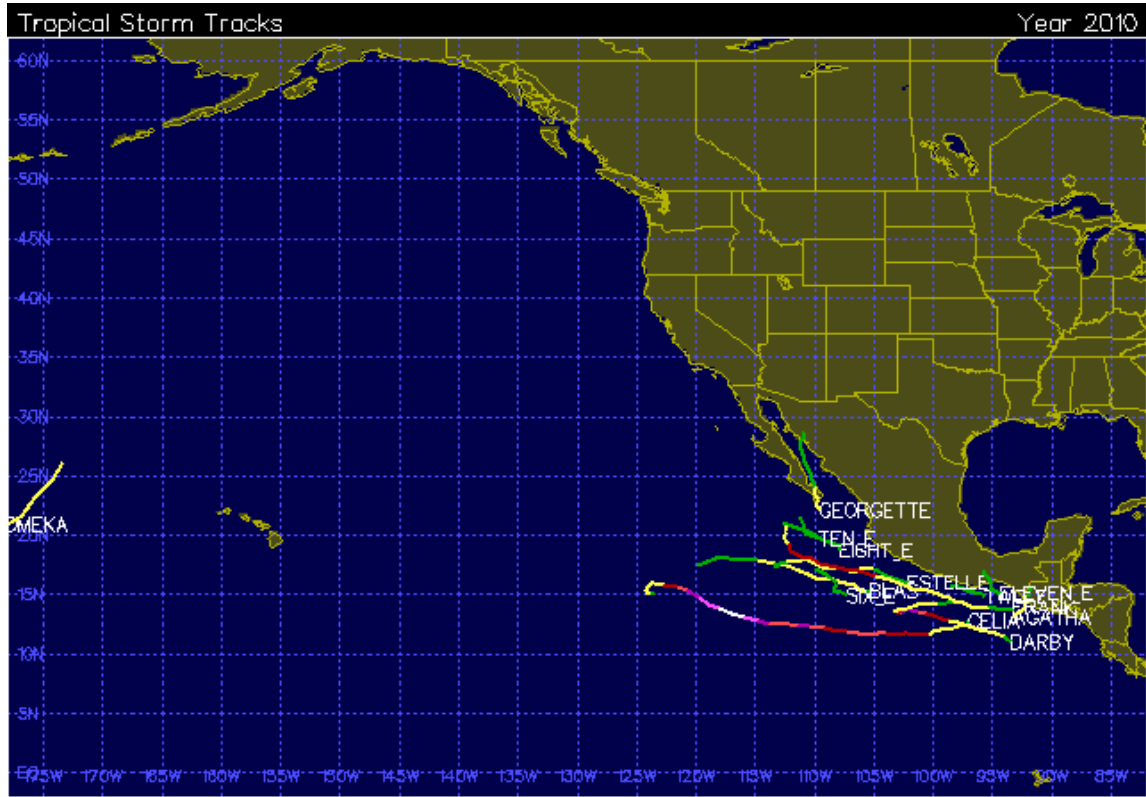
Fuente: NOAA. <http://www.nhc.noaa.gov/>. Consulta: 10 de junio de 2015.

Figura 8. **Eventos ciclónicos del océano Atlántico para el 2010 según Unisys Weather**



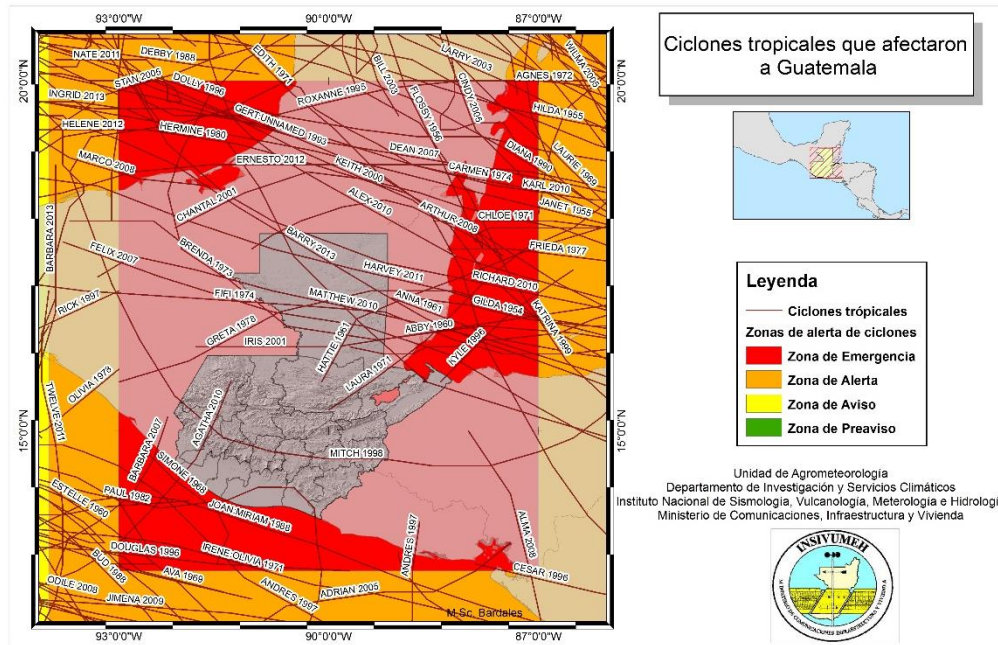
Fuente: NOAA. <http://www.nhc.noaa.gov/>. Consulta: 10 de junio de 2015

Figura 9. **Eventos ciclónicos del océano Pacífico este para el 2010 según Unisys Weather**



Fuente: NOAA. <http://www.nhc.noaa.gov/>. Consulta: 10 de junio de 2015.

Figura 10. Zona de influencia de ciclones para Guatemala



Fuente: BARDALES, Walter, Insivumeh.

3.7.3. Generación de mapas de isolíneas

Con la información obtenida de los procedimientos estadísticos se procedió a la realización de mapas de isolíneas de eventos extremos de precipitación. Para la construcción de los mapas se utilizó la herramienta ArcGIS 10.1 y la ubicación geográfica de cada una de las estaciones climáticas. Se elaboró un mapa por cada uno de los períodos de retorno en estudio.

3.8. Análisis estadístico

Este análisis de se compone de pruebas de homogeneidad, independencia de datos, bondad de ajuste.

3.8.1. Pruebas de homogeneidad

Las pruebas de homogeneidad que se utilizaron para esta investigación son la prueba de Helmert, t de Student y Cramer.

3.8.1.1. Prueba estadística de Helmert

La prueba consiste en analizar el signo de las desviaciones de cada evento de la serie j con respecto a su valor medio. Si una desviación de un cierto signo es seguida de otra del mismo signo, entonces se dice que se forma una secuencia S , de lo contrario se considera como un cambio C . La serie se considera homogénea si se cumple

$$-\sqrt{n_j - 1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n_j - 1} \quad \text{Ec. 5}$$

3.8.1.2. Prueba estadística t de Student

Cuando la causa probable de la pérdida de homogeneidad de la serie sea un cambio abrupto en la media, la prueba del estadístico t es muy útil. Si se considera una serie la cual se divide en dos conjuntos de tamaño $n_1=n_2=n_j/2$, entonces, el estadístico de prueba se define con la expresión

$$t_d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\left[\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]^{1/2}} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde

\bar{x}_1, s_1^2 son la media y varianza de la primera parte del registro de tamaño n_1

\bar{x}_2, s_2^2 son la media y varianza de la segunda parte del registro de tamaño n_2

El valor absoluto de t_d se compara con el valor de la distribución t de Student de dos colas, y con $\nu = n_1+n_2-2$ grados de libertad y para un nivel de significancia de 0,05. Sí y solo sí el valor absoluto de t_d es mayor que el de la distribución t de Student, se concluye que la diferencia entre las medias es evidencia de inconsistencia y por lo tanto la serie se considera no homogénea.

3.8.1.3. Prueba estadística de Cramer

Esta prueba se utiliza con el propósito de verificar homogeneidad en el registro de la serie j y también para determinar si el valor medio no varía significativamente de un período de tiempo a otro. Con este propósito se consideran tres bloques, el primero, del tamaño total de la muestra n_j ; el segundo de tamaño n_{60} (60 % de los últimos valores de la muestra n_j); y el tercero de tamaño n_{30} (30 % de los últimos valores de la muestra n_j).

La prueba compara el valor de precipitación del registro total con cada una de las medias de los bloques elegidos 60 y 30. Para que se considere la serie analizada como estacionaria en la media, se deberá cumplir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los bloques.

$$\bar{Q}^j = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{Q_i^j}{n_j}, \text{ para una sola muestra analizada } j=1$$

$$S_Q^j = \left[\frac{1}{(n_j - 1)} \sum_{i=1}^{n_j} (Q_i^j - \bar{Q}^j)^2 \right]^{1/2} \quad \text{Ec. 7}$$

$$\bar{Q}_{60}^j = \sum_{k=1}^{n_{60}} \frac{Q_k^j}{n_{60}} \quad \text{Ec. 8}$$

$$\bar{Q}_{30}^j = \sum_{k=1}^{n_{30}} \frac{Q_k^j}{n_{30}} \quad \text{Ec. 9}$$

$$\tau_{60}^j = \frac{\bar{Q}_{60}^j - \bar{Q}^j}{S_Q^j} \quad \text{Ec. 10}$$

$$\tau_{30}^j = \frac{\bar{Q}_{30}^j - \bar{Q}^j}{S_Q^j} \quad \text{Ec. 11}$$

$$t_w = \left\{ \frac{n_w(n_j - 2)}{n_j - n_w[1 + (\tau_w^j)^2]} \right\}^{1/2} \quad \text{Ec. 12 para } w = 60 \text{ y } w = 30$$

El estadístico t_w tiene distribución t de Student de dos colas con $v=n_1+n_2-2$ grados de libertad y para un nivel de significancia de 0,05.

Sí y solo sí el valor absoluto de t_w , para $w=60$ y $w=30$, es mayor que el de la distribución t de Student, se concluye que la diferencia entre las medias es evidencia de inconsistencia y por lo tanto la serie se considera no homogénea.

3.8.2. Prueba de independencia de Anderson

Esta prueba hace uso del coeficiente de autocorrelación serial r_k^j para diferentes tiempos de retraso k . La expresión para obtener el coeficiente de autocorrelación serial de retraso k es:

$$r_k^j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j-k} (Q_i^j - \bar{Q}^j)(Q_{i+k}^j - \bar{Q}^j)}{\sum_{i=1}^{n_j} (Q_i^j - \bar{Q}^j)^2} \quad \text{Ec. 13; para } r_0^j = 1 \text{ y } k = 1, 2, \dots, n_j/3$$

Donde

$$\bar{Q}^j = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{Q_i^j}{n_j} \quad \text{Ec. 14}$$

Además, los límites al 95 % de confianza para r_k^j se pueden obtener como

$$r_k^j(95\%) = \frac{-1 \pm 1,96\sqrt{(n_j - k - 1)}}{n_j - k} \quad \text{Ec. 15}$$

Si solo el 10 % de los valores r_k^j sobrepasan los límites de confianza se dice que la serie es independiente y por lo tanto es una variable que sigue las leyes de la probabilidad.

A continuación se presenta el resultado de las pruebas de homogeneidad e independencia de las estaciones climatológicas en estudio:

Tabla IV. Pruebas de homogeneidad e independencia para serie completa de máximos

Estación	Prueba de Helmert	Prueba <i>t</i> de Student	Prueba de Cramer	Prueba de Anderson
Agua Caliente	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Alameda Icta	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Amatitlán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Asunción Mita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla IV.

Camantulul	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Camotán	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Catarina	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cerro La Laguna	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajcar	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajúl	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chicamán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chinique	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Chiguilá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chilascó	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chipacá	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Chixoy	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Choaxán	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Chuitinamit	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Cobán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Comitancillo	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Cuatro Caminos	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Cubulco	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Cuilco	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
El Asintal	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
El Capitán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Cebollal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Mirador	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Paradillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Quiché	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Salto	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Dependiente
El Volcán	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Esquipulas	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla IV.

Flores Aeropuerto	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Guatemala Sur	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Huehuetenango	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Insivumeh	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Ipala	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jardín Mil Flores	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jurún Marinalá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Capellanía	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Ceibita	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Fragua	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Navidad	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Pampa	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Soledad	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Unión	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Unión 2	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Labor Ovalle	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
La Pastoría	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Providencia	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Las Vegas	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Albores	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Esclavos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Mariscos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Matanzas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Media Legua	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Montúfar	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Morazán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Nebaj	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pachuté	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Palamá	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente
Panzos	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente

Continuación de la tabla IV.

Papalhá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pasabien	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Poptún	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Potrero Carrillo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pueblo Viejo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Puerto Barrios	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Puerto San José	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Purulhá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Quezada	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Retalhuleu	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sabana Grande	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sacpulub	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Andrés Sajcabajá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Antonio Ilotenango	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Cristóbal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Jerónimo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Lorenzo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Marcos	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
San Martín Jilotepeque	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Miguel Acatán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Ayampúc	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Mactún	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
San Pedro Necta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Soloma	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa Cruz Balanyá	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Santa María Cahabón	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa María de Jesús	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente

Continuación de la tabla IV.

Santiago Atitlán	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Santa María El Tablón	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Seamay	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sepamac	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente
Serchil	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Suiza Contenta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tierra Blanca	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tikal Petén	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tiquisate	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Todos Santos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Totonicapán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Quixal	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Xequemeyá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Zunil	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Pruebas de homogeneidad e independencia para serie de máximos ciclónicos**

Estación	Prueba de Helmert	Prueba t de Student	Prueba de Cramer	Prueba de Anderson
Agua Caliente	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Alameda Icta	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Amatitlán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Asunción Mita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camantulul	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camotán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Catarina	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cerro La Laguna	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajcar	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajúl	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla V.

Chicamán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chinique	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chiguilá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chilascó	Homogénea	Homogénea		Independiente
Chipacá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chixoy	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Choaxán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chuitinamit	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cobán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Comitancillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cuatro Caminos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cubulco	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Cuilco	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Asintal	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
El Capitán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Cebollal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Mirador	Homogénea	Homogénea		Independiente
El Paradillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Quiché	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Salto	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Volcán	Homogénea	Homogénea		Independiente
Esquipulas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Flores Aeropuerto	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Guatemala Sur	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Huehuetenango	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Insivumeh	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Ipala	Homogénea	Homogénea		Independiente
Jardín Mil Flores	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jurún Marinalá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Capellanía	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
La Ceibita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Fragua	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Navidad	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
La Pampa	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Soledad	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Unión	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla V.

La Unión 2	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Labor Ovalle	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Pastoría	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Providencia	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Las Vegas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Albores	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Esclavos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Mariscos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Matanzas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Media Legua	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Montúfar	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Morazán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Nebaj	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pachuté	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Palamá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Panzos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Papalhá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pasabien	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Poptún	Homogénea			Dependiente
Potrero Carrillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pueblo Viejo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Puerto Barrios	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Puerto San José	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Purulhá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Quezada	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Retalhuleu	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sabana Grande	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sacpulub	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Andrés Sajcabajá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Antonio Ilotenango	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Cristóbal	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
San Jerónimo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Lorenzo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Marcos	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente

Continuación de la tabla V.

San Martín Jilotepeque	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Miguel Acatán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Ayampúc	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Mactún	Homogénea	Homogénea		Independiente
San Pedro Necta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Soloma	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa Cruz Balanyá	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Santa María Cahabón	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa María de Jesús	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Santiago Atitlán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa María El Tablón	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Seamay	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sepamac	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Serchil	Homogénea			Dependiente
Suiza Contenta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tierra Blanca	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tikal Petén	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Tiquisate	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Todos Santos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Totonicapán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Quixal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Xequemeyá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Zunil	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Pruebas de homogeneidad e independencia para serie de máximos no ciclónicos**

Estación	Prueba de Helmert	Prueba <i>t</i> de Student	Prueba de Cramer	Prueba de Anderson
Agua Caliente	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Alameda Icta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Amatitlán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Asunción Mita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camantulul	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Camotán	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Catarina	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cerro La Laguna	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajcar	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajúl	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chicamán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chinique	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Chiguilá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chilascó	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chipacá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chixoy	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Choaxán	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Chuitinamit	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Cobán	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Comitancillo	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Cuatro Caminos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cubulco	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cuilco	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
El Asintal	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VI.

El Capitán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Cebollal	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
El Mirador	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Paradillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Quiché	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Salto	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Dependiente
El Volcán	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Esquipulas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Flores Aeropuerto	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Guatemala Sur	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Huehuetenango	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Insivumeh	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Ipala	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jardín Mil Flores	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jurún Marinalá	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
La Capellanía	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Ceibita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Fragua	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Navidad	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Pampa	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Soledad	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Unión	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Unión 2	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Labor Ovalle	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Pastoría	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Providencia	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Las Vegas	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Albores	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Esclavos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Mariscos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VI.

Matanzas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Media Legua	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Montúfar	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Morazán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Nebaj	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pachuté	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Palamá	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente
Panzos	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Papalhá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pasabien	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Poptún	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Potrero Carrillo	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Pueblo Viejo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Puerto Barrios	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Puerto San José	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Purulhá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Quezada	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Retalhuleu	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sabana Grande	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Sacpulub	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Andrés Sajcabajá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Antonio Ilotenango	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Cristóbal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Jerónimo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Lorenzo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Marcos	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
San Martín Jilotepeque	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Miguel Acatán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Ayampúc	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VI.

San Pedro Mactún	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Necta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Soloma	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa Cruz Balanyá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa María Cahabón	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa María de Jesús	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santiago Atitlán	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Santa María El Tablón	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Seamay	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sepamac	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Serchil	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Suiza Contenta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tierra Blanca	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tikal Petén	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tiquisate	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Todos Santos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Totoncapán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Quixal	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Xequemeyá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Zunil	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Pruebas de homogeneidad e independencia para serie completa de excedentes

Estación	Prueba de Helmert	Prueba t de Student	Prueba de Cramer	Prueba de Anderson
Agua Caliente	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VII.

Alameda Icta	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Amatitlán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Asunción Mita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camantulul	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camotán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Catarina	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cerro La Laguna	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajcar	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajúl	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chicamán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chinique	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente
Chiguilá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chilascó	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chipacá	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Chixoy	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Choaxán	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Chuitinamit	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cobán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Comitancillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cuatro Caminos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cubulco	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Cuilco	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
El Asintal	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Capitán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Cebollal	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Dependiente
El Mirador	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Paradillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Quiché	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Salto	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
El Volcán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Esquipulas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Flores	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Guatemala Sur	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Huehuetenango	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Insivumeh	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Ipala	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VII.

Jardín Mil Flores	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jurún Marinalá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Capellanía	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente
La Ceibita	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
La Fragua	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Navidad	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Pampa	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Pastoría	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Providencia	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Soledad	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Unión	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Labor Ovalle	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Las Vegas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Albores	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Esclavos	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Mariscos	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Matanzas	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Media Legua	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Montúfar	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Morazán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Nebaj	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pachuté	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Palamá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Panzos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Papalhá	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Pasabien	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Poptún	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Potrero Carrillo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pueblo Viejo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Puerto Barrios	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Purulhá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Quezada	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Quixal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Retalhuleu	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sabana Grande	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sacpulub	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VII.

San Andrés Sajcabajá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Antonio Ilotenango	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Dependiente
San Cristóbal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Jerónimo	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Puerto San José	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Lorenzo	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
San Marcos	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente
San Martín Jilotepeque	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Miguel Acatán	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
San Pedro Ayampuc	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Mactún	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Necta	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Soloma	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa Cruz Balanyá	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Santa María de Jesús	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cahabón	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Santiago Atitlán	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Seamay	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sepamac	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Serchil	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Tablón	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Suiza Contenta	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Tecún Umán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tierra Blanca	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tikal Petén	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tiquisate	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Todos Santos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Totonicapán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Xequemeyá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Zunil	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Pruebas de homogeneidad e independencia para serie de excedentes ciclónicos**

Estación	Prueba de Helmert	Prueba <i>t</i> de Student	Prueba de Cramer	Prueba de Anderson
Agua Caliente	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Alameda Icta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Amatitlán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Asunción Mita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camantulul	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camotán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Catarina	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cerro La Laguna	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Chajcar	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajúl	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chicamán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chinique	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chiguilá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chilascó	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chipacá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chixoy	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Choaxán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chuitinamit	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cobán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Comitancillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cuatro Caminos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cubulco	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cuilco	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Asintal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Capitán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Cebollal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Mirador	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Paradillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Quiché	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Salto	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Volcán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Esquipulas	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VIII.

Flores	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Guatemala Sur	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Huehuetenango	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Insivumeh	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Ipala	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jardín Mil Flores	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Dependiente
Jurún Marinalá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Capellanía	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
La Ceibita	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
La Fragua	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Navidad	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Pampa	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Pastoría	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Providencia	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Soledad	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Unión	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Labor Ovalle	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Las Vegas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Albores	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Esclavos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Mariscos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Matanzas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Media Legua	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Montúfar	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Morazán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Nebaj	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pachuté	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Palamá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Panzos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Papalhá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pasabien	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Poptún	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Potrero Carrillo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pueblo Viejo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Puerto Barrios	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Purulhá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VIII.

Quezada	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Dependiente
Quixal	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Retalhuleu	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sabana Grande	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sacpulub	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Andrés Sajcabajá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Antonio Ilootenango	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Cristóbal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Jerónimo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Puerto San José	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Lorenzo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Marcos	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
San Martín Jilotepeque	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Miguel Acatán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Ayampuc	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Mactún	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Necta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Soloma	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa Cruz Balanyá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa María de Jesús	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cahabón	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santiago Atitlán	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Seamay	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sepamac	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Serchil	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Tablón	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Suiza Contenta	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tecún Umán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tierra Blanca	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tikal Petén	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tiquisate	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Todos Santos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tonicapán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla VIII.

Xequemeyá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Zunil	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Pruebas de homogeneidad e independenciam para serie de excedentes no ciclónicos**

Estación	Prueba de Helmert	Prueba <i>t</i> de Student	Prueba de Cramer	Prueba de Anderson
Agua Caliente	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Alameda Icta	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Amatitlán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Asunción Mita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camantulul	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Camotán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Catarina	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cerro La Laguna	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chajcar	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Chajúl	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chicamán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chinique	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chiguilá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chilascó	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Chipacá	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente
Chixoy	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Choaxán	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Chuitinamit	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Cobán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Comitancillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla IX.

Cuatro Caminos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cubulco	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cuilco	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
El Asintal	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Capitán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Cebollal	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Dependiente
El Mirador	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Paradillo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Quiché	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Salto	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
El Volcán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Esquipulas	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Flores	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Guatemala Sur	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Huehuetenango	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Insivumeh	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Ipala	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jardín Mil Flores	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Jurún Marinalá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Capellanía	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Ceibita	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Fragua	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Navidad	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
La Pampa	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Pastoría	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
La Providencia	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
La Soledad	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
La Unión	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla IX.

Labor Ovalle	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Las Vegas	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Albores	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Los Esclavos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Mariscos	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Matanzas	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Media Legua	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Montúfar	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Morazán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Nebaj	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pachuté	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Palamá	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Panzos	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Papalhá	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Pasabien	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Poptún	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Potrero Carrillo	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Pueblo Viejo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Dependiente
Puerto Barrios	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Purulhá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Quezada	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Quixal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Retalhuleu	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sabana Grande	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sacpulub	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
San Andrés Sajcabajá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Antonio Ilotenango	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
San Cristóbal	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Jerónimo	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla IX.

Puerto San José	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Lorenzo	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
San Marcos	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
San Martín Jilotepeque	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Miguel Acatán	No homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
San Pedro Ayampuc	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Mactún	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
San Pedro Necta	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
San Pedro Soloma	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Santa Cruz Balanyá	Homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Santa María de Jesús	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Cahabón	No homogénea	Homogénea	No homogénea	Independiente
Santiago Atitlán	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Seamay	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Sepamac	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Serchil	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
El Tablón	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Suiza Contenta	Homogénea	No homogénea	No homogénea	Independiente
Tecún Umán	No homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
Tierra Blanca	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tikal Petén	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Tiquisate	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Todos Santos	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Totonicapán	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente
Xequemeyá	No homogénea	Homogénea	Homogénea	Independiente

Continuación de la tabla IX.

Zunil	Homogénea	No homogénea	Homogénea	Independiente
-------	-----------	--------------	-----------	---------------

Fuente: elaboración propia.

3.8.3. Distribuciones de probabilidad

A continuación se describen las siete distribuciones de probabilidad utilizadas en la presente investigación.

3.8.3.1. Distribución normal

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad \text{Ec. 16}$$

Donde μ y σ son los parámetros de la distribución. Estos parámetros determinan la forma de la función y su posición en el eje x. Estos dos parámetros pueden estimarse como, respectivamente, la media y la desviación estándar de los datos.

$$E(x) = \mu \quad \text{Ec. 17}$$

$$E[(x - \mu)^2] = \sigma^2 \quad \text{Ec. 18}$$

Estimadores por momentos

$$\mu = \bar{x}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad \text{Ec. 19}$$

En las tablas correspondientes se utiliza la letra N para referirse a la distribución normal.

3.8.3.2. Distribución *log* normal con dos parámetros

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-1/2\left[\frac{\ln(x)-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2}, x > 0 \quad \text{Ec. 20}$$

Donde

μ_y parámetro de ubicación

σ_y parámetro de escala

$\gamma > 0$

Estimadores por momentos

$$\mu_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln X_i \quad \text{Ec. 21}$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln X_i - \mu_y)^2}{n} \quad \text{Ec. 22}$$

En las tablas correspondientes se utilizan las letras LN para referirse a la distribución *log* normal.

3.8.3.3. Distribución gamma

$$f(x) = \frac{a(ax)^{b-1}e^{-ax}}{\Gamma(b)} \quad \text{Ec. 23}$$

Donde

α parámetro de escala

b parámetro de forma

$\Gamma(b)$ distribución gamma completa

Además

$$\mu = \beta\alpha \quad \text{Ec. 24}$$

$$\sigma^2 = \alpha^2\beta \quad \text{Ec. 25}$$

$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta}} \quad \text{Ec. 26}$$

Estimadores por momentos

$$\alpha = \frac{S^2}{\bar{x}} \quad \text{Ec. 27}$$

$$\beta = \left(\frac{\bar{x}}{S}\right)^2 \quad \text{Ec. 28}$$

En las tablas correspondientes se utilizan las letras GA para referirse a la distribución gamma.

3.8.3.4. Distribución gamma con tres parámetros

$$f(x) = \frac{1}{\alpha\tau(\beta)} \left(\frac{x-x_0}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x-x_0}{\alpha}\right)}, \alpha > 0, x_0 \leq x < \infty, \gamma > 0 \quad Ec. 29$$

Donde

x_0 parámetro de ubicación

α parámetro de escala

β parámetro de forma

Además

$$\mu = x_0 + \alpha\beta \quad Ec. 30$$

$$\sigma^2 = \alpha^2\beta \quad Ec. 31$$

$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta}} \quad Ec. 32$$

$$k = 3 \left(1 + \frac{\gamma^2}{2}\right) \quad Ec. 33$$

Estimadores por momentos

$$\hat{\beta} = \frac{4}{g^2} \quad Ec. 34$$

$$\hat{\alpha} = \frac{S}{\sqrt{\hat{\beta}}} \quad Ec. 35$$

$$\hat{X}_0 = \bar{x} - S\sqrt{\hat{\beta}} \quad \text{Ec. 36}$$

En las tablas correspondientes se utiliza GA3 para referirse a la distribución gamma con tres parámetros.

3.8.3.5. Distribución *log* Pearson tipo III

$$f(x) = \frac{1}{\alpha\tau(\beta)x} \left(\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right)}, 0 < x < \infty, \gamma > 0 \quad \text{Ec. 37}$$

Donde

y_0 parámetro de ubicación

α parámetro de escala

β parámetro de forma

$$\hat{\beta} = \frac{2}{g_y^2} \quad \text{Ec. 38}$$

$$\hat{\alpha} = \frac{S_y}{\sqrt{\hat{\beta}}} \quad \text{Ec. 39}$$

$$\hat{y}_0 = \bar{y} - S_y\sqrt{\hat{\beta}} \quad \text{Ec. 40}$$

Donde \bar{y} , S_y y g_y son los estadísticos de la serie $y_i = \ln(x_i)$. En las tablas correspondientes se utiliza LP3 para referirse a la distribución *log* Pearson tipo III.

3.8.3.6. Distribución Gumbel

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta)-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad Ec. 41$$

Donde α y β son los parámetros de la función y se estiman como:

$$\alpha = \frac{1,2825}{S} \quad Ec. 42$$

$$\beta = \bar{x} - 0,45S \quad Ec. 43$$

Para muestras muy grandes, o bien como:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S} \quad Ec. 44$$

$$\beta = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha} \quad Ec. 45$$

Estimadores por momentos

$$\hat{\nu} = \bar{x} - 0,45S \quad Ec. 46$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S = 0,78S \quad Ec. 47$$

En las tablas correspondientes se utiliza la letra G para referirse a la distribución Gumbel.

3.8.3.7. Distribución *log Gumbel*

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{\ln x - \mu}{\alpha}}} \quad \text{Ec. 48}$$

Donde α y μ son parámetros de la función.

Estimadores por momentos

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S \quad \text{Ec. 49}$$

$$\mu = \overline{x_{\ln}} - 0,45S_{\ln} \quad \text{Ec. 50}$$

3.8.3.8. Distribución mezclada

$$F(x) = pF_1(x) + (1 - p)F_2(x) \quad \text{Ec. 51}$$

Donde p es la proporción de la población cuyos valores provienen de una distribución $F_1(x)$ y $(1 - p)$ es la proporción restante que tiene una diferente distribución $F_2(x)$.

Esta distribución se utilizó para obtener un valor de comparación de las series de ciclónicos y no ciclónicos con la serie completa, para máximos y para excedentes.

3.8.4. Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada F_o y la estimada F .

$$D = \text{máx}|F_o(X_m) - F(X_m)| \quad \text{Ec. 52}$$

Con un valor crítico d que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado. Si $D > d$, se acepta la distribución como la de mejor ajuste. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_o = 1 - \frac{m}{n + 1} \quad \text{Ec. 53}$$

Donde m es el número de orden del dato X_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos. A continuación se presenta la prueba Kolmogorov-Smirnov para la serie completa de máximos y serie completa de excedentes, de todas las estaciones en estudio:

Tabla X. **Prueba Kolmogorov-Smirnov para serie completa de máximos**

Estación	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	Mejor ajuste
Agua Caliente	0,242	0,135	0,172	0,116	0,081	0,172	0,078	Log Gumbel
Alameda Icta	0,207	0,122	0,152	0,220	0,126	0,149	0,102	Log Gumbel
Amatitlán	0,198	0,110	0,141	0,105	0,072	0,135	0,066	Log Gumbel
Asunción Mita	0,114	0,087	0,099	0,101		0,096	0,137	Log normal
Camantulúl	0,111	0,067	0,079	0,065	0,059	0,046	0,085	Gumbel
Camotán	0,079	0,090	0,079	0,093		0,089	0,120	Gamma
Catarina	0,112	0,127	0,110	0,105		0,138	0,193	Gamma 3
Cerro La Laguna	0,188	0,117	0,138	0,148	0,083	0,127	0,068	Log Gumbel
Chajcar	0,183	0,149	0,148	0,186		0,159	0,174	Gamma
Chajúl	0,313	0,141	0,206	0,278	0,154	0,287	0,100	Log Gumbel

Continuación de la tabla X.

Chicamán	0,139	0,107	0,119	0,094	0,093	0,099	0,113	Log Pearson
Chinique	0,184	0,116	0,137	0,166	0,104	0,113	0,133	Log Pearson
Chiguilá	0,139	0,176	0,162	0,196	0,185	0,202	0,245	Normal
Chilascó	0,170	0,149	0,165	0,146	0,142	0,148	0,157	Log Pearson
Chipacá	0,210	0,137	0,160	0,239	0,163	0,142	0,142	Log normal
Chixoy	0,101	0,075	0,091	0,080	0,075	0,090	0,116	Log Pearson
Choaxán	0,134	0,111	0,122	0,105	0,096	0,103	0,109	Log Pearson
Chuitinamit	0,099	0,063	0,067	0,061		0,061	0,092	Gamma 3
Cobán	0,142	0,078	0,101	0,074	0,062	0,075	0,069	Log Pearson
Comitancillo	0,130	0,125	0,132	0,110	0,116	0,121	0,122	Gamma 3
Cuatro Caminos	0,183	0,126	0,136	0,134	0,122	0,130	0,118	Log Gumbel
Cubulco	0,162	0,107	0,128	0,078	0,057	0,096	0,051	Log Gumbel
Cuilco	0,148	0,093	0,108	0,075	0,071	0,090	0,069	Log Gumbel
El Asintal	0,080	0,065	0,069	0,061	0,061	0,069	0,112	Log Pearson
El Capitán	0,212	0,150	0,173	0,104	0,084	0,176	0,092	Log Pearson
El Cebollal	0,166	0,103	0,121	0,081	0,072	0,099	0,076	Log Pearson
El Mirador	0,132	0,094	0,112	0,064	0,071	0,079	0,092	Gamma 3
El Paradillo	0,120	0,081	0,092	0,107		0,081	0,129	Log normal
El Quiché	0,139	0,075	0,093	0,137	0,084	0,078	0,111	Log normal
El Salto	0,179	0,125	0,141	0,137	0,132	0,131	0,184	Log normal
El Volcán	0,140	0,095	0,112	0,074	0,068	0,079	0,058	Log Gumbel
Esquipulas	0,106	0,084	0,094	0,072	0,069	0,069	0,074	Gumbel
Flores Aeropuerto	0,168	0,099	0,119	0,111	0,088	0,100	0,101	Log Pearson
Guatemala Sur	0,176	0,102	0,127	0,235	0,148	0,124	0,137	Log normal
Huehuetenango	0,062	0,054	0,057	0,053		0,080	0,105	Gamma 3
Insivumeh	0,183	0,106	0,135	0,087	0,062	0,160	0,076	Log Pearson
Ipala	0,147	0,115	0,116	0,141	0,150	0,140	0,180	Log normal
Jardín Mil Flores	0,258	0,214	0,234	0,218	0,192	0,212	0,156	Log Gumbel

Continuación de la tabla X.

Jurún Marinalá	0,175	0,103	0,125	0,079	0,077	0,109	0,064	Log Gumbel
La Capellanía	0,217	0,178	0,193	0,147	0,132	0,156	0,111	Log Gumbel
La Ceibita	0,111	0,099	0,098	0,083	0,097	0,096	0,116	Gamma 3
La Fragua	0,168	0,105	0,126	0,117	0,086	0,098	0,085	Log Gumbel
La Navidad	0,101	0,074	0,087	0,079	0,073	0,083	0,102	Log Pearson
La Pampa	0,149	0,086	0,106	0,113	0,075	0,079	0,083	Log Pearson
La Soledad	0,076	0,058	0,067	0,073		0,071	0,121	Log normal
La Unión	0,120	0,068	0,087	0,103	0,072	0,074	0,123	Log normal
La Unión 2	0,136	0,079	0,098	0,115	0,095	0,066	0,104	Gumbel
Labor Ovalle	0,243	0,152	0,181	0,152	0,082	0,174	0,091	Log Pearson
La Pastoría	0,153	0,147	0,154	0,085	0,074	0,131	0,102	Log Pearson
La Providencia	0,202	0,126	0,152	0,135	0,097	0,154	0,080	Log Gumbel
Las Vegas	0,219	0,180	0,197	0,209	0,171	0,196	0,159	Log Gumbel
Los Albores	0,242	0,206	0,223	0,124	0,105	0,181	0,139	Log Pearson
Los Esclavos	0,257	0,176	0,206	0,214	0,147	0,186	0,126	Log Gumbel
Mariscos	0,150	0,116	0,130	0,090	0,082	0,100	0,068	Log Gumbel
Matanzas	0,145	0,107	0,120	0,129		0,127	0,134	Log normal
Media Legua	0,235	0,180	0,201	0,171	0,095	0,181	0,117	Log Pearson
Montúfar	0,214	0,111	0,146	0,121	0,070	0,143	0,081	Log Pearson
Morazán	0,090	0,141	0,124			0,156	0,211	Normal
Nebaj	0,071	0,077	0,069	0,069		0,094	0,139	Gamma 3
Pachuté	0,104	0,076	0,089	0,083	0,062	0,062	0,064	Gumbel
Palamá	0,233	0,192	0,213	0,232	0,175	0,199	0,185	Log Pearson
Panzos	0,054	0,104	0,083	0,058		0,096	0,164	Normal
Papalhá	0,286	0,240	0,261	0,329	0,276	0,269	0,246	Log normal
Pasabien	0,128	0,080	0,086	0,100	0,083	0,086	0,141	Log normal
Poptún	0,185	0,138	0,152	0,143	0,116	0,127	0,101	Log Gumbel
Potrero Carrillo	0,223	0,161	0,182	0,192	0,135	0,153	0,157	Log Pearson

Continuación de la tabla X.

Pueblo Viejo	0,108	0,073	0,077	0,087		0,100	0,117	Log normal
Puerto Barrios	0,078	0,057	0,049	0,054		0,061	0,127	Gamma
Puerto San José	0,149	0,070	0,098	0,102	0,079	0,128	0,098	Log normal
Purulhá	0,216	0,175	0,191	0,153	0,137	0,156	0,108	Log Gumbel
Quezada	0,251	0,160	0,196	0,165	0,081	0,204	0,092	Log Pearson
Retalhuleu	0,199	0,111	0,137	0,121	0,079	0,141	0,073	Log Gumbel
Sabana Grande	0,101	0,074	0,078	0,064	0,072	0,077	0,080	Gamma 3
Sacpulub	0,083	0,081	0,066	0,124	0,085	0,082	0,133	Gamma
San Andrés Sajcabajá	0,212	0,124	0,154	0,237	0,163	0,143	0,127	Log normal
San Antonio Ilotenango	0,347	0,214	0,278	0,303	0,142	0,279	0,146	Log Pearson
San Cristóbal	0,193	0,129	0,148	0,108	0,071	0,127	0,073	Log Pearson
San Jerónimo	0,193	0,134	0,157	0,089	0,110	0,129	0,094	Gamma 3
San Lorenzo	0,242	0,227	0,233	0,209	0,167	0,201	0,194	Log Pearson
San Marcos	0,175	0,097	0,121	0,106	0,079	0,106	0,088	Log Pearson
San Martín Jilotepeque	0,146	0,083	0,101	0,124	0,065	0,082	0,096	Log Pearson
San Miguel Acatán	0,214	0,127	0,161	0,180	0,142	0,144	0,133	Log normal
San Pedro Ayampuc	0,096	0,089	0,089	0,088		0,107	0,130	Gamma 3
San Pedro Mactún	0,240	0,220	0,230	0,281	0,251	0,205	0,195	Log Gumbel
San Pedro Necta	0,105	0,075	0,083	0,083	0,073	0,085	0,118	Log Pearson

Continuación de la tabla X.

San Pedro Soloma	0,225	0,140	0,173	0,098	0,078	0,156	0,073	Log Gumbel
Santa Cruz Balanyá	0,091	0,058	0,064	0,057	0,063	0,067	0,090	Gamma 3
Santa María Cahabón	0,164	0,159	0,165	0,092	0,063	0,140	0,107	Log Pearson
Santa María de Jesús	0,205	0,151	0,173	0,132	0,116	0,147	0,103	Log Gumbel
Santiago Atitlán	0,227	0,140	0,166	0,198	0,144	0,164	0,152	Log normal
Santa María El Tablón	0,215	0,145	0,169	0,124	0,102	0,153	0,097	Log Gumbel
Seamay	0,115	0,079	0,080	0,085	0,087	0,077	0,120	Gumbel
Sepamac	0,234	0,184	0,204	0,194	0,143	0,197	0,141	Log Gumbel
Serchil	0,114	0,076	0,088	0,077		0,083	0,115	Log normal
Suiza Contenta	0,192	0,129	0,145	0,119	0,119	0,134	0,113	Log Gumbel
Tierra Blanca	0,118	0,082	0,095	0,074	0,064	0,051	0,066	Gumbel
Tikal Petén	0,100	0,150	0,135	0,133		0,170	0,220	Normal
Tiquisate	0,209	0,130	0,144	0,281	0,142	0,163	0,192	Log normal
Todos Santos	0,155	0,117	0,114	0,106		0,094	0,113	Gumbel
Totonicapán	0,205	0,150	0,176	0,117	0,092	0,148	0,084	Log Gumbel
Quixal	0,106	0,058	0,069	0,050	0,060	0,062	0,094	Gamma 3
Xequemeyá	0,173	0,132	0,147	0,097	0,110	0,105	0,092	Log Gumbel
Zunil	0,194	0,139	0,165	0,153	0,098	0,142	0,087	Log Gumbel

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Prueba Kolmogorov-Smirnov entre distribución de mejor ajuste y distribución mezclada para serie de máximos**

Estación	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
Agua Caliente	0,076070	0,077549	0,076070	Mezclada
Alameda Icta	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,175538	0,102185	0,102185	Log Gumbel
Amatitlán	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,109778	0,065510	0,065510	Log Gumbel
Asunción Mita	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,081361	0,087177	0,081361	Mezclada
Camantulúl	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,122362	0,046365	0,046365	Gumbel
Camotán	Mezclada	Gamma	Mínimo	Mejor ajuste
	0,196453	0,078535	0,078535	Gamma
Catarina	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,223132	0,104992	0,104992	Gamma III
Cerro La Laguna	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,181067	0,068371	0,068371	Log Gumbel
Chajcar	Mezclada	Gamma	Mínimo	Mejor ajuste
	0,137618	0,147601	0,137618	Mezclada
Chajúl	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,214369	0,099865	0,099865	Log Gumbel
Chicamán	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,109770	0,092779	0,092779	Log Pearson III
Chinique	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,131424	0,104244	0,104244	Log Pearson III
Chiguilá	Mezclada	Normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,268388	0,138533	0,138533	Normal
Chilascó	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,163527	0,142023	0,142023	Log Pearson III
Chipacá	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,172807	0,136994	0,136994	Log normal
Chixoy	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,086444	0,074927	0,074927	Log Pearson III
Choaxán	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste

Continuación de la tabla XI.

	0,112946	0,095975	0,095975	<i>Log Pearson III</i>
Chuitinamit	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,104465	0,061074	0,061074	Gamma III
Cobán	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,083440	0,061690	0,061690	<i>Log Pearson III</i>
Comitancillo	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,092091	0,109862	0,092091	Mezclada
Cuatro Caminos	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,128314	0,117852	0,117852	<i>Log Gumbel</i>
Cubulco	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,107088	0,050761	0,050761	<i>Log Gumbel</i>
Cuilco	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,132183	0,069135	0,069135	<i>Log Gumbel</i>
El Asintal	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,177662	0,060597	0,060597	<i>Log Pearson III</i>
El Capitán	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,154803	0,084148	0,084148	<i>Log Pearson III</i>
El Cebollal	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,097728	0,071971	0,071971	<i>Log Pearson III</i>
El Mirador	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,081406	0,063601	0,063601	Gamma III
El Paradillo	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,108297	0,080882	0,080882	<i>Log normal</i>
El Quiché	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,127345	0,074858	0,074858	<i>Log normal</i>
El Salto	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,187355	0,124887	0,124887	<i>Log normal</i>
El Volcán	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,070215	0,058494	0,058494	<i>Log Gumbel</i>
Esquipulas	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,091465	0,068700	0,068700	Gumbel
Flores Aeropuerto	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,083473	0,087948	0,083473	Mezclada
Guatemala Sur	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,186325	0,102448	0,102448	<i>Log normal</i>
Huehuetenango	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste

Continuación de la tabla XI.

	0,117889	0,052991	0,052991	Gamma III
Insivumeh	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,144310	0,061984	0,061984	Log Pearson III
Ipala	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,148477	0,115256	0,115256	Log normal
Jardín Mil Flores	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,163326	0,156421	0,156421	Log Gumbel
Jurún Marinalá	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,158469	0,064487	0,064487	Log Gumbel
La Capellanía	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,113116	0,111488	0,111488	Log Gumbel
La Ceibita	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,100336	0,083348	0,083348	Gamma III
La Fragua	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,148890	0,084631	0,084631	Log Gumbel
La Navidad	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,137504	0,073121	0,073121	Log Pearson III
La Pampa	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,130396	0,075043	0,075043	Log Pearson III
La Soledad	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,228769	0,058460	0,058460	Log normal
La Unión	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,181975	0,067519	0,067519	Log normal
La Unión 2	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,136491	0,066093	0,066093	Gumbel
Labor Ovalle	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,119313	0,081787	0,081787	Log Pearson III
La Pastoría	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,097605	0,073744	0,073744	Log Pearson III
La Providencia	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,107725	0,080105	0,080105	Log Gumbel
Las Vegas	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,211329	0,158610	0,158610	Log Gumbel
Los Albores	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,138479	0,104552	0,104552	Log Pearson III
Los Esclavos	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste

Continuación de la tabla XI.

	0,166378	0,125555	0,125555	Log Gumbel
Mariscos	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,113066	0,068290	0,068290	Log Gumbel
Matanzas	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,147312	0,107279	0,107279	Log normal
Media Legua	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,208006	0,094859	0,094859	Log Pearson III
Montúfar	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,086913	0,069985	0,069985	Log Pearson III
Morazán	Mezclada	Normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,215563	0,089754	0,089754	Normal
Nebaj	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,131138	0,068842	0,068842	Gamma III
Pachuté	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,088541	0,062192	0,062192	Gumbel
Palamá	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,171970	0,174912	0,171970	Mezclada
Panzós	Mezclada	Normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,126767	0,054158	0,054158	Normal
Papalhá	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,289369	0,239528	0,239528	Log normal
Pasabien	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,167088	0,080427	0,080427	Log normal
Poptún	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,130225	0,101345	0,101345	Log Gumbel
Potrero Carrillo	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,183766	0,134599	0,134599	Log Pearson III
Pueblo Viejo	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,145811	0,073103	0,073103	Log normal
Puerto Barrios	Mezclada	Gamma	Mínimo	Mejor ajuste
	0,111475	0,049348	0,049348	Gamma
Puerto San José	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,080411	0,069986	0,069986	Log normal
Purulhá	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,152496	0,108338	0,108338	Log Gumbel
Quezada	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste

Continuación de la tabla XI.

	0,118426	0,081001	0,081001	<i>Log Pearson III</i>
Retalhuleu	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,076489	0,072900	0,072900	<i>Log Gumbel</i>
Sabana Grande	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,108159	0,064285	0,064285	Gamma III
Sacpulub	Mezclada	Gamma	Mínimo	Mejor ajuste
	0,100404	0,065909	0,065909	Gamma
San Andrés Sajcabajá	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,166478	0,124376	0,124376	<i>Log normal</i>
San Antonio Ilotenango	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,282192	0,141905	0,141905	<i>Log Pearson III</i>
San Cristóbal	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,113736	0,070716	0,070716	<i>Log Pearson III</i>
San Jerónimo	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,108539	0,089167	0,089167	Gamma III
San Lorenzo	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,252156	0,167430	0,167430	<i>Log Pearson III</i>
San Marcos	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,081965	0,079159	0,079159	<i>Log Pearson III</i>
San Martín Jilotepeque	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,116558	0,064562	0,064562	<i>Log Pearson III</i>
San Miguel Acatán	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,162196	0,126997	0,126997	<i>Log normal</i>
San Pedro Ayampuc	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,138878	0,088468	0,088468	Gamma III
San Pedro Mactún	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,267078	0,195455	0,195455	<i>Log Gumbel</i>
San Pedro Necta	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,140052	0,073431	0,073431	<i>Log Pearson III</i>
San Pedro Soloma	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,114817	0,072707	0,072707	<i>Log Gumbel</i>
Santa Cruz Balanyá	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,118187	0,056907	0,056907	Gamma III
Santa María Cahabón	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,146255	0,063031	0,063031	<i>Log Pearson III</i>
Santa María de Jesús	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste

Continuación de la tabla XI.

	0,109053	0,103107	0,103107	<i>Log Gumbel</i>
Santiago Atitlán	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,196639	0,140179	0,140179	<i>Log normal</i>
Santa María El Tablón	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,088642	0,096861	0,088642	Mezclada
Seamay	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,118397	0,077041	0,077041	Gumbel
Sepamac	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,205899	0,141095	0,141095	<i>Log Gumbel</i>
Serchil	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,168415	0,075640	0,075640	<i>Log normal</i>
Suiza Contenta	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,128937	0,112639	0,112639	<i>Log Gumbel</i>
Tierra Blanca	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,090033	0,050576	0,050576	Gumbel
Tikal Petén	Mezclada	Normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,228249	0,100094	0,100094	Normal
Tiquisate	Mezclada	<i>Log normal</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,203939	0,129623	0,129623	<i>Log normal</i>
Todos Santos	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,092135	0,094161	0,092135	Mezclada
Totonicapán	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,123754	0,084223	0,084223	<i>Log Gumbel</i>
Quixal	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,100338	0,050241	0,050241	Gamma III
Xequemeyá	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,197658	0,092194	0,092194	<i>Log Gumbel</i>
Zunil	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,147381	0,086727	0,086727	<i>Log Gumbel</i>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Prueba Kolmogorov-Smirnov para serie completa de excedentes**

Estación	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	Mejor ajuste
Agua Caliente	0,244	0,167	0,196	0,107	0,071	0,193	0,100	Log Pearson
Alameda Icta	0,257	0,183	0,203	0,185	0,109	0,282	0,177	Log Pearson
Amatitlán	0,277	0,210	0,236	0,164	0,103	0,242	0,150	Log Pearson
Asunción Mita	0,104	0,089	0,090	0,079	0,085	0,093	0,104	Gamma 3
Camantulúl	0,155	0,124	0,135	0,106	0,086	0,116	0,098	Log Pearson
Camotán	0,155	0,150	0,154	0,097	0,084	0,135	0,096	Log Pearson
Catarina	0,204	0,202	0,205	0,127	0,137	0,165	0,163	Gamma 3
Cerro La Laguna	0,177	0,146	0,156	0,105	0,069	0,167	0,094	Log Pearson
Chajcar	0,192	0,148	0,165	0,099	0,098	0,125	0,102	Log Pearson
Chajúl	0,333	0,200	0,255	0,250	0,149	0,316	0,143	Log Gumbel
Chicamán	0,135	0,129	0,134	0,087	0,093	0,107	0,101	Gamma 3
Chinique	0,261	0,241	0,247	0,175	0,123	0,250	0,179	Log Pearson
Chiguilá	0,133	0,106	0,108	0,059	0,072	0,104	0,086	Gamma 3
Chilascó	0,276	0,234	0,251	0,175	0,179	0,210	0,180	Gamma 3
Chipacá	0,234	0,232	0,236	0,136	0,110	0,242	0,177	Log Pearson
Chixoy	0,144	0,116	0,120	0,087	0,087	0,086	0,089	Gumbel
Choaxán	0,194	0,169	0,179	0,125	0,108	0,132	0,103	Log Gumbel
Chuitinamit	0,118	0,108	0,111	0,081	0,084	0,089	0,091	Gamma 3
Cobán	0,202	0,169	0,182	0,109	0,104	0,141	0,104	Log Pearson
Comitancillo	0,119	0,087	0,098	0,050	0,053	0,055	0,072	Gamma 3
Cuatro Caminos	0,184	0,140	0,157	0,126	0,104	0,128	0,096	Log Gumbel
Cubulco	0,220	0,183	0,198	0,151	0,099	0,180	0,117	Log Pearson
Cuilco	0,213	0,163	0,180	0,088	0,081	0,144	0,099	Log Pearson
El Asintal	0,178	0,152	0,161	0,050	0,056	0,140	0,100	Gamma 3
El Capitán	0,248	0,170	0,199	0,164	0,120	0,235	0,132	Log Pearson
El Cebollal	0,207	0,142	0,164	0,102	0,078	0,172	0,103	Log Pearson
El Mirador	0,177	0,168	0,174	0,067	0,084	0,161	0,119	Gamma 3
El Paradillo	0,217	0,189	0,198	0,120	0,110	0,147	0,118	Log Pearson
El Quiché	0,215	0,157	0,172	0,102	0,121	0,222	0,139	Gamma 3
El Salto	0,278	0,262	0,269	0,189	0,155	0,215	0,197	Log Pearson
El Volcán	0,166	0,163	0,167	0,114	0,124	0,136	0,132	Gamma 3

Continuación de la tabla XII.

Esquipulas	0,140	0,119	0,125	0,091	0,090	0,098	0,097	Log Pearson
Flores	0,187	0,158	0,170	0,104	0,062	0,161	0,089	Log Pearson
Guatemala Sur	0,224	0,191	0,196	0,190	0,114	0,235	0,137	Log Pearson
Huehuetenango	0,145	0,137	0,142	0,093	0,103	0,108	0,116	Gamma 3
Insivumeh	0,234	0,171	0,188	0,160	0,111	0,250	0,160	Log Pearson
Ipala	0,152	0,135	0,142	0,053	0,050	0,093	0,074	Log Pearson
Jardín Mil Flores	0,284	0,234	0,253	0,200	0,139	0,216	0,164	Log Pearson
Jurún Marinalá	0,210	0,147	0,169	0,108	0,063	0,150	0,082	Log Pearson
La Capellanía	0,195	0,182	0,189	0,114	0,119	0,148	0,134	Gamma 3
La Ceibita	0,136	0,126	0,132	0,086	0,092	0,109	0,104	Gamma 3
La Fragua	0,213	0,181	0,194	0,082	0,068	0,172	0,112	Log Pearson
La Navidad	0,171	0,139	0,151	0,091	0,077	0,106	0,084	Log Pearson
La Pampa	0,202	0,148	0,166	0,153	0,107	0,159	0,082	Log Gumbel
La Pastoría	0,243	0,188	0,202	0,128	0,128	0,263	0,185	Gamma 3
La Providencia	0,260	0,202	0,221	0,221	0,164	0,235	0,144	Log Gumbel
La Soledad	0,180	0,161	0,170	0,124	0,104	0,133	0,115	Log Pearson
La Unión	0,153	0,109	0,115	0,080	0,057	0,125	0,075	Log Pearson
Labor Ovalle	0,223	0,179	0,194	0,153	0,086	0,211	0,124	Log Pearson
Las Vegas	0,166	0,142	0,148	0,112	0,099	0,120	0,109	Log Pearson
Los Albores	0,262	0,224	0,238	0,129	0,091	0,203	0,155	Log Pearson
Los Esclavos	0,243	0,203	0,221	0,212	0,124	0,250	0,170	Log Pearson
Mariscos	0,167	0,135	0,148	0,120	0,094	0,121	0,093	Log Gumbel
Matanzas	0,114	0,100	0,099	0,086	0,100	0,096	0,116	Gamma 3
Media Legua	0,244	0,190	0,204	0,128	0,089	0,244	0,145	Log Pearson
Montúfar	0,218	0,202	0,213	0,089	0,105	0,201	0,145	Gamma 3
Morazán	0,165	0,155	0,159	0,090	0,091	0,117	0,108	Gamma 3
Nebaj	0,131	0,127	0,128	0,088	0,104	0,106	0,117	Gamma 3
Pachuté	0,166	0,136	0,147	0,110	0,064	0,125	0,073	Log Pearson
Palamá	0,220	0,157	0,181	0,123	0,082	0,214	0,118	Log Pearson
Panzós	0,138	0,123	0,127	0,047	0,059	0,112	0,084	Gamma 3
Papalhá	0,257	0,261	0,263	0,295	0,224	0,269	0,219	Log Gumbel
Pasabien	0,177	0,140	0,154	0,059	0,057	0,137	0,080	Log Pearson
Poptún	0,172	0,128	0,141	0,108	0,066	0,160	0,093	Log Pearson
Potrero Carrillo	0,299	0,281	0,290	0,225	0,174	0,253	0,217	Log Pearson
Pueblo Viejo	0,198	0,167	0,178	0,128	0,113	0,129	0,096	Log Gumbel
Puerto Barrios	0,166	0,151	0,158	0,100	0,097	0,116	0,097	Log Pearson

Continuación de la tabla XII.

Purulhá	0,241	0,216	0,227	0,158	0,142	0,184	0,154	Log Pearson
Quezada	0,294	0,216	0,247	0,270	0,164	0,282	0,179	Log Pearson
Quixal	0,188	0,152	0,163	0,116	0,107	0,128	0,118	Log Pearson
Retalhuleu	0,225	0,163	0,186	0,117	0,056	0,232	0,148	Log Pearson
Sabana Grande	0,193	0,178	0,186	0,091	0,099	0,140	0,121	Gamma 3
Sacpulub	0,201	0,158	0,168	0,116	0,119	0,203	0,141	Gamma 3
San Andrés Sajcabajá	0,252	0,199	0,212	0,251	0,177	0,259	0,137	Log Gumbel
San Antonio Ilotenango	0,224	0,195	0,210	0,220	0,144	0,220	0,154	Log Pearson
San Cristóbal	0,194	0,141	0,155	0,136	0,073	0,193	0,116	Log Pearson
San Jerónimo	0,134	0,092	0,102	0,137	0,115	0,106	0,118	Log normal
Puerto San José	0,221	0,150	0,177	0,095	0,066	0,227	0,124	Log Pearson
San Lorenzo	0,249	0,220	0,226	0,270	0,215	0,271	0,216	Log Pearson
San Marcos	0,242	0,223	0,229	0,140	0,148	0,186	0,177	Gamma 3
San Martín Jilotepeque	0,237	0,183	0,202	0,153	0,142	0,231	0,151	Log Pearson
San Miguel Acatán	0,203	0,148	0,170	0,181	0,100	0,206	0,121	Log Pearson
San Pedro Ayampuc	0,127	0,113	0,114	0,079	0,095	0,095	0,106	Gamma 3
San Pedro Mactún	0,317	0,301	0,308	0,475	0,422	0,361	0,338	Log normal
San Pedro Necta	0,150	0,130	0,138	0,111	0,109	0,109	0,102	Log Gumbel
San Pedro Soloma	0,230	0,208	0,220	0,207	0,128	0,228	0,152	Log Pearson
Santa Cruz Balanyá	0,156	0,148	0,150	0,084	0,104	0,117	0,119	Gamma 3
Santa María de Jesús	0,220	0,190	0,202	0,125	0,120	0,158	0,124	Log Pearson
Cahabón	0,195	0,133	0,149	0,201	0,107	0,188	0,105	Log Gumbel
Santiago Atitlán	0,234	0,168	0,192	0,168	0,122	0,190	0,123	Log Pearson
Seamay	0,209	0,187	0,196	0,123	0,096	0,163	0,127	Log Pearson
Sepamac	0,189	0,139	0,155	0,091	0,090	0,137	0,084	Log Gumbel
Serchil	0,111	0,089	0,098	0,053	0,053	0,055	0,079	Gamma 3
El Tablón	0,309	0,252	0,277	0,224	0,144	0,245	0,182	Log Pearson
Suiza Contenta	0,239	0,185	0,204	0,132	0,093	0,193	0,120	Log Pearson
Tecún Umán	0,212	0,155	0,178	0,086	0,074	0,146	0,085	Log Pearson
Tierra Blanca	0,127	0,111	0,118	0,076	0,078	0,084	0,095	Gamma 3
Tikal Petén	0,101	0,075	0,085	0,064	0,063	0,061	0,076	Gumbel
Tiquisate	0,257	0,161	0,189	0,224	0,125	0,282	0,154	Log Pearson
Todos Santos	0,150	0,130	0,132	0,095	0,104	0,128	0,116	Gamma 3
Totonicapán	0,215	0,168	0,179	0,171	0,103	0,203	0,122	Log Pearson
Xequemeyá	0,263	0,238	0,248	0,183	0,141	0,198	0,173	Log Pearson
Zunil	0,210	0,142	0,168	0,091	0,075	0,173	0,099	Log Pearson

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Prueba Kolmogorov-Smirnov entre distribución de mejor ajuste y distribución mezclada para serie de excedentes**

Agua Caliente	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,08220766	0,07087906	0,07087906	Log Pearson III
Alameda Icta	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17713405	0,13043478	0,13043478	Log Pearson III
Amatitlán	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17519229	0,10326674	0,10326674	Log Pearson III
Asunción Mita	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,08853697	0,07852978	0,07852978	Gamma III
Camantulul	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,19089865	0,08597728	0,08597728	Log Pearson III
Camotán	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,13507513	0,08425829	0,08425829	Log Pearson III
Catarina	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17241084	0,12702181	0,12702181	Gamma III
Cerro La Laguna	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16690163	0,06904275	0,06904275	Log Pearson III
Chajcar	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,10305771	0,09816674	0,09816674	Log Pearson III
Chajúl	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,25107265	0,14296492	0,14296492	Log Gumbel
Chicamán	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,1026235	0,08722881	0,08722881	Gamma III
Chinique	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,20161024	0,12330157	0,12330157	Log Pearson III
Chiguilá	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,09230654	0,0591481	0,0591481	Gamma III
Chilascó	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,20421496	0,17457806	0,17457806	Gamma III
Chipacá	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,20030025	0,10973804	0,10973804	Log Pearson III
Chixoy	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,0862779	0,08583564	0,08583564	Gumbel
Choaxán	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,12598492	0,10349602	0,10349602	Log Gumbel

Continuación de la tabla XIII.

Chuitinamit	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,08960382	0,08099194	0,08099194	Gamma III
Cobán	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,13250964	0,1037774	0,1037774	<i>Log Pearson III</i>
Comitancillo	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,05604716	0,0504494	0,0504494	Gamma III
Cuatro Caminos	Mezclada	<i>Log Gumbel</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,10942888	0,0955394	0,0955394	<i>Log Gumbel</i>
Cubulco	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17787404	0,09888413	0,09888413	<i>Log Pearson III</i>
Cuilco	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,14439139	0,08075433	0,08075433	<i>Log Pearson III</i>
El Asintal	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,13926646	0,05046155	0,05046155	Gamma III
El Capitán	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,18258249	0,11995268	0,11995268	<i>Log Pearson III</i>
El Cebollal	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17086521	0,07762311	0,07762311	<i>Log Pearson III</i>
El Mirador	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,15562134	0,10869565	0,10869565	Gamma III
El Paradillo	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,13451337	0,11004142	0,11004142	<i>Log Pearson III</i>
El Quiché	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,1506344	0,1016373	0,1016373	Gamma III
El Salto	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,21315586	0,15493369	0,15493369	<i>Log Pearson III</i>
El Volcán	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,14256909	0,11416692	0,11416692	Gamma III
Esquipulas	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,0953313	0,09017088	0,09017088	<i>Log Pearson III</i>
Flores	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,10819299	0,06164288	0,06164288	<i>Log Pearson III</i>
Guatemala Sur	Mezclada	<i>Log Pearson III</i>	Mínimo	Mejor ajuste
	0,18770984	0,11421337	0,11421337	<i>Log Pearson III</i>
Huehuetenango	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,1053802	0,09261681	0,09261681	Gamma III

Continuación de la tabla XIII.

Insivumeh	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17646807	0,11148399	0,11148399	Log Pearson III
Ipala	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,09401586	0,0496874	0,0496874	Log Pearson III
Jardín Mil Flores	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,19432898	0,13915902	0,13915902	Log Pearson III
Jurún Marinalá	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,06679151	0,06262231	0,06262231	Log Pearson III
La Capellanía	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,14487948	0,11416643	0,11416643	Gamma III
La Ceibita	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,11216243	0,08643589	0,08643589	Gamma III
La Fragua	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17263212	0,06797212	0,06797212	Log Pearson III
La Navidad	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,09882554	0,07670132	0,07670132	Log Pearson III
La Pampa	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,06113269	0,0819683	0,06113269	Mezclada
La Pastoría	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16630843	0,1276646	0,1276646	Gamma III
La Providencia	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16506142	0,14353383	0,14353383	Log Gumbel
La Soledad	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,13524536	0,10354796	0,10354796	Log Pearson III
La Unión	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,08183221	0,05709544	0,05709544	Log Pearson III
Labor Ovalle	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,11646513	0,08627086	0,08627086	Log Pearson III
Las Vegas	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,13636337	0,09919897	0,09919897	Log Pearson III
Los Albores	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,19379088	0,09077248	0,09077248	Log Pearson III
Los Esclavos	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,1391698	0,12363758	0,12363758	Log Pearson III
Mariscos	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,11524849	0,09317145	0,09317145	Log Gumbel

Continuación de la tabla XIII.

Matanzas	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,09146303	0,08631918	0,08631918	Gamma III
Media Legua	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,24698382	0,08884062	0,08884062	Log Pearson III
Montúfar	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16600178	0,08870231	0,08870231	Gamma III
Morazán	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,11155204	0,09018246	0,09018246	Gamma III
Nebaj	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,13277913	0,08799936	0,08799936	Gamma III
Pachuté	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,1223521	0,06443657	0,06443657	Log Pearson III
Palamá	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,11906268	0,08243125	0,08243125	Log Pearson III
Panzós	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,11554589	0,04700258	0,04700258	Gamma III
Papalhá	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,26717713	0,21912195	0,21912195	Log Gumbel
Pasabien	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,1336016	0,05713859	0,05713859	Log Pearson III
Poptún	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,15128765	0,06595633	0,06595633	Log Pearson III
Potrero Carrillo	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,2322754	0,17398387	0,17398387	Log Pearson III
Pueblo Viejo	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,12795922	0,09638501	0,09638501	Log Gumbel
Puerto Barrios	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,11619788	0,09717158	0,09717158	Log Pearson III
Purulhá	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,18189885	0,14153596	0,14153596	Log Pearson III
Quezada	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,14114199	0,16401078	0,14114199	Mezclada
Quixal	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,12489945	0,10742578	0,10742578	Log Pearson III
Retalhuleu	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,06810527	0,05620947	0,05620947	Log Pearson III

Continuación de la tabla XIII.

Sabana Grande	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,12467651	0,0912175	0,0912175	Gamma III
Sacpulub	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16410411	0,1164219	0,1164219	Gamma III
San Andrés Sajcabajá	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,22671574	0,13692003	0,13692003	Log Gumbel
San Antonio Ilotenango	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,22277649	0,14375184	0,14375184	Log Pearson III
San Cristóbal	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,14670476	0,07257726	0,07257726	Log Pearson III
San Jerónimo	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17493429	0,09201372	0,09201372	Log normal
Puerto San José	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,18965501	0,06573286	0,06573286	Log Pearson III
San Lorenzo	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,26222807	0,21471121	0,21471121	Log Pearson III
San Marcos	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16753288	0,13952483	0,13952483	Gamma III
San Martín Jilotepeque	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,15122784	0,14207134	0,14207134	Log Pearson III
San Miguel Acatán	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,20988812	0,10005316	0,10005316	Log Pearson III
San Pedro Ayampuc	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,09922811	0,0794432	0,0794432	Gamma III
San Pedro Mactún	Mezclada	Log normal	Mínimo	Mejor ajuste
	0,36123564	0,3009883	0,3009883	Log normal
San Pedro Necta	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,10248766	0,10152928	0,10152928	Log Gumbel
San Pedro Soloma	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,21615051	0,12836101	0,12836101	Log Pearson III
Santa Cruz Balanyá	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,11378245	0,08390612	0,08390612	Gamma III
Santa María de Jesús	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,15276796	0,12019402	0,12019402	Log Pearson III
Cahabón	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16523854	0,10493974	0,10493974	Log Gumbel

Continuación de la tabla XIII.

Santiago Atitlán	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,12274243	0,12245134	0,12245134	Log Pearson III
Seamay	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16678774	0,09647025	0,09647025	Log Pearson III
Sepamac	Mezclada	Log Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,13903507	0,08427623	0,08427623	Log Gumbel
Serchil	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,05544594	0,05313324	0,05313324	Gamma III
El Tablón	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,19927898	0,14440385	0,14440385	Log Pearson III
Suiza Contenta	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,1762912	0,09344038	0,09344038	Log Pearson III
Tecún Umán	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,14405821	0,07443056	0,07443056	Log Pearson III
Tierra Blanca	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,08478957	0,07603293	0,07603293	Gamma III
Tikal Petén	Mezclada	Gumbel	Mínimo	Mejor ajuste
	0,06413896	0,06136717	0,06136717	Gumbel
Tiquisate	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,10607067	0,12516232	0,10607067	Mezclada
Todos Santos	Mezclada	Gamma III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,10936532	0,09498782	0,09498782	Gamma III
Totonicapán	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,20360088	0,1031126	0,1031126	Log Pearson III
Xequemeyá	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,17719286	0,141354	0,141354	Log Pearson III
Zunil	Mezclada	Log Pearson III	Mínimo	Mejor ajuste
	0,16264329	0,075027	0,075027	Log Pearson III

Fuente: elaboración propia.

3.8.4.1. Prueba de Fisher

Se evaluaron los valores de precipitación obtenidos para cada período de retorno con la prueba de Fisher para comprobar la hipótesis nula y la hipótesis estadística.

$$F_{prueba} = \frac{ns_{\bar{x}}^2}{(s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \dots + s_k^2)/k} \quad Ec. 54$$

Donde

n número de observaciones

$s_{\bar{x}}^2$ varianza de las medias muestrales

s_k^2 varianza de cada muestra

k número de muestras

Tabla XIV. Prueba de Fisher para serie de máximos

Estación	F	Valor crítico	Resultado
Agua Caliente	4,6927	3,1789	Existe diferencia significativa
Alameda Icta	2,0474	3,1789	No hay diferencia significativa
Amatitlán	3,0509	3,1789	No hay diferencia significativa
Asunción Mita	1,1221	3,1789	No hay diferencia significativa
Camantulul	1,0790	3,1789	No hay diferencia significativa
Camotán	0,6263	0,3146	Existe diferencia significativa
Catarina	0,4898	0,3146	Existe diferencia significativa
Cerro La Laguna	1,6297	3,1789	No hay diferencia significativa
Chajcar	0,8035	0,3146	Existe diferencia significativa
Chajul	1,3671	3,1789	No hay diferencia significativa
Chicamán	1,2156	3,1789	No hay diferencia significativa
Chinique	1,1428	3,1789	No hay diferencia significativa
Chiguilá	0,3786	0,3146	Existe diferencia significativa
Chilascó	1,2838	3,1789	No hay diferencia significativa

Continuación de la tabla XIV.

Chipacá	0,6618	0,3146	Existe diferencia significativa
Chixoy	1,3978	3,1789	No hay diferencia significativa
Choaxán	1,0873	3,1789	No hay diferencia significativa
Chuitinamit	0,8254	0,3146	Existe diferencia significativa
Cobán	1,3919	3,1789	No hay diferencia significativa
Comitancillo	0,8878	0,3146	Existe diferencia significativa
Cuatro Caminos	6,6823	3,1789	Existe diferencia significativa
Cubulco	2,2002	3,1789	No hay diferencia significativa
Cuilco	1,9359	3,1789	No hay diferencia significativa
El Asintal	0,9725	0,3146	Existe diferencia significativa
El Capitán	3,4745	3,1789	Existe diferencia significativa
El Cebollal	1,8547	3,1789	No hay diferencia significativa
El Mirador	1,3005	3,1789	No hay diferencia significativa
El Paradillo	1,1252	3,1789	No hay diferencia significativa
El Quiché	0,7673	0,3146	Existe diferencia significativa
El Salto	0,7893	0,3146	Existe diferencia significativa
El Volcán	2,1153	3,1789	No hay diferencia significativa
Esquipulas	0,9917	0,3146	Existe diferencia significativa
Flores Aeropuerto	1,1309	3,1789	No hay diferencia significativa
Guatemala Sur	0,5826	0,3146	Existe diferencia significativa
Huehuetenango	0,6282	0,3146	Existe diferencia significativa
Insivumeh	2,9274	3,1789	No hay diferencia significativa
Ipala	0,9507	0,3146	Existe diferencia significativa
Jardín Mil Flores	3,8825	3,1789	Existe diferencia significativa
Jurún Marinalá	2,4842	3,1789	No hay diferencia significativa
La Capellanía	1,9874	3,1789	No hay diferencia significativa
La Ceibita	0,8738	0,3146	Existe diferencia significativa
La Fragua	1,7994	3,1789	No hay diferencia significativa
La Navidad	1,1460	3,1789	No hay diferencia significativa
La Pampa	2,3314	3,1789	No hay diferencia significativa
La Soledad	0,8283	0,3146	Existe diferencia significativa
La Unión	0,7630	0,3146	Existe diferencia significativa
La Unión 2	1,0715	3,1789	No hay diferencia significativa
Labor Ovalle	4,1938	3,1789	Existe diferencia significativa
La Pastoría	2,9133	3,1789	No hay diferencia significativa
La Providencia	1,9553	3,1789	No hay diferencia significativa

Continuación de la tabla XIV.

Las Vegas	2,0623	3,1789	No hay diferencia significativa
Los Albores	2,5419	3,1789	No hay diferencia significativa
Los Esclavos	2,4232	3,1789	No hay diferencia significativa
Mariscos	1,9746	3,1789	No hay diferencia significativa
Matanzas	0,8378	0,3146	Existe diferencia significativa
Media Legua	2,6751	3,1789	No hay diferencia significativa
Montúfar	2,7497	3,1789	No hay diferencia significativa
Morazán	0,4927	0,3146	Existe diferencia significativa
Nebaj	0,8129	0,3146	Existe diferencia significativa
Pachuté	1,0064	3,1789	No hay diferencia significativa
Palamá	1,7478	3,1789	No hay diferencia significativa
Panzós	0,4559	0,3146	Existe diferencia significativa
Papalhá	0,6434	0,3146	Existe diferencia significativa
Pasabien	0,9094	0,3146	Existe diferencia significativa
Poptún	1,1530	3,1789	No hay diferencia significativa
Potrero Carrillo	1,5205	3,1789	No hay diferencia significativa
Pueblo Viejo	0,8448	0,3146	Existe diferencia significativa
Puerto Barrios	0,7588	0,3146	Existe diferencia significativa
Puerto San José	0,9849	0,3146	Existe diferencia significativa
Purulhá	1,9346	3,1789	No hay diferencia significativa
Quezada	3,7351	3,1789	Existe diferencia significativa
Retalhuleu	3,4050	3,1789	Existe diferencia significativa
Sabana Grande	0,8610	0,3146	Existe diferencia significativa
Sacpulub	0,6681	0,3146	Existe diferencia significativa
San Andrés Sajcabajá	0,5694	0,3146	Existe diferencia significativa
San Antonio Ilotenango	4,2047	3,1789	Existe diferencia significativa
San Cristóbal	1,9094	3,1789	No hay diferencia significativa
San Jerónimo	1,2626	3,1789	No hay diferencia significativa
San Lorenzo	2,3852	3,1789	No hay diferencia significativa
San Marcos	1,5915	3,1789	No hay diferencia significativa
San Martín Jilotepeque	1,2467	3,1789	No hay diferencia significativa
San Miguel Acatán	0,7051	0,3146	Existe diferencia significativa
San Pedro Ayampuc	0,7366	0,3146	Existe diferencia significativa
San Pedro Mactún	1,1652	3,1789	No hay diferencia significativa
San Pedro Necta	0,7693	0,3146	Existe diferencia significativa
San Pedro Soloma	3,5926	3,1789	Existe diferencia significativa

Continuación de la tabla XIV.

Santa Cruz Balanyá	1,0178	3,1789	No hay diferencia significativa
Santa María Cahabón	1,9944	3,1789	No hay diferencia significativa
Santa María de Jesús	2,8294	3,1789	No hay diferencia significativa
Santiago Atitlán	0,9536	0,3146	Existe diferencia significativa
Santa María El Tablón	5,8559	3,1789	Existe diferencia significativa
Seamay	1,0467	3,1789	No hay diferencia significativa
Sepamac	1,8536	3,1789	No hay diferencia significativa
Serchil	0,7901	0,3146	Existe diferencia significativa
Suiza Contenta	2,5613	3,1789	No hay diferencia significativa
Tierra Blanca	0,9620	0,3146	Existe diferencia significativa
Tikal Petén	0,4165	0,3146	Existe diferencia significativa
Tiquisate	1,0199	3,1789	No hay diferencia significativa
Todos Santos	1,3787	3,1789	No hay diferencia significativa
Totonicapán	3,0111	3,1789	No hay diferencia significativa
Quixal	0,9601	0,3146	Existe diferencia significativa
Xequemeyá	1,6551	3,1789	No hay diferencia significativa
Zunil	3,5927	3,1789	Existe diferencia significativa

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Prueba de Fisher para serie de excedentes**

Estación	F	Valor crítico	Resultado
Agua Caliente	3,4494	3,1789	Existe diferencia significativa
Alameda Icta	3,4831	3,1789	Existe diferencia significativa
Amatitlán	3,0402	3,1789	No hay diferencia significativa
Asunción Mita	0,9143	0,3146	Existe diferencia significativa
Camantulul	0,0805	0,3146	No hay diferencia significativa
Camotán	1,6044	3,1789	No hay diferencia significativa
Catarina	1,2608	3,1789	No hay diferencia significativa
Cerro La Laguna	1,8258	3,1789	No hay diferencia significativa
Chajcar	1,5737	3,2296	No hay diferencia significativa
Chajúl	0,9381	0,3146	Existe diferencia significativa
Chicamán	1,1844	3,1789	No hay diferencia significativa
Chinique	2,3427	3,1789	No hay diferencia significativa

Continuación de la tabla XV.

Chiguilá	1,5025	3,1789	No hay diferencia significativa
Chilascó	1,4699	3,1789	No hay diferencia significativa
Chipacá	2,1911	3,1789	No hay diferencia significativa
Chixoy	1,0089	3,1789	No hay diferencia significativa
Choaxán	1,4953	3,1789	No hay diferencia significativa
Chuitinamit	1,0268	3,1789	No hay diferencia significativa
Cobán	1,5367	3,1789	No hay diferencia significativa
Comitancillo	1,1309	3,1789	No hay diferencia significativa
Cuatro Caminos	3,3361	3,1789	Existe diferencia significativa
Cubulco	1,7953	3,1789	No hay diferencia significativa
Cuilco	1,6095	3,1789	No hay diferencia significativa
El Asintal	1,5213	3,1789	No hay diferencia significativa
El Capitán	2,6294	3,1789	No hay diferencia significativa
El Cebollal	1,7699	3,1789	No hay diferencia significativa
El Mirador	1,7336	3,1789	No hay diferencia significativa
El Paradillo	1,4377	3,1789	No hay diferencia significativa
El Quiché	2,7220	3,1789	No hay diferencia significativa
El Salto	1,8692	3,1789	No hay diferencia significativa
El Volcán	1,1366	3,1789	No hay diferencia significativa
Esquipulas	1,1695	3,1789	No hay diferencia significativa
Flores	2,2417	3,1789	No hay diferencia significativa
Guatemala Sur	2,3223	3,1789	No hay diferencia significativa
Huehuetenango	1,0203	3,1789	No hay diferencia significativa
Insivumeh	3,2027	3,1789	Existe diferencia significativa
Ipala	1,4578	3,1789	No hay diferencia significativa
Jardín Mil Flores	2,3118	3,1789	No hay diferencia significativa
Jurún Marinalá	2,7000	3,1789	No hay diferencia significativa
La Capellanía	1,1723	3,1789	No hay diferencia significativa
La Ceibita	1,1428	3,1789	No hay diferencia significativa
La Fragua	1,7623	3,1789	No hay diferencia significativa
La Navidad	1,6050	3,1789	No hay diferencia significativa
La Pampa	1,7855	3,1789	No hay diferencia significativa
La Pastoría	3,8038	3,1789	Existe diferencia significativa
La Providencia	1,2405	3,1789	No hay diferencia significativa
La Soledad	1,4347	3,1789	No hay diferencia significativa
La Unión	2,0386	3,1789	No hay diferencia significativa

Continuación de la tabla XV.

Labor Ovalle	3,7704	3,1789	Existe diferencia significativa
Las Vegas	1,6716	3,1789	No hay diferencia significativa
Los Albores	2,0629	3,1789	No hay diferencia significativa
Los Esclavos	3,7509	3,1789	Existe diferencia significativa
Mariscos	1,5324	3,1789	No hay diferencia significativa
Matanzas	0,9843	0,3146	Existe diferencia significativa
Media Legua	2,1291	3,1789	No hay diferencia significativa
Montúfar	2,4719	3,1789	No hay diferencia significativa
Morazán	1,2017	3,1789	No hay diferencia significativa
Nebaj	1,2391	3,1789	No hay diferencia significativa
Pachuté	1,6130	3,1789	No hay diferencia significativa
Palamá	2,9308	3,1789	No hay diferencia significativa
Panzos	1,2926	3,1789	No hay diferencia significativa
Papalhá	1,4263	3,1789	No hay diferencia significativa
Pasabien	1,5782	3,1789	No hay diferencia significativa
Poptún	1,7724	3,1789	No hay diferencia significativa
Potrero Carrillo	2,2685	3,1789	No hay diferencia significativa
Pueblo Viejo	1,4572	3,1789	No hay diferencia significativa
Puerto Barrios	1,1813	3,1789	No hay diferencia significativa
Purulhá	1,4911	3,1789	No hay diferencia significativa
Quezada	5,3458	3,3881	Existe diferencia significativa
Quixal	1,4177	3,1789	No hay diferencia significativa
Retalhuleu	4,8782	3,1789	Existe diferencia significativa
Sabana Grande	1,5446	3,1789	No hay diferencia significativa
Sacpulub	2,1660	3,1789	No hay diferencia significativa
San Andrés Sajcabajá	0,9574	0,3146	Existe diferencia significativa
San Antonio Ilootenango	2,9532	3,1789	No hay diferencia significativa
San Cristóbal	2,3932	3,1789	No hay diferencia significativa
San Jerónimo	0,4681	0,3146	Existe diferencia significativa
Puerto San José	2,3621	3,1789	No hay diferencia significativa
San Lorenzo	2,0803	3,1789	No hay diferencia significativa
San Marcos	1,8123	3,1789	No hay diferencia significativa
San Martín Jilotepeque	2,5938	3,1789	No hay diferencia significativa
San Miguel Acatán	2,0422	3,1789	No hay diferencia significativa
San Pedro Ayampuc	1,1640	3,1789	No hay diferencia significativa
San Pedro Mactún	0,4128	0,3146	Existe diferencia significativa

Continuación de la tabla XV.

San Pedro Necta	1,3430	3,1789	No hay diferencia significativa
San Pedro Soloma	2,6436	3,1789	No hay diferencia significativa
Santa Cruz Balanyá	1,7378	3,1789	No hay diferencia significativa
Santa María de Jesús	1,4744	3,1789	No hay diferencia significativa
Cahabón	1,1971	3,1789	No hay diferencia significativa
Santiago Atitlán	2,7804	3,1789	No hay diferencia significativa
Seamay	1,6083	3,1789	No hay diferencia significativa
Sepamac	1,4187	3,1789	No hay diferencia significativa
Serchil	0,8987	0,3146	Existe diferencia significativa
El Tablón	3,1527	3,1789	No hay diferencia significativa
Suiza Contenta	1,9830	3,1789	No hay diferencia significativa
Tecún Umán	2,0835	3,1789	No hay diferencia significativa
Tierra Blanca	0,9118	0,3146	Existe diferencia significativa
Tikal Petén	0,9789	0,3146	Existe diferencia significativa
Tiquisate	3,8647	3,1789	Existe diferencia significativa
Todos Santos	1,3570	3,1789	No hay diferencia significativa
Totonicapán	2,1927	3,1789	No hay diferencia significativa
Xequemeyá	2,0575	3,1789	No hay diferencia significativa
Zunil	2,0208	3,1789	No hay diferencia significativa

Fuente: elaboración propia.

3.9. Plan de análisis de los resultados

La presente investigación se realizó mediante un plan de análisis de resultados, el cual se describe a continuación.

3.9.1. Métodos y modelos de los datos según tipo de variables

Los datos recabados de precipitación diaria fueron analizados estadísticamente para determinar la dependencia del evento extremo con su origen. También se realizó una representación espacial a través de isolíneas de eventos extremos a distintos períodos de retorno.

3.9.2. Programas a utilizar para análisis de datos

Se utilizó el sistema operativo Windows 8.1 Professional, así como los siguientes programas:

- *Microsoft Word 365*: para crear y editar los documentos de la investigación.
- *Microsoft Excel 365*: para identificar los eventos extremos y realizar el análisis de frecuencias de gastos máximos.
- *Microsoft PowerPoint 365*: para realizar la presentación de la investigación.
- *ArcGIS 10.1*: para generar mapas con isolíneas de eventos extremos.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presentación investigación se presentan a continuación.

Tabla XVI. **Resultados serie de máximos**

Distribución de mejor ajuste	Diferencia respecto a distribución mezclada	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
Agua caliente											
Mezclada		85	117	138	150	158	165	170	184	196	204
Alameda Icta											
Log Gumbel	No significativa	56	75	91	101	109	116	121	139	154	166
Amatitlán											
Log Gumbel	No significativa	59	82	102	116	126	135	142	165	186	202
Asunción Mita											
Mezclada		78	92	101	106	109	112	114	120	125	128
Camantulul											
Gumbel	No significativa	125	154	173	184	191	197	202	215	225	233
Camotán											
Gamma	Significativa	66	79	87	91	94	96	97	102	105	107
Catarina											
Gamma 3	Significativa	128	153	166	172	177	180	182	189	194	198
Cerro La Laguna											
Log Gumbel	No significativa	90	115	135	148	157	165	172	192	209	222
Chajcar											

Continuación de la tabla XVI.

Mezclada		85	116	137	149	157	163	168	182	193	201
Chajul											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	71	104	133	154	169	183	194	231	264	291
Chicamán											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	62	79	90	96	101	105	107	116	122	127
Chinique											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	61	81	94	102	107	111	114	124	132	137
Chiguilá											
Normal	Significativa	61	73	79	82	84	85	86	89	92	93
Chilascó											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	68	87	99	106	111	115	118	127	135	140
Chipacá											
<i>Log normal</i>	Significativa	63	79	89	95	99	102	104	110	115	119
Chixoy											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	101	152	188	209	224	235	245	272	295	311
Choaxán											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	57	71	80	85	89	92	94	101	106	110
Chuitinamit											
Gamma 3	Significativa	56	70	78	83	86	88	90	94	98	101
Cobán											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	87	117	138	151	159	166	172	189	202	212
Comitancillo											
Mezclada		49	63	73	78	82	85	87	93	98	102
Cuatro Caminos											
<i>Log Gumbel</i>	Significativa	44	66	86	100	112	121	130	156	181	200
Cubulco											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	63	82	98	109	117	124	129	146	162	173
Cuilco											

Continuación de la tabla XVI.

<i>Log Gumbel</i>	No significativa	46	58	68	74	79	83	87	97	105	112
El Asintal											
<i>Log Pearson₃</i>	Significativa	111	134	149	157	163	167	171	181	189	194
El Capitán											
<i>Log Pearson₃</i>	Significativa	71	114	154	181	203	221	237	287	333	369
El Cebollal											
<i>Log Pearson₃</i>	No significativa	60	77	90	98	104	109	113	125	135	142
El Mirador											
Gamma 3	No significativa	143	197	235	257	273	285	295	322	343	358
El Paradillo											
<i>Log normal</i>	No significativa	58	70	77	81	84	86	87	92	95	98
El Quiché											
<i>Log normal</i>	Significativa	53	67	75	80	83	86	88	93	98	101
El Salto											
<i>Log normal</i>	Significativa	126	158	178	189	197	202	207	220	230	237
El Volcán											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	123	155	181	198	210	220	229	255	277	294
Esquipulas											
Gumbel	Significativa	81	97	108	115	119	122	125	133	139	143
Flores Aeropuerto											
Mezclada		85	114	133	143	151	157	161	174	185	192
Guatemala Sur											
<i>Log normal</i>	Significativa	71	93	107	115	121	125	128	138	145	151
Huehuetenango											
Gamma 3	Significativa	58	70	76	80	82	84	85	89	92	94
Insivumeh											
<i>Log Pearson₃</i>	No significativa	64	93	118	135	149	160	169	199	225	246
Ipala											
<i>Log normal</i>	Significativa	62	75	82	86	89	91	93	97	101	103

Continuación de la tabla XVI.

Jardín Mil Flores											
<i>Log Gumbel</i>	Significativa	54	74	91	102	111	118	124	143	160	174
Jurún Marinalá											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	124	167	204	227	246	261	274	314	349	376
La Capellanía											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	53	66	77	83	88	92	96	106	115	122
La Ceibita											
<i>Gamma 3</i>	Significativa	67	87	99	105	110	113	116	124	129	133
La Fragua											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	59	75	88	97	103	108	113	126	138	146
La Navidad											
<i>Log Pearson 3</i>	No significativa	107	137	157	167	175	181	185	198	209	216
La Pampa											
<i>Log Pearson 3</i>	No significativa	92	117	137	149	158	165	170	187	202	212
La Soledad											
<i>Log normal</i>	Significativa	68	87	99	106	111	114	117	125	131	136
La Unión											
<i>Log normal</i>	Significativa	86	109	123	131	137	141	144	154	161	166
La Unión 2											
<i>Gumbel</i>	No significativa	139	177	202	216	226	234	240	257	271	281
Labor Ovalle											
<i>Log Pearson 3</i>	Significativa	43	58	73	82	90	96	102	119	134	146
La Pastoría											
<i>Log Pearson 3</i>	No significativa	75	101	123	138	149	158	166	190	211	228
La Providencia											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	73	92	108	118	126	132	137	153	167	178
Las Vegas											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	78	102	121	134	144	151	158	178	196	210

Continuación de la tabla XVI.

Los Albores											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	76	100	121	135	146	155	162	185	205	221
Los Esclavos											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	75	100	121	135	145	154	161	184	204	220
Mariscos											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	87	112	132	146	156	164	171	192	210	224
Matanzas											
<i>Log normal</i>	Significativa	52	65	73	77	80	82	84	89	93	96
Media Legua											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	80	118	152	176	194	210	223	265	303	333
Montúfar											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	105	158	202	231	253	271	286	333	373	404
Morazán											
Normal	Significativa	64	77	84	88	90	91	93	96	99	100
Nebaj											
Gamma 3	Significativa	71	88	98	103	107	109	111	117	121	124
Pachuté											
Gumbel	No significativa	46	56	62	66	69	71	73	77	81	83
Palamá											
Mezclada		70	93	108	117	123	128	132	142	151	157
Panzos											
Normal	Significativa	94	117	129	135	139	141	144	150	154	157
Papalhá											
<i>Log normal</i>	Significativa	78	103	120	129	135	140	144	155	164	170
Pasabien											
<i>Log normal</i>	Significativa	65	84	97	104	109	113	116	124	131	135
Poptún											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	77	94	107	115	121	126	130	142	152	160
Potrero Carrillo											

Continuación de la tabla XVI.

<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	63	81	94	102	108	113	117	128	137	144
Pueblo Viejo											
<i>Log normal</i>	Significativa	67	82	91	96	100	102	104	110	115	118
Puerto Barrios											
Gamma	Significativa	136	176	199	211	220	226	231	244	255	262
Puerto San José											
<i>Log normal</i>	Significativa	115	167	203	224	238	250	259	285	307	322
Purulhá											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	80	100	117	128	136	142	148	165	179	190
Quezada											
<i>Log Pearson</i> 3	Significativa	61	85	110	127	141	153	163	196	226	250
Retalhuleu											
<i>Log Gumbel</i>	Significativa	119	159	194	216	233	248	260	297	331	357
Sabana Grande											
Gamma 3	Significativa	131	170	194	208	217	223	229	244	255	263
Sacpulub											
Gamma	Significativa	64	84	95	102	106	109	111	118	123	127
San Andrés Sajcabajá											
<i>Log normal</i>	Significativa	65	84	97	103	108	112	114	122	129	133
San Antonio Ilotenango											
<i>Log Pearson</i> 3	Significativa	52	92	142	181	216	247	275	374	477	566
San Cristóbal											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	71	90	104	113	120	126	130	144	155	164
San Jerónimo											
Gamma 3	No significativa	62	86	103	112	119	124	128	140	149	156
San Lorenzo											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	78	107	132	149	162	173	183	211	237	257
San Marcos											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	58	80	96	106	113	118	123	136	147	154

Continuación de la tabla XVI.

San Martín Jilotepeque											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	66	84	97	104	110	114	118	128	136	142
San Miguel Acatán											
<i>Log normal</i>	Significativa	57	80	96	105	112	117	121	132	141	147
San Pedro Ayampuc											
<i>Gamma 3</i>	Significativa	75	94	104	110	114	116	119	125	129	132
San Pedro Mactún											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	70	82	92	98	102	105	108	116	123	129
San Pedro Necta											
<i>Log Pearson</i> 3	Significativa	57	69	76	80	82	84	86	90	94	96
San Pedro Soloma											
<i>Log Gumbel</i>	Significativa	62	91	118	136	151	163	174	207	238	263
Santa Cruz Balanyá											
<i>Gamma 3</i>	No significativa	52	66	75	80	83	85	87	93	97	100
Santa María Cahabón											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	73	92	108	119	126	133	138	155	169	180
Santa María de Jesús											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	101	138	170	192	208	221	233	269	301	326
Santiago Atitlán											
<i>Log normal</i>	Significativa	77	105	124	134	142	147	152	165	175	182
Santa María El Tablón											
<i>Mezclada</i>		80	112	133	145	153	160	165	179	191	199
Seamay											
<i>Gumbel</i>	No significativa	124	158	181	194	203	210	215	231	243	252
Sepamac											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	77	99	117	128	137	144	150	169	185	197
Serchil											
<i>Log normal</i>	Significativa	60	71	78	81	84	85	87	91	94	96
Suiza Contenta											

Continuación de la tabla XVI.

<i>Log Gumbel</i>	No significativa	55	73	89	99	107	114	119	137	152	164
Tierra Blanca											
Gumbel	Significativa	72	85	94	99	102	105	107	113	118	122
Tikal Petén											
Normal	Significativa	84	103	113	118	121	123	125	130	134	136
Tiquisate											
<i>Log normal</i>	No significativa	112	154	182	198	210	218	225	245	261	272
Todos Santos											
Mezclada		45	57	65	69	72	75	77	82	87	90
Tonicapán											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	41	60	78	90	100	108	115	137	158	175
Quixal											
Gamma 3	Significativa	125	169	196	211	221	228	234	251	264	273
Xequemeyá											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	61	75	85	91	96	100	103	113	121	127
Zunil											
<i>Log Gumbel</i>	Significativa	51	75	96	111	122	132	140	167	191	211

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Resultados serie de excedentes**

Distribución de mejor ajuste	Diferencia respecto a distribución mezclada	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
Agua Caliente											
<i>Log Pearson₃</i>	Significativa	85	115	141	159	173	185	195	225	253	274
Alameda Icta											
<i>Log Pearson₃</i>	Significativa	58	72	87	97	106	113	120	139	158	172

Continuación de la tabla XVII.

Amatitlán											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	61	79	95	107	116	124	130	151	170	184
Asunción Mita											
Gamma 3	Significativa	85	97	104	108	111	113	115	119	122	125
Camantulul											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	138	160	175	185	192	197	201	214	224	231
Camotán											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	69	78	85	89	93	95	97	104	109	113
Catarina											
Gamma 3	No significativa	134	151	163	170	175	179	182	191	198	202
Cerro La Laguna											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	93	114	132	143	152	159	165	184	200	212
Chajcar											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	95	119	138	149	158	165	171	189	204	215
Chajúl											
<i>Log Gumbel</i>	Significativa	81	113	140	158	173	184	195	226	255	277
Chicamán											
Gamma 3	No significativa	64	78	87	92	96	99	101	107	112	115
Chinique											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	66	78	89	97	103	108	113	126	138	147
Chiguilá											
Gamma 3	No significativa	55	64	71	75	78	80	82	87	91	94
Chilascó											
Gamma 3	No significativa	48	63	74	81	85	89	92	100	106	110
Chipacá											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	70	83	95	103	109	114	119	132	143	152

Continuación de la tabla XVII.

Chixoy											
Gumbel	No significativa	133	163	182	193	201	207	212	226	236	244
Choaxán											
Log Gumbel	No significativa	58	67	74	78	81	84	86	92	97	100
Chuitinamit											
Gamma 3	No significativa	60	70	76	80	82	84	85	90	93	95
Cobán											
Log Pearson 3	No significativa	98	121	138	149	156	162	167	182	194	203
Comitancillo											
Gamma 3	No significativa	55	65	73	77	80	82	84	89	93	96
Cuatro Caminos											
Log Gumbel	Significativa	52	68	82	90	97	102	107	121	134	143
Cubulco											
Log Pearson 3	No significativa	63	79	92	100	107	112	116	129	140	149
Cuilco											
Log Pearson 3	No significativa	50	60	68	73	77	80	82	90	96	100
El Asintal											
Gamma 3	No significativa	113	129	141	148	153	157	160	169	176	181
El Capitán											
Log Pearson 3	No significativa	80	115	149	172	190	205	218	259	296	326
El Cebollal											
Log Pearson 3	No significativa	61	76	89	98	104	109	113	126	138	146
El Mirador											
Gamma 3	No significativa	149	188	220	240	254	265	274	299	320	335
El Paradillo											
Log Pearson 3	No significativa	58	66	72	75	78	80	81	86	90	92

Continuación de la tabla XVII.

El Quiché											
Gamma 3	No significativa	51	60	70	77	82	86	90	100	108	114
El Salto											
Log Pearson 3	No significativa	134	153	170	181	189	195	201	217	231	241
El Volcán											
Gamma 3	No significativa	137	163	181	191	198	203	208	220	229	236
Esquipulas											
Log Pearson 3	No significativa	88	101	110	115	119	122	124	131	136	140
Flores Aeropuerto											
Log Pearson 3	No significativa	99	118	135	146	154	161	167	183	198	209
Guatemala Sur											
Log Pearson 3	No significativa	70	88	105	117	126	134	141	161	180	194
Huehuetenango											
Gamma 3	No significativa	62	71	76	79	81	83	84	88	91	93
Insivumeh											
Log Pearson 3	Significativa	72	95	117	133	145	155	164	191	216	235
Ipala											
Log Pearson 3	No significativa	59	69	76	80	83	86	88	94	99	102
Jardín Mil Flores											
Log Pearson 3	No significativa	48	62	74	81	87	91	95	107	117	125
Jurún Marinalá											
Log Pearson 3	No significativa	133	168	197	216	230	242	252	281	307	326
La Capellanía											
Gamma 3	No significativa	55	66	74	78	82	84	86	91	95	98
La Ceibita											
Gamma 3	No significativa	73	88	98	104	108	112	114	121	127	131

Continuación de la tabla XVII.

La Fragua											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	64	78	89	96	102	106	110	121	131	138
La Navidad											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	112	134	149	159	165	170	175	187	197	204
La Pampa											
Mezclada		96	113	124	131	135	139	142	149	155	160
La Pastoría											
Gamma 3	Significativa	73	95	118	132	142	151	158	177	193	205
La Providencia											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	77	92	104	111	116	120	124	135	144	150
La Soledad											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	59	71	80	86	90	93	95	103	109	113
La Unión											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	89	107	121	130	137	142	147	160	171	179
Labor Ovalle											
<i>Log Pearson</i> 3	Significativa	50	66	81	90	98	104	110	126	141	153
Las Vegas											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	92	116	134	144	152	158	164	179	192	201
Los Albores											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	74	91	106	117	124	131	136	153	167	178
Los Esclavos											
<i>Log Pearson</i> 3	Significativa	81	105	128	143	156	166	175	203	228	247
Mariscos											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	97	116	130	139	146	151	155	168	179	187
Matanzas											
Gamma 3	Significativa	47	55	61	64	66	68	69	72	75	77
Media Legua											

Continuación de la tabla XVII.

<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	85	114	142	161	176	189	200	235	266	291
Montúfar											
Gamma 3	No significativa	117	166	211	239	259	276	289	327	358	380
Morazán											
Gamma 3	No significativa	67	75	81	84	87	88	90	94	97	99
Nebaj											
Gamma 3	No significativa	76	89	97	102	106	108	110	116	121	124
Pachuté											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	47	54	60	63	66	68	70	75	79	83
Palamá											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	74	93	110	122	131	139	145	165	183	197
Panzos											
Gamma 3	No significativa	101	115	125	131	135	138	141	148	154	158
Papalhá											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	83	106	125	138	147	155	161	181	198	211
Pasabien											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	71	85	96	103	108	112	115	125	133	139
Poptún											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	67	83	97	105	111	117	121	134	145	153
Potrero Carrillo											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	67	79	91	99	105	110	114	128	139	148
Pueblo Viejo											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	69	79	87	92	96	99	101	108	114	118
Puerto Barrios											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	158	182	199	209	216	221	226	238	249	256

Continuación de la tabla XVII.

Purulhá											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	81	99	112	120	126	130	134	146	155	162
Quezada											
Mezclada		77	100	115	124	129	134	138	148	156	162
Quixal											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	140	169	191	204	214	221	228	246	261	272
Retalhuleu											
<i>Log Pearson</i> 3	Significativa	126	159	189	210	226	240	252	288	320	345
Sabana Grande											
Gamma 3	No significativa	146	174	194	205	214	220	225	239	251	259
Sacpulub											
Gamma 3	No significativa	68	83	96	105	111	116	120	131	140	147
San Andrés Sajcabajá											
<i>Log Gumbel</i>	Significativa	67	81	93	100	105	109	113	124	133	140
San Antonio Ilotenango											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	85	147	208	252	287	318	344	430	511	576
San Cristóbal											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	71	85	97	106	112	117	122	135	147	155
San Jerónimo											
<i>Log normal</i>	Significativa	80	96	106	111	114	117	119	125	130	133
Puerto San José											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	134	177	217	244	266	283	299	346	389	422
San Lorenzo											
<i>Log Pearson</i> 3	No significativa	73	92	109	121	130	137	144	163	180	194
San Marcos											
Gamma 3	No significativa	72	92	108	117	124	129	133	145	154	160
San Martín Jilotepeque											

Continuación de la tabla XVII.

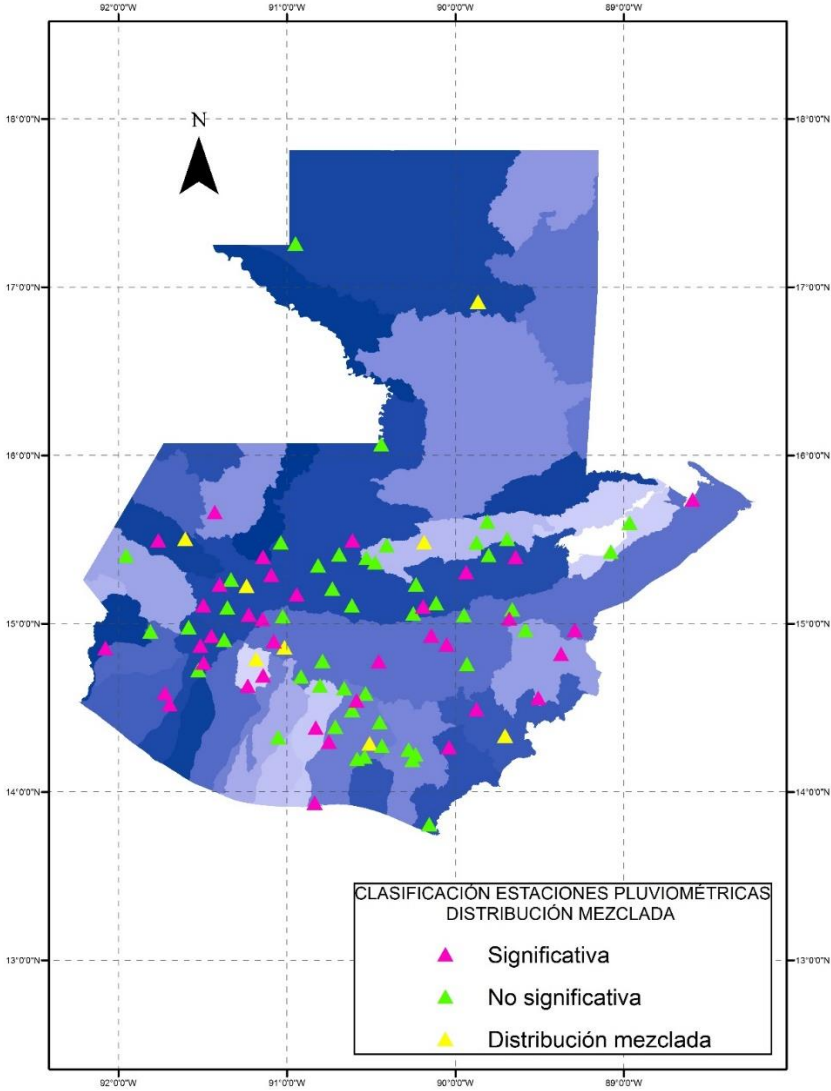
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	69	81	92	100	106	111	115	128	140	149
San Miguel Acatán											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	70	94	116	130	142	151	159	184	206	223
San Pedro Ayampuc											
Gamma 3	No significativa	79	93	102	108	111	114	116	123	128	131
San Pedro Mactún											
<i>Log normal</i>	Significativa	71	80	85	88	90	91	92	95	97	98
San Pedro Necta											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	58	67	73	77	80	82	84	89	94	97
San Pedro Soloma											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	72	96	117	132	143	152	160	184	206	222
Santa Cruz Balanyá											
Gamma 3	No significativa	55	66	74	79	82	84	86	92	96	99
Santa María de Jesús											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	126	153	173	185	194	200	206	223	237	247
Santa María Cahabón											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	89	105	118	125	131	135	139	150	159	166
Santiago Atitlán											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	86	113	136	151	162	171	179	202	222	238
Seamay											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	128	154	175	189	198	206	213	232	248	260
Sepamac											
<i>Log Gumbel</i>	No significativa	90	108	121	129	136	140	145	157	167	175
Serchil											
Gamma 3	Significativa	59	67	73	76	78	80	81	85	87	89
El Tablón											

Continuación de la tabla XVII.

<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	63	89	113	129	142	153	162	191	218	239
Suiza Contenta											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	63	76	87	95	101	105	109	121	131	139
Tecún Umán											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	91	123	150	168	182	192	202	230	254	273
Tierra Blanca											
Gamma 3	Significativa	68	80	88	92	95	97	99	104	108	110
Tikal Petén											
Gumbel	Significativa	78	91	100	105	109	111	114	120	125	128
Tiquisate											
Mezclada		113	142	160	171	179	184	189	202	212	219
Todos Santos											
Gamma 3	No significativa	49	61	69	74	77	80	82	88	92	95
Tonicapán											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	47	63	77	86	94	99	104	120	133	144
Xequemeyá											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	62	73	81	87	91	94	97	105	111	116
Zunil											
<i>Log Pearson</i> ₃	No significativa	61	82	100	112	121	128	135	154	171	184

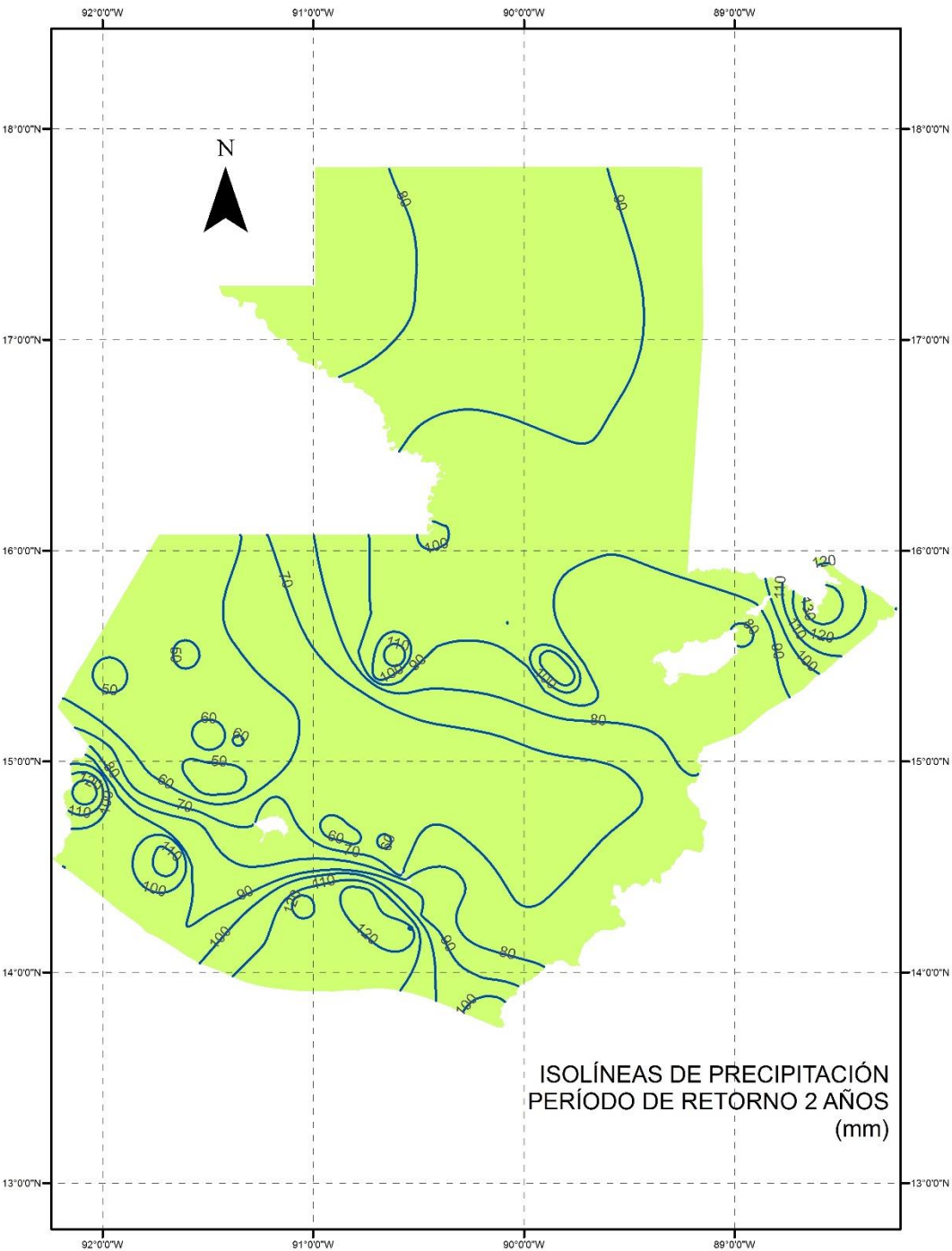
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Cuencas hidrográficas con estaciones pluviométricas distribución mezclada y diferencia respecto a esta distribución**



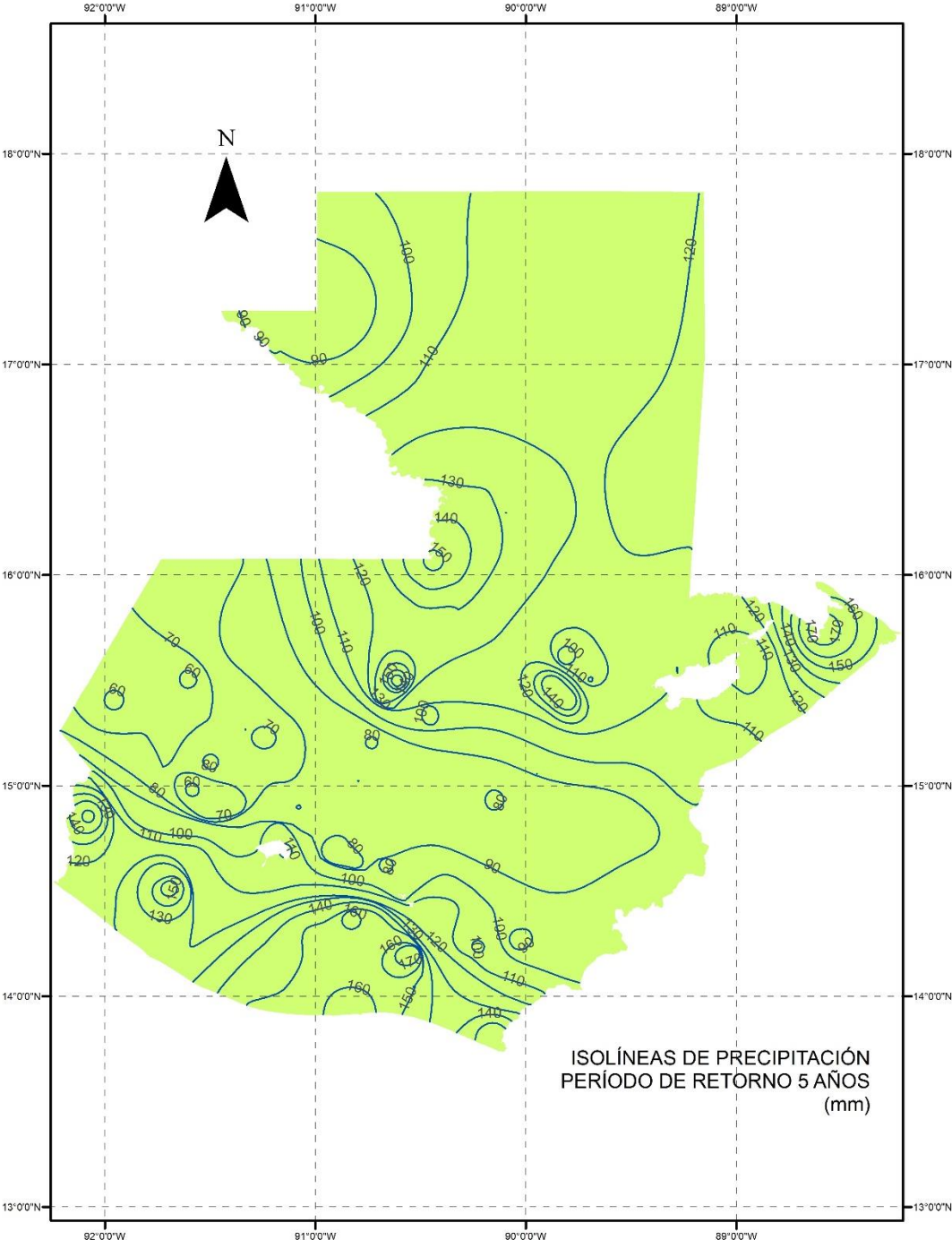
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 12. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 2 años en milímetros**



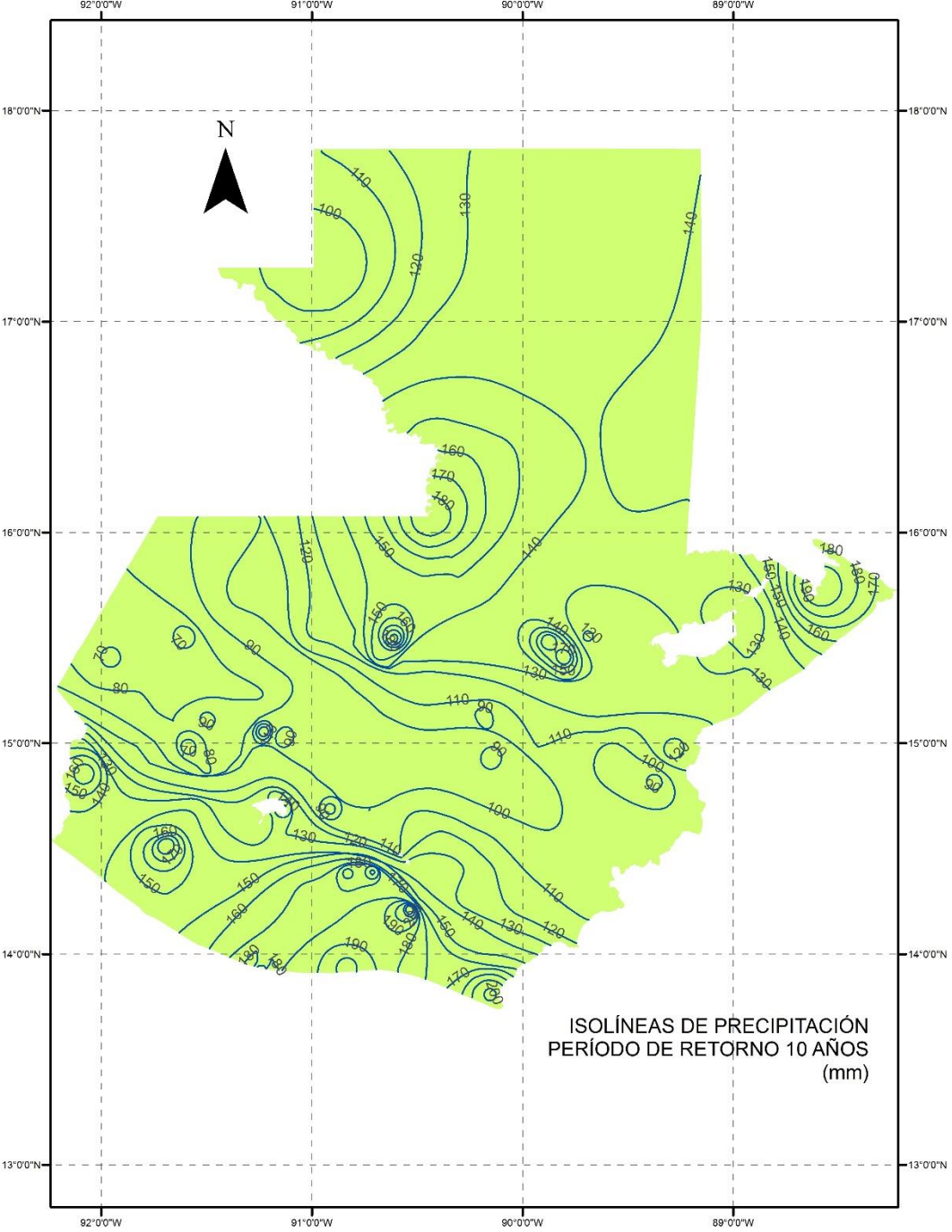
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 13. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 5 años en milímetros**



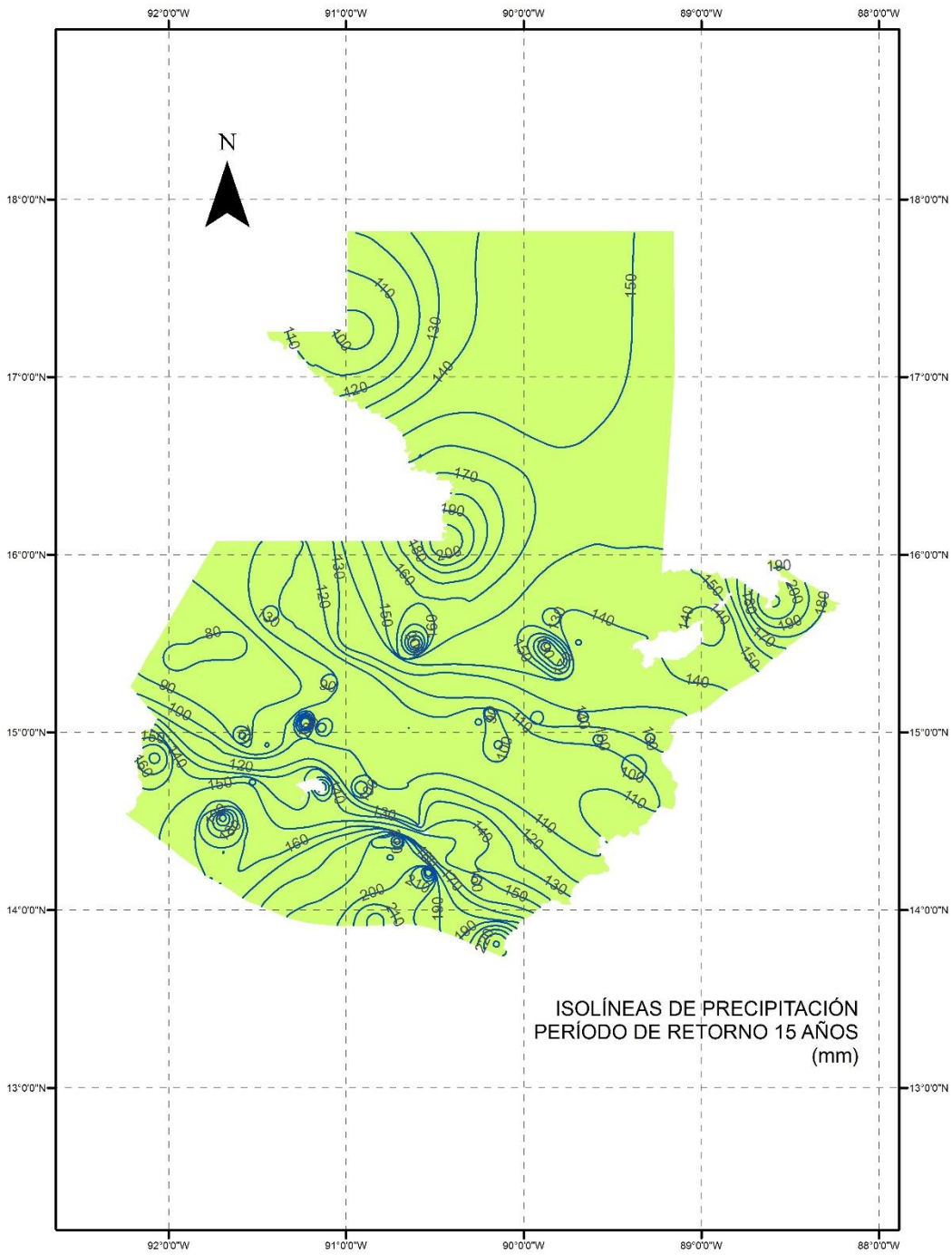
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 14. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 10 años en milímetros**



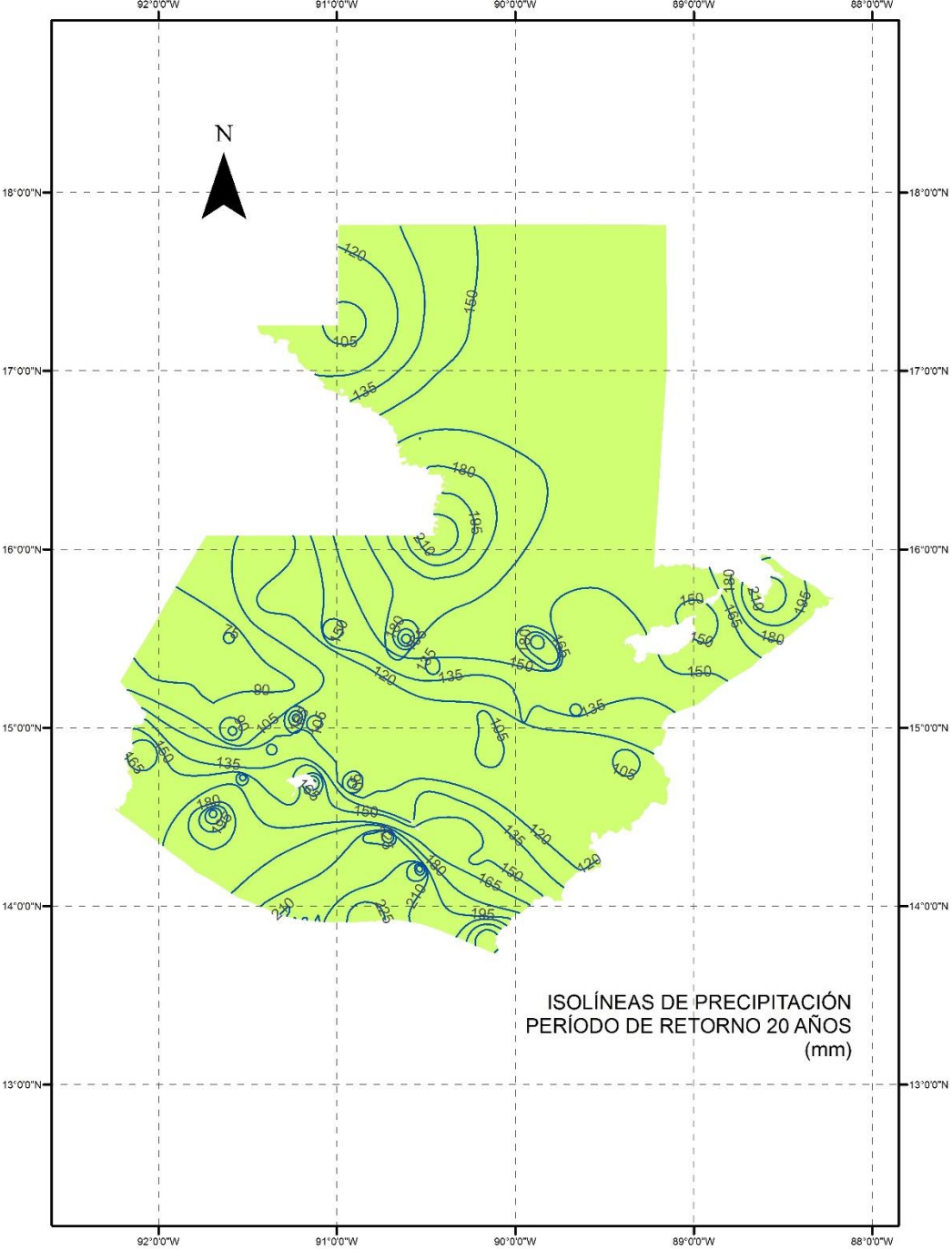
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 15. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 15 años en milímetros**



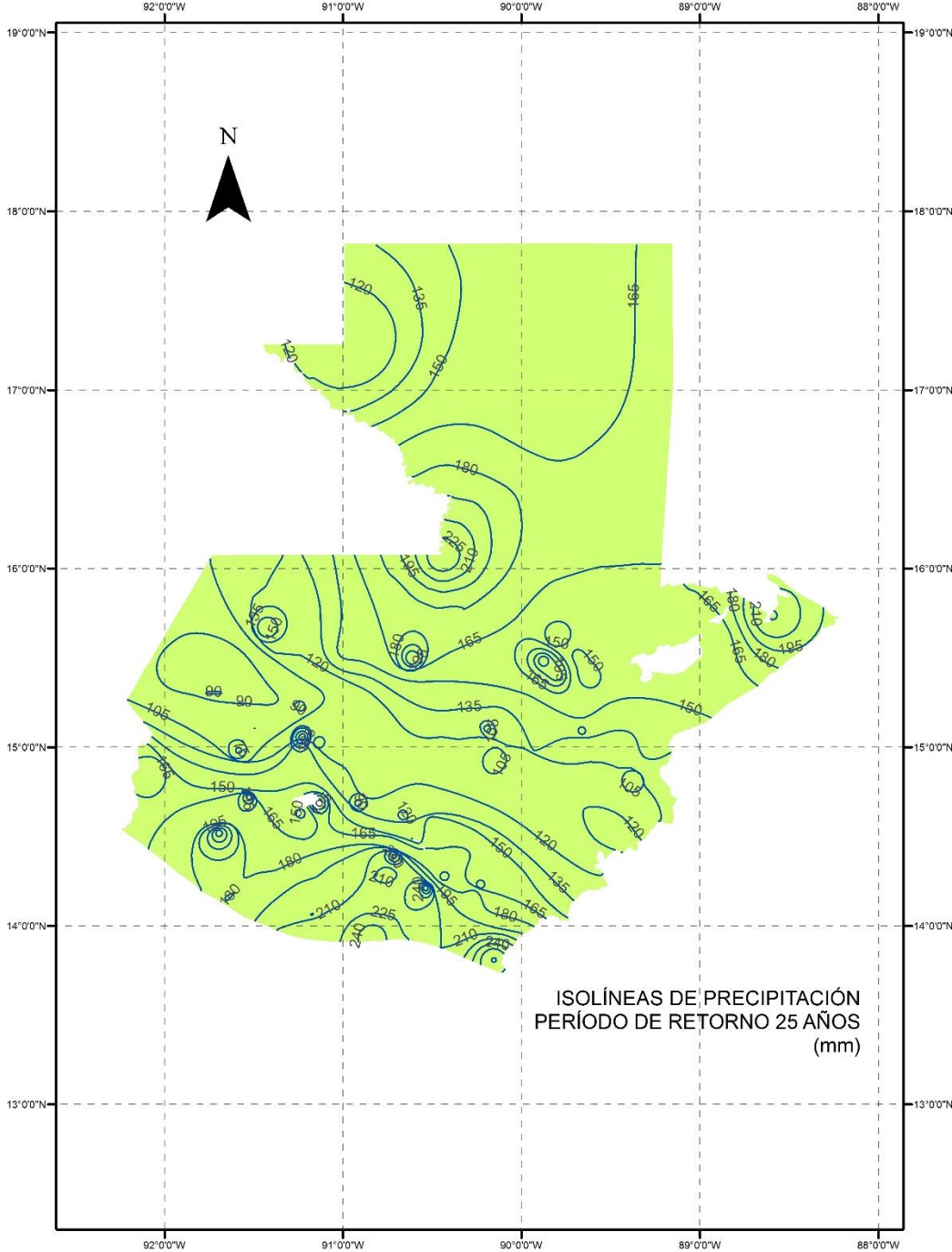
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 16. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 20 años en milímetros**



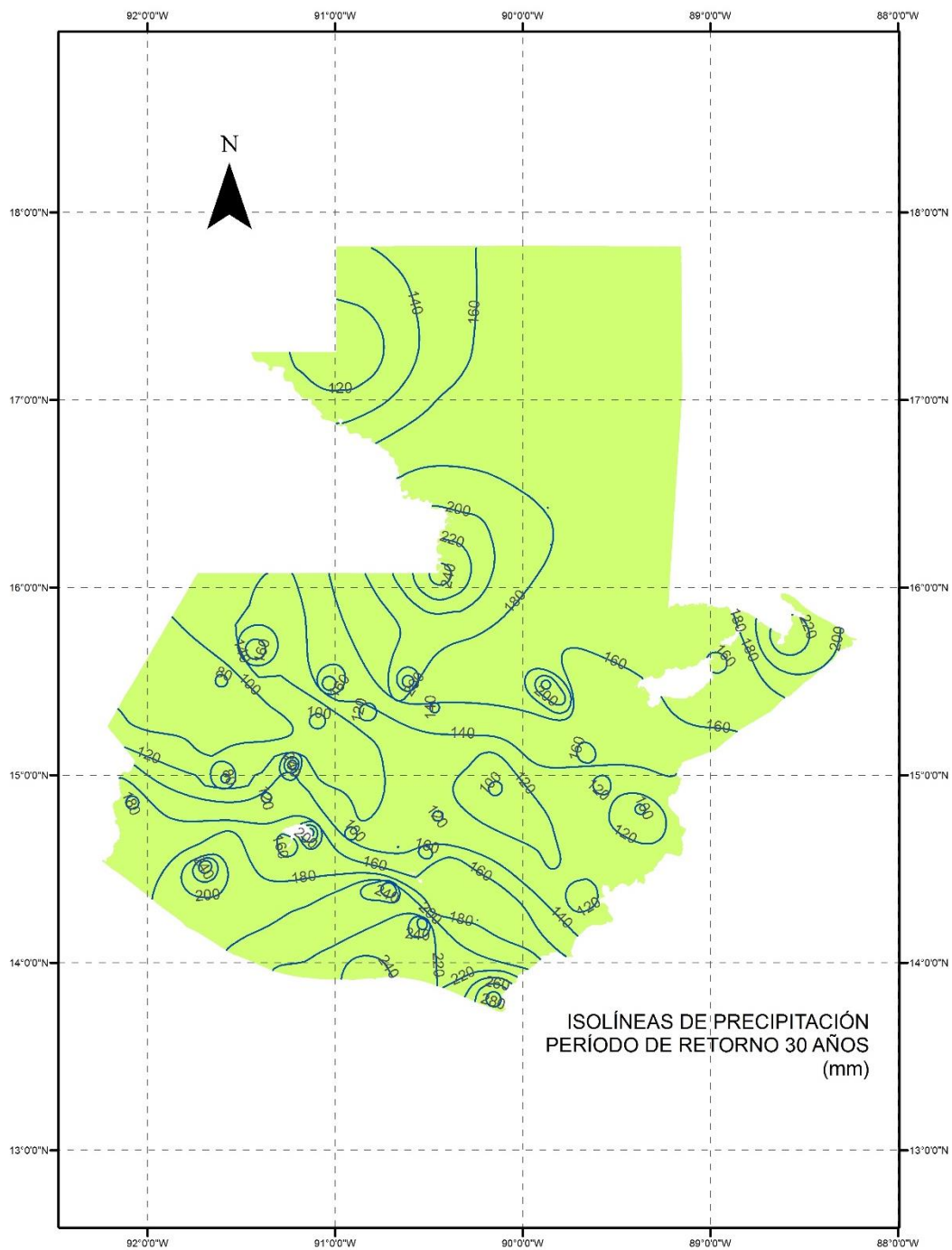
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 17. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 25 años en milímetros**



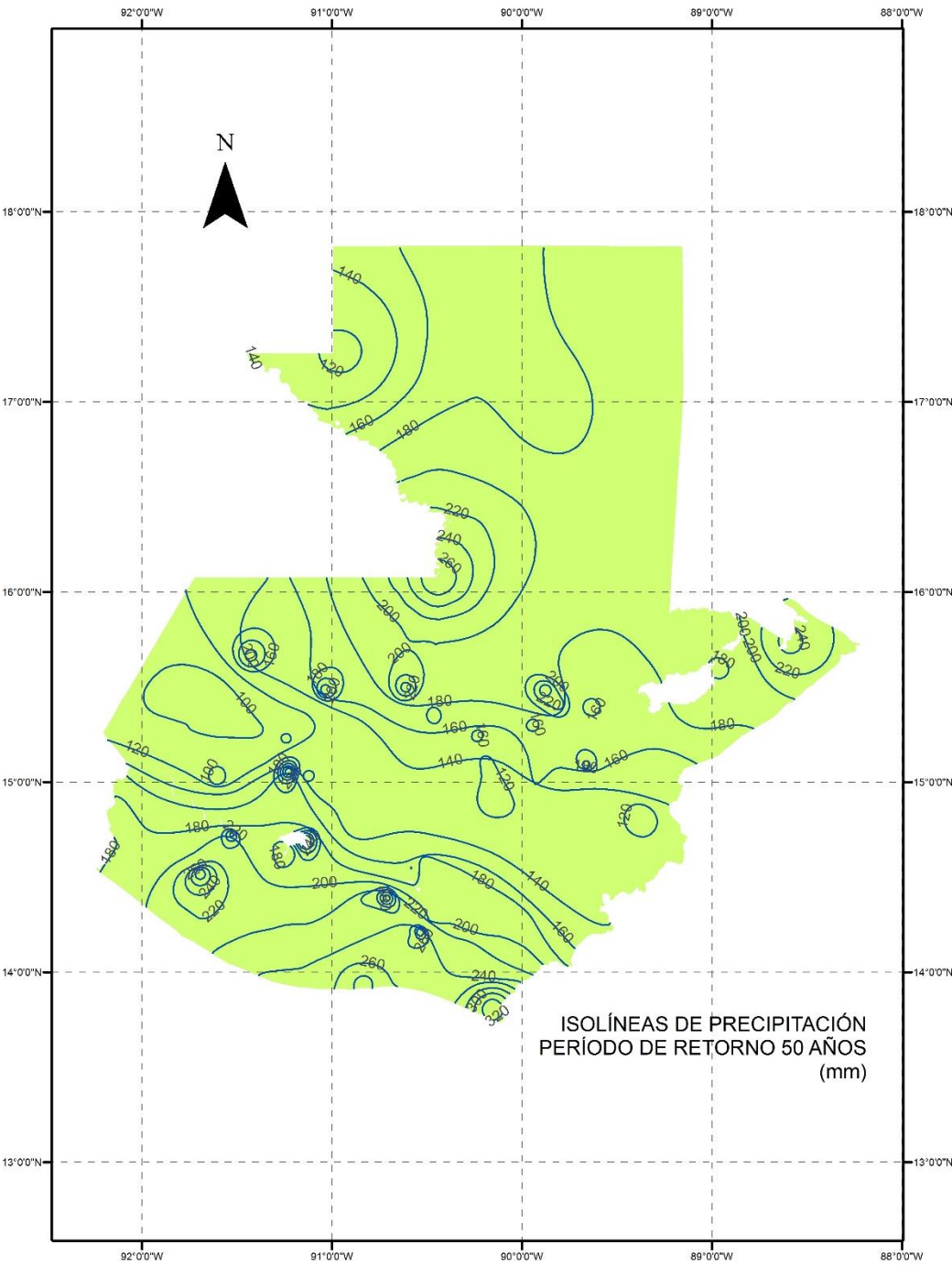
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 18. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 30 años en milímetros**



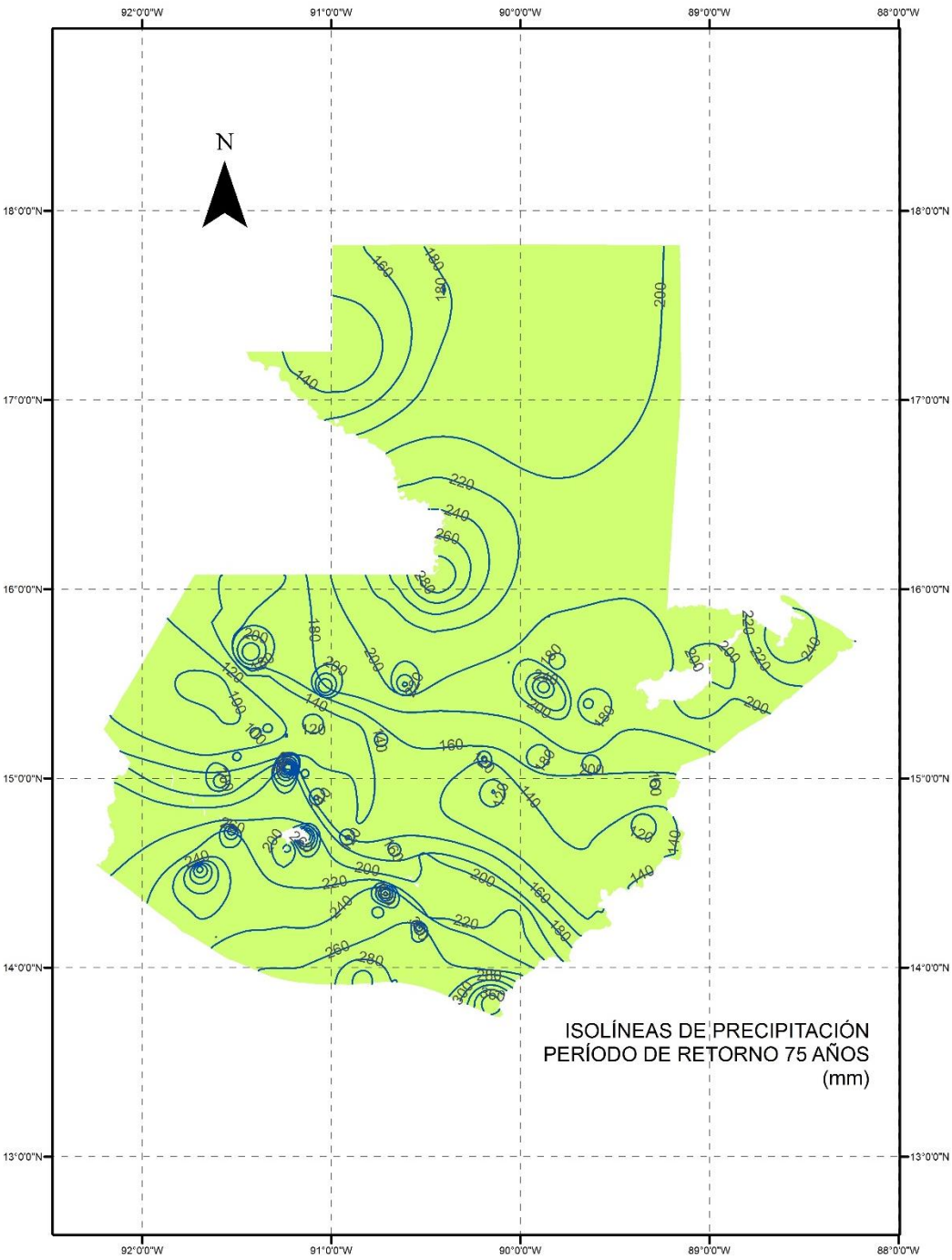
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 19. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 50 años en milímetros**



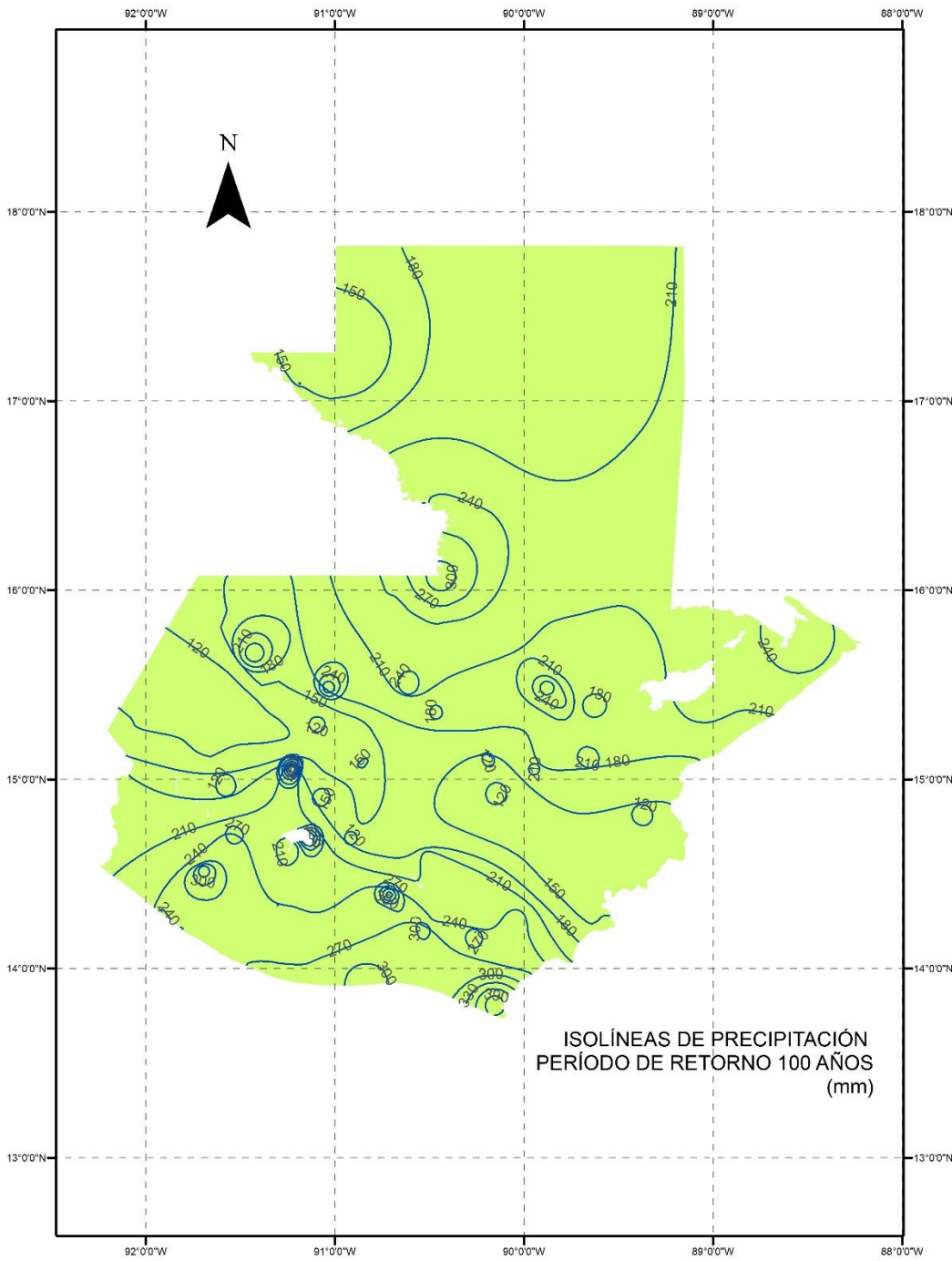
Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 20. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 75 años en milímetros**



Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

Figura 21. **Isolíneas de precipitación para período de retorno de 100 años en milímetros**



Fuente: elaboración propia, empleando ArcGIS 10.1.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El análisis de eventos extremos de precipitación diaria en Guatemala, se realizó, para estimar estadísticamente la variabilidad de la magnitud de precipitación máxima para cada período de retorno en estudio, según la clasificación de los eventos extremos de precipitación que se han registrado en el país.

El análisis se llevó a cabo para períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 75 y 100 años, utilizando registros de precipitación de 1970 a 2014. Los resultados de precipitación asociada a los períodos de retorno en estudio se clasificaron de dos formas: serie de máximos y serie de ciclónicos.

Para evaluar si la clasificación de eventos extremos de precipitación influye en los valores asociados de precipitación a los períodos de retorno en estudio, fue necesario categorizar la serie de máximos en ciclónicos y no ciclónicos; con esta clasificación se empleó la distribución mezclada. La distribución mezclada permite obtener una probabilidad de ocurrencia a partir de dos poblaciones distintas, en este caso los eventos ciclónicos y los no ciclónicos, con lo cual fue posible realizar una comparación con otras distribuciones que utilizaron la serie completa, sin clasificar, y evaluar qué tanta variación existe entre ellas.

La serie de máximos comprende 103 estaciones pluviométricas, de las cuales Agua Caliente, Asunción Mita, Chajcar, Comitancillo, Flores, Palamá, Santa María El Tablón y Todos Santos presentaron un mejor ajuste a la distribución mezclada de acuerdo a la prueba de Kolmogorov-Smirnov (tabla

XVI); ello significa que se requiere realizar una clasificación de eventos en ciclónicos y no ciclónicos en dichas estaciones para contar con estimaciones de precipitación mejor ajustadas. De las 95 estaciones pluviométricas restantes, 4 estaciones presentaron mejor ajuste con la distribución normal, con distribución *log* normal obtuvieron mejor ajuste 18 estaciones, 3 estaciones se ajustaron mejor a la distribución gamma, 11 estaciones presentaron mejor ajuste a la distribución gamma III, 26 estaciones se ajustaron mejor a la distribución *log* Pearson III, 6 estaciones se ajustaron mejor a la distribución Gumbel y 27 se ajustaron mejor a la distribución *log* Gumbel.

De las 95 estaciones pluviométricas que presentaron mejor ajuste con una distribución diferente a la distribución mezclada, se determinó que 51 de ellas tienen una diferencia no significativa entre estas y la distribución mezclada, mediante una prueba de Fisher a un nivel de significancia de 5 %, lo cual quiere decir que es aceptable utilizar la distribución mezclada para estas estaciones, a pesar que no sea la distribución con mejor ajuste; las últimas 44 estaciones tienen una diferencia significativa entre la distribución mezclada y su distribución de mejor ajuste, por lo que no es aceptable utilizar distribución mezclada para dichas estaciones ya que arrojaría un error mayor al 5 %, en dichas estaciones no es conveniente hacer clasificación de eventos ciclónicos y no ciclónicos para estimar probabilidades de ocurrencia.

La tabla XVI presenta de forma sintetizada la información del análisis para la serie de máximos, indicando para cada estación la distribución de mejor ajuste, diferencia en cuanto a la distribución mezclada y valores asociados a los períodos de retorno en estudio. La probabilidad de ocurrencia para los períodos de retorno estudiados fue de 50 % para 2 años, 80 % para 5 años, 90 % para 10 años, 93 % para 15 años, 95 % para 20 años, 96 % para 25 años, 97 % para 30 años, 98 % para 50 años, 99 % para 75 años y 99 % para 100 años. De

todas las estaciones analizadas, la estación El Mirador obtuvo los valores más grandes de precipitación para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 años siendo de 143, 197, 235, 257, 273, 285 y 295 mm respectivamente; para los períodos de retorno de 50, 75 y 100 años los mayores valores se obtuvieron en la estación San Antonio Ilotenango con 374, 477 y 566 mm respectivamente.

El valor más bajo de precipitación para el período de retorno de 2 años se registró en la estación Tonicapán con 41 mm; para los demás períodos de retorno los menores valores de precipitación se registraron en la estación Pachuté con 56 mm para 5 años, 62 mm para 10 años, 66 mm para 15 años, 69 mm para 20 años, 71 mm para 25 años, 73 mm para 30 años, 77 mm para 50 años, 81 mm para 75 años y 83 mm para 100 años.

Las figuras mostradas en resultados corresponden a valores obtenidos de la serie de máximos, solamente se realizaron representaciones gráficas con este método de clasificación de eventos extremos porque es el de mayor uso en el país y por facilidad de interpretación.

La figura 11 muestra una localización de las estaciones pluviométricas estudiadas respecto a las cuencas del país, así como su relación con la distribución mezclada; las estaciones de color amarillo representan aquellas en donde se produjo mejor ajuste de datos con la distribución mezclada, mientras que el color verde representa a las estaciones pluviométricas con distribución de mejor ajuste diferente a la distribución mezclada pero cuya variación entre datos no es significativa, y el color rosado representa a las estaciones que tienen una diferencia significativa de datos respecto a la distribución mezclada. Como se observa en esta figura las 8 estaciones con distribución mezclada se ubican en 8 cuencas distintas de las tres vertientes del país. Las estaciones con

diferencia significativa y con diferencia no significativa también se ubican en cuencas diferentes de las 3 vertientes del país. Se resalta la ausencia de estaciones con diferencia significativa en las cuencas de Petén, sin embargo, solamente existe información de dos estaciones, por lo que no es prudente afirmar totalmente que los eventos ciclónicos en esa área sean los únicos influyentes.

Las cuencas con menor presencia de estaciones de distribución mezclada son de la vertiente del Atlántico, siendo 2 en contraste con 12 estaciones de diferencia significativa y 19 de diferencia no significativa, esto reflejaría influencia relativa de los eventos ciclónicos en estas cuencas por alta presencia de estaciones pluviométricas con diferencia no significativa. En la vertiente del Pacífico se observan 3 estaciones de distribución mezclada, 15 de diferencia significativa y 16 de diferencia no significativa, lo cual expresa una influencia relativamente menor de los eventos ciclónicos en la vertiente del Pacífico en comparación con la vertiente del Atlántico.

En las cuencas de la vertiente del golfo de México se muestran 3 estaciones de distribución mezclada, 9 de diferencia significativa y 13 de diferencia no significativa, esto implicaría que la vertiente del golfo de México se encuentra entre las otras dos vertientes, con influencia de eventos ciclónicos mayor a la vertiente del Pacífico y menor a la vertiente del Atlántico.

La figura 12 muestra el mapa de isoyetas para un período de retorno de 2 años, en esta figura se puede observar que la vertiente del Pacífico y del Atlántico tienen los valores más altos, de 100 a 110 mm, mientras que en Huehuetenango se estiman los valores más bajos de precipitación para un período de dos años, de unos 60 mm. En esta figura las isoyetas se dibujaron cada 10 mm.

En la figura 13 se encuentran las isoyetas asociadas para un período de retorno de 5 años; estas se visualizan desde los 70 mm para el área de Huehuetenango hasta los 160 mm para Escuintla, Santa Rosa e Izabal. En general la distribución de las isolíneas es similar a las regiones geológicas de Guatemala. Para esta figura las isolíneas se esbozaron cada 10 mm.

La figura 14 contiene isolíneas de precipitación asociadas para un período de retorno de 10 años, trazadas cada 10 mm, con valores desde 80 mm hasta 190 mm de precipitación. Los valores más altos se observan en el área sur del país. Las isolíneas en esta figura abarcan un área mucho mayor que para los períodos de retorno de 2 y 5 años.

La figura 15 representa isolíneas de precipitación asociadas para un período de retorno de 15 años; se observa una distribución irregular de estas con valores que están entre 90 mm y 190 mm de precipitación. En la figura 16 se observa la distribución de isoyetas asociadas para un período de retorno de 20 años; sus valores están entre los 75 mm y los 270 mm de precipitación, con representación bastante irregular.

Las isolíneas de precipitación asociadas para un período de retorno de 25 años se pueden observar en la figura 17; sus valores se encuentran graficados cada 15 mm y están entre los 75 mm y los 270 mm de precipitación, con un comportamiento muy irregular. El mismo comportamiento presenta la figura 18, cuyas isolíneas están asociadas a un período de retorno de 30 años. Los valores de dichas isolíneas se encuentran entre los 80 mm y los 280 mm, graficadas cada 20 mm.

En la figura 19 se visualizan isoyetas para un período de retorno de 50 años, estas tienen valores de 80 mm a 360 mm, trazadas cada 20 mm. En el

sur del país se visualiza un comportamiento más ordenado que para el resto. En la parte central de Guatemala las isoyetas tienen menor separación entre ellas, lo cual significa que la precipitación es bastante variable. La figura 20 representa a las isoyetas asociadas para un período de retorno de 75 años, las cuales se encuentran esbozadas cada 20 mm en un rango de 100 mm a 460 mm de precipitación. En la vertiente del Pacífico, estas isoyetas están más cercanas entre sí que para el resto de Guatemala, por lo que hay mayor variación de precipitación en esta área. La figura 21 representa isolíneas de precipitación para un período de retorno de 100 años, que se encuentran graficadas cada 20 mm en un rango de 90 a 540 mm. El comportamiento de estas isolíneas es bastante similar a las de 75 años.

También se realizó un análisis de eventos extremos de precipitación para la clasificación de eventos extremos por el método de excedentes, sus resultados se presentan en la tabla XVII. Para este método de igual forma se analizaron 103 estaciones pluviométricas, de las cuales las estaciones la Pampa, Quezada y Tiquisate presentaron mejor ajuste de datos con la distribución mezclada.

A pesar de la poca presencia de estaciones con distribución mezclada, hubo 83 estaciones pluviométricas donde se determinó, por medio de una prueba de Fisher con un nivel de significancia de 5 %, que la diferencia entre esta distribución y la de mejor ajuste era no significativa; ello implicaría que es aceptable utilizar la distribución mezclada para dichas estaciones, por lo tanto es plausible realizar una clasificación de eventos extremos por origen para determinar probabilidades de ocurrencia. Con el método de excedentes solamente 17 estaciones pluviométricas arrojaron diferencias significativas entre su distribución de mejor ajuste y la distribución mezclada.

Para el método de excedentes se estimaron datos de precipitación asociada a los períodos de retorno en estudio. El mayor valor de precipitación para un período de retorno de 2 años fue de 158 mm, correspondiente a la estación Puerto Barrios. Para un período de retorno de 5 y 10 años los datos más grandes de precipitación fueron de 188 mm y 220 mm respectivamente, ambos de la estación el Mirador. Los valores de precipitación más altos para períodos de retorno de 15, 20, 25, 30, 50, 75 y 100 años fueron de 252, 287, 318, 344, 430, 511 y 576 mm respectivamente, todos de la estación San Antonio Ilotenango.

Por su parte en la estación Matanzas se obtuvieron los valores más bajos de precipitación para períodos de retorno de 2, 30, 50, 75 y 100 años, siendo de 47, 69, 72, 75 y 77 mm respectivamente. En la estación Pachute se obtuvieron los valores más bajos de precipitación para períodos de retorno de 5, 10, 15, 20 y 25 años, siendo de 54, 60, 63, 66 y 68 mm respectivamente. Se puede apreciar que con el método de excedentes se obtuvieron valores mayores a los mayores del método de máximos, e igualmente valores menores a los menores del método de máximos.

Esta investigación aporta información importante sobre todo para las áreas de influencia de las estaciones donde se estimó mejor ajuste con distribución mezclada, debido a que la predicción de eventos sería más exacta. También se aprecia que la clasificación de eventos extremos de acuerdo a su origen aporta estimaciones de precipitación aceptables para toda la República, a pesar que la mayoría de eventos extremos de precipitación en Guatemala son de origen no ciclónico. Guatemala se encuentra geográficamente en la zona tropical del globo, caracterizada por la formación de ciclones; asimismo, se encuentra entre dos océanos, por lo que no se debe descartar la influencia de los eventos ciclónicos en la precipitación del país. Además de estas características, se debe

agregar que Guatemala cuenta con regiones montañosas y volcánicas abundantes, que sin duda aportan condiciones únicas para la precipitación.

Es de suma importancia aprovechar correctamente estos factores únicos que aportan abundantes lluvias al país, para la implementación de obras que permitan suministrar el vital recurso a todas las poblaciones, y realización de planes de gestión de riesgo evitando así que esta potencialidad se convierta en desastre. También se debe mencionar el fortalecimiento de la red de estaciones pluviométricas y la verificación constante de calidad de los datos que se obtienen, de manera que no sean fuente de error al momento de realizar investigaciones como esta.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que el 26 por ciento de eventos extremos de precipitación diaria ocurridos en Guatemala en el período de 1970 a 2014 es de origen ciclónico, el restante 74 por ciento de los registros es de origen no ciclónico, utilizando el método de clasificación por serie de máximos; asimismo mediante el método de clasificación por serie de excedentes se estableció que el 28 por ciento de eventos extremos de precipitación diaria ocurridos en Guatemala en el período de 1970 a 2014 corresponde a eventos ciclónicos, y el restante 72 por ciento de los registros es de origen no ciclónico.
2. Mediante la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov se determinó que 4 estaciones pluviométricas presentaron mejor ajuste a la distribución mezclada, 4 estaciones pluviométricas se ajustaron mejor a la distribución normal, para la distribución *log* normal 18 estaciones presentaron mejor ajuste, 3 estaciones se ajustaron mejor a la distribución gamma, 11 estaciones se ajustaron mejor a la distribución gamma III, 26 estaciones presentaron mejor ajuste a la distribución *log* Pearson III, 6 estaciones se ajustaron mejor a la distribución Gumbel y 27 estaciones pluviométricas se ajustaron mejor a la distribución *log* Gumbel; todas de la clasificación por serie de máximos.
3. Los mayores valores de precipitación diaria estimados para períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 años para la serie de máximos son 143, 197, 235, 257, 273, 285 y 295 mm respectivamente, obtenidos en la estación pluviométrica El Mirador del departamento de Santa Rosa. Los

mayores valores de precipitación diaria estimados para períodos de retorno de 50, 75 y 100 años, para la serie de máximos son 374, 477 y 566 mm respectivamente, obtenidos en la estación pluviométrica San Antonio Ilotenango del departamento de Quiché.

4. Se generaron diez mapas de isolíneas de precipitación diaria asociada a períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 75 y 100 años para la República de Guatemala, cuyos valores se encuentran en un rango de 50 a 540 mm.

RECOMENDACIONES

1. Efectuar el análisis de eventos extremos de precipitación diaria en Guatemala con series de registros más grandes para mejorar el ajuste de los valores obtenidos.
2. Utilizar distribución mezclada para determinar probabilidades de ocurrencia de eventos extremos de precipitación diaria, para las estaciones Agua Caliente, Asunción Mita, Chajcar, Comitancillo, Flores, Palamá, Santa María El Tablón y Todos Santos.
3. Tomar en cuenta la presente investigación para emplear en las estaciones analizadas la distribución de probabilidad de mejor ajuste.
4. Realizar planes de gestión de riesgo con base en los valores de precipitación diaria, asociados a los períodos de retorno bajo estudio en la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. APARICIO MIJARES, Francisco Javier. *Fundamentos de hidrología de superficie*. México: Limusa, 2004. 303 p.
2. BARDALES, Walter. *Zona de influencia de ciclones para Guatemala*. Guatemala: Insivumeh, 2010. s. p.
3. BEGUERÍA PORTUGUÉS, Santiago. “Revisión de métodos paramétricos para la estimación de la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos en Climatología e Hidrología; El uso de series de excedencias y su comparación con las series de máximos anuales”. En: *VII Reunión Nacional de Climatología*. Albarracín, 2002. 10 p.
4. BIERKENS, Marc F. P. “Hydrological statistics and extremes”. En: *Stochastic Hydrology*. Holanda: Utrecht University, 2002. p. 51-70.
5. BREÑA PUYOL, Agustín Felipe; JACOBO VILLA, Marco Antonio. *Principios y fundamentos de la hidrología superficial*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2006. 287 p.
6. CABAÑA, Enrique M. “*Pruebas de bondad de ajuste*”. En: *Estadística no paramétrica, notas para el curso de la licenciatura en Estadística*. [en línea]. Uruguay: Universidad de la República, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, y Facultad

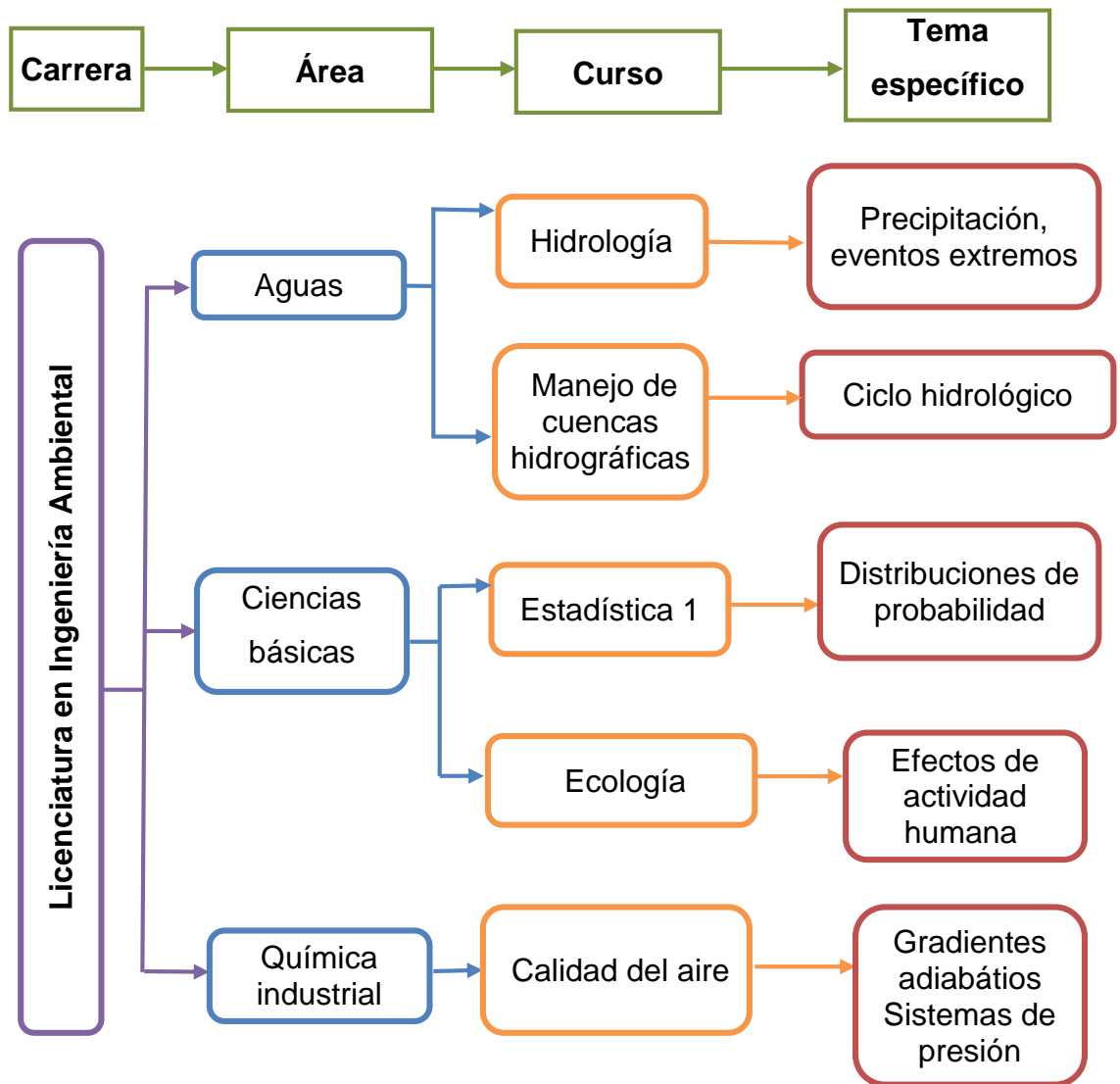
de Ciencias. <<http://www.ccee.edu.uy/ensenian/licest/estnopar/files/ENP1.pdf>>. [Consulta: 18 de noviembre de 2014].

7. CAMPOS ARANDA, D. F. *Procesos del ciclo hidrológico*. México: Universitaria Potosina, 1998. 30 p. ISBN 968-619-444-4.
8. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *La economía del cambio climático en Centroamérica*. CEPAL. México: Naciones Unidas, 2011. s. p.
9. ESCALANTE SANDOVAL, Carlos A.; REYES CHÁVEZ, Liliana. *Técnicas estadísticas en hidrología*. México: UNAM, Facultad de Ingeniería, 2002. 298 p.
10. GODÍNEZ, Carlos. *Curso calidad del aire*. Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería, 2014. s. p.
11. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. *Estudio de lluvia máxima diaria en la República de Guatemala*. Guatemala: Insivumeh, 2004. s. p.
12. JOHNSON, Richard A.; FREUND, John E.; MILLER, Irwin. *Probabilidad y estadística para ingenieros*. González Pozo, Virgilio (trad). 4a ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1992. 624 p. ISBN 968-880-235-2.
13. *National Hurricane Center*. [en línea] <<http://www.nhc.noaa.gov/>>. [Consulta: 10 de junio de 2015].

14. *National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA*. En: National Hurricane Center. [en línea] <<http://www.nhc.noaa.gov/>>. [Consulta: 10 de junio de 2015].
15. PEREZ VILLALVA, Norma Yoana. *Análisis sobre las pruebas de bondad de ajuste*. Tesis. México: Universidad Autónoma Chapingo, 2012. 103 p.
16. *Unisys Weather*. [en línea]. <<http://weather.unisys.com/hurricane/index.php>>. [Consulta: 10 de junio de 2015].
17. WALCK, Christian. *Hand-book on statistical distributions for experimentalists*. Suecia: University of Stockholm, 2007. 188 p.

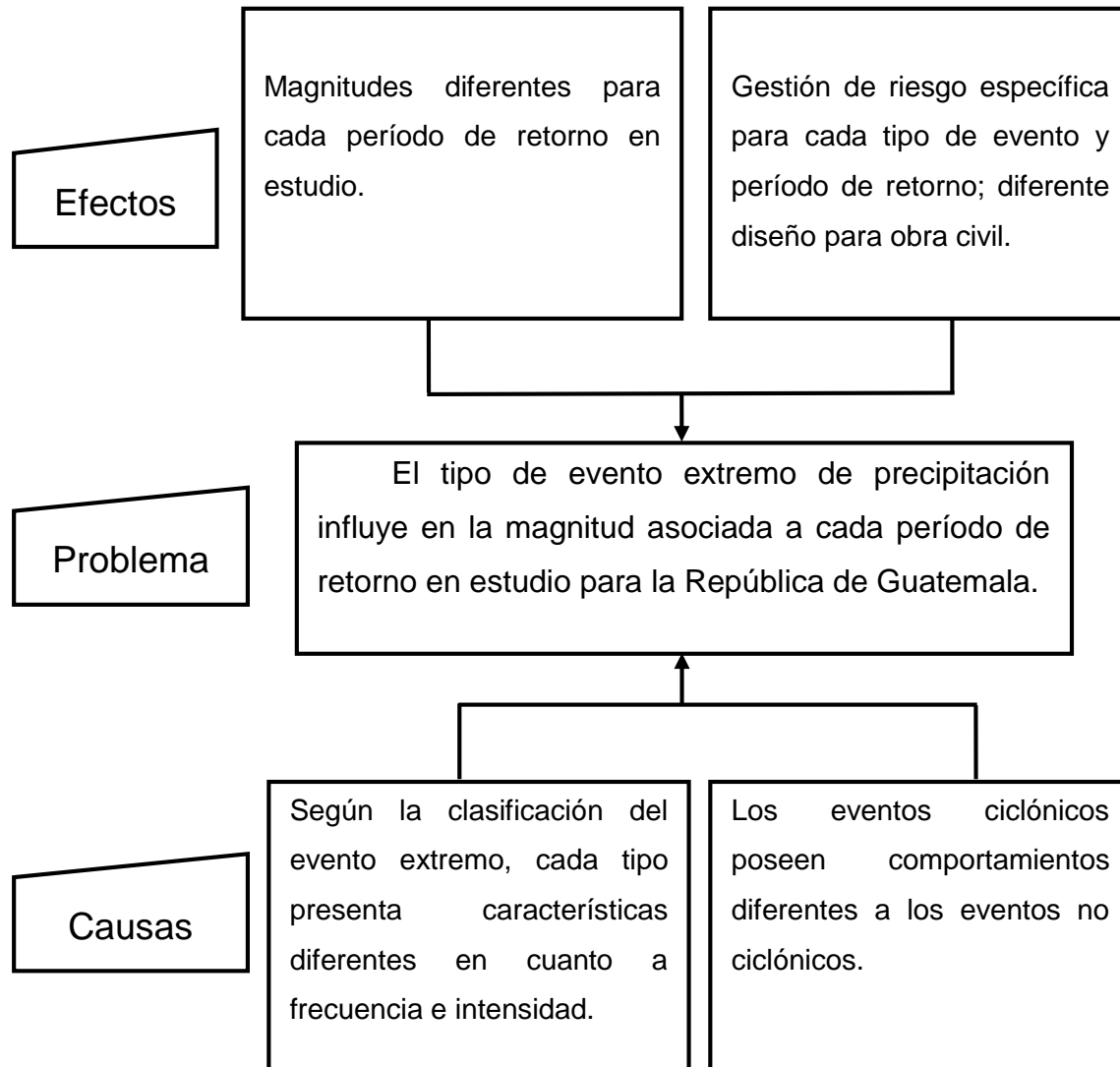
APÉNDICES

Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1. **Clasificación de eventos extremos**

Método	Total eventos extremos	Ciclónicos	No ciclónicos	Porcentaje ciclónicos	Porcentaje no ciclónicos
Máximos	3529	915	2 614	26	74
Excedentes	4635	1 277	3 358	28	72

Fuente: elaboración propia

Apéndice 2. **Distribución Gumbel para serie de máximos ciclónicos**

Estación	Período de retorno									
	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
Agua Caliente	121	183	224	247	263	275	286	314	336	352
Alameda Icta	72	116	145	162	174	183	190	210	226	237
Amatitlán	83	124	151	166	177	185	192	211	226	236
Asunción Mita	96	108	116	121	124	126	128	134	138	142
Camantulul	138	173	197	210	219	226	232	248	261	270
Camotán	62	75	83	88	91	94	96	101	106	109
Catarina	125	149	164	173	179	184	187	198	206	212
Cerro La Laguna	90	112	127	135	141	146	149	160	168	173
Chajcar	112	168	206	227	241	253	262	288	308	323
Chajúl	77	95	108	115	119	123	126	135	141	146
Chicamán	69	90	104	112	118	122	125	135	142	148
Chinique	57	65	70	72	74	76	77	80	83	85
Chiguilá	56	80	95	104	110	115	119	129	138	144
Chilascó	80	99	111	117	122	126	129	137	144	148
Chipacá	64	95	116	128	136	142	147	162	173	181
Chixoy	110	172	214	237	254	266	277	305	328	344
Choaxán	57	74	84	91	95	98	101	108	114	118
Chuitinamit	62	75	84	89	93	96	98	104	109	112
Cobán	97	141	170	187	198	207	215	235	251	262
Comitancillo	53	65	74	79	82	84	86	92	97	100
Cuatro Caminos	81	101	114	122	127	131	134	143	151	156
Cubulco	69	93	108	117	124	128	132	143	152	158

Continuación del apéndice 2.

Cuilco	50	65	74	80	83	86	89	95	101	104
El Asintal	102	120	132	138	143	146	149	157	164	168
El Capitán	105	181	231	259	279	294	307	341	369	388
El Cebollal	63	70	74	77	79	80	81	84	87	88
El Mirador	141	179	203	217	227	234	241	258	271	281
El Paradillo	66	76	83	86	89	91	92	97	101	103
El Quiché	52	77	94	103	109	114	118	130	139	145
El Salto	134	184	217	235	248	258	266	289	307	320
El Volcán	106	119	127	132	135	138	140	146	151	154
Esquipulas	84	100	111	117	122	125	128	135	141	146
Flores Areopuerto	98	149	182	201	215	225	233	256	275	288
Guatemala Sur	72	114	141	157	168	176	183	202	218	228
Huehuetenango	57	66	71	75	77	79	80	84	87	89
Insivumeh	84	139	175	196	210	221	230	255	275	289
Ipala	78	91	100	105	108	111	113	119	124	127
Jardín Mil Flores	75	96	110	118	124	128	132	141	149	154
Jurún Marinalá	140	197	235	256	271	282	292	317	338	353
La Capellanía	55	68	77	82	86	89	91	97	102	105
La Ceibita	70	89	102	110	115	119	122	131	138	143
La Fragua	62	83	96	104	109	114	117	126	134	139
La Navidad	105	114	121	124	127	129	130	134	138	140
La Pampa	116	157	184	199	209	218	224	243	257	268
La Soledad	56	81	97	107	113	118	122	133	142	149
La Unión	86	122	145	159	168	175	181	197	210	219
La Unión 2	145	191	221	238	250	260	267	288	305	317
Labor Ovalle	69	102	123	136	144	151	156	171	183	191
La Pastoría	98	149	182	201	214	224	233	256	274	287
La Providencia	91	138	169	187	199	209	217	238	256	268
Las Vegas	100	137	161	175	185	192	198	215	229	238
Los Albores	97	137	163	178	188	196	202	220	235	245
Los Esclavos	98	150	184	204	217	228	236	260	279	292
Mariscos	89	124	148	161	170	177	183	199	212	221
Matanzas	50	65	74	80	83	86	89	95	101	104
Media Legua	98	147	179	197	209	219	227	249	267	279
Montúfar	159	245	302	334	356	374	388	427	458	480
Morazán	66	80	90	95	99	101	104	110	116	119

Continuación del apéndice 2.

Nebaj	74	86	93	98	101	103	105	110	114	117
Pachuté	46	52	56	58	59	61	62	64	66	68
Palamá	96	150	185	206	220	230	239	264	283	297
Panzos	96	123	141	151	158	163	168	180	190	197
Papalhá	77	112	135	148	158	165	171	187	199	208
Pasabien	66	89	104	112	118	123	127	137	145	151
Poptún	100	142	169	185	196	205	211	231	246	256
Potrero Carrillo	71	96	113	122	129	134	138	149	158	165
Pueblo Viejo	68	82	91	95	99	102	104	110	115	118
Puerto Barrios	134	176	204	219	230	239	245	265	280	290
Puerto San José	151	242	302	335	359	377	392	433	466	489
Purulhá	85	110	126	136	142	147	151	163	172	178
Quezada	92	153	194	216	232	245	255	283	305	320
Retalhuleu	170	250	302	332	353	369	382	418	447	467
Sabana Grande	131	181	214	233	246	256	264	287	305	318
Sacpulub	75	106	127	138	147	153	158	172	184	192
San Andrés Sajcabajá	61	74	83	88	92	94	96	102	107	110
San Antonio Ilotenango	71	147	198	226	246	261	274	308	336	355
San Cristóbal	82	114	135	147	155	161	167	181	192	200
San Jerónimo	66	88	103	112	118	123	126	137	145	151
San Lorenzo	77	100	116	124	130	135	139	149	158	164
San Marcos	69	97	116	126	134	139	144	157	167	174
San Martín Jilotepeque	74	108	130	143	151	158	164	179	191	200
San Miguel Acatán	61	82	95	103	108	112	116	125	132	138
San Pedro Ayampuc	78	94	105	111	115	118	121	128	134	138
San Pedro Mactún	80	93	101	106	110	112	115	121	125	129
San Pedro Necta	56	63	68	71	73	75	76	79	82	84
San Pedro Soloma	105	154	186	204	217	227	235	257	274	287
Santa Cruz Balanyá	58	75	87	93	98	101	104	112	118	123
Santa María Cahabón	78	90	99	103	107	109	111	117	122	125
Santa María de Jesús	118	153	177	190	200	207	213	229	242	251
Santiago Atitlán	88	130	158	174	184	193	200	219	234	245
Santa María El Tablón	117	171	207	228	242	253	262	286	306	320
Seamay	113	140	158	169	176	181	186	198	208	215
Sepamac	86	113	130	140	147	153	157	169	179	186
Serchil	54	55	56	57	57	58	58	59	59	60

Continuación del apéndice 2.

Suiza Contenta	60	88	106	117	124	129	134	147	157	164
Tierra Blanca	69	81	89	94	97	99	101	107	111	114
Tikal Peten	72	98	114	124	131	136	140	152	161	167
Tiquisate	122	219	283	319	344	364	380	424	459	483
Todos Santos	58	75	87	93	98	101	104	112	119	123
Totonicapán	55	87	108	120	129	135	141	155	167	175
Quixal	113	140	158	169	176	181	186	198	208	215
Xequemeyá	69	89	103	110	116	120	123	132	140	145
Zunil	74	114	139	154	164	172	178	196	210	220

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Distribución de Gumbel para serie de máximos no ciclónicos**

Estación	Período de retorno									
	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
Agua Caliente	68	86	97	104	108	112	115	122	129	133
Alameda Icta	51	64	73	78	81	84	86	92	96	100
Amatitlán	53	68	78	84	88	91	93	100	106	110
Asunción Mita	73	87	96	101	105	107	110	116	121	124
Camantulul	113	138	154	163	169	174	178	189	198	205
Camotán	60	75	84	90	94	97	99	106	111	115
Catarina	115	143	160	171	178	183	188	200	210	217
Cerro La Laguna	85	115	135	146	154	160	165	179	190	198
Chajcar	79	103	120	129	136	140	145	156	165	171
Chajúl	69	137	181	207	224	238	249	280	304	321
Chicamán	58	72	81	87	90	93	96	102	107	111
Chinique	60	81	96	104	109	114	117	127	135	140
Chiguilá	57	68	75	80	82	85	87	92	96	99
Chilascó	60	77	88	94	98	102	104	112	118	122
Chipacá	59	73	82	87	90	93	95	101	106	110
Chixoy	96	139	168	184	195	204	211	230	246	257
Choaxán	55	68	76	81	85	87	89	95	100	103
Chuitinamit	49	62	70	75	78	81	83	89	93	97

Continuación del apéndice 3.

Cobán	81	105	122	131	137	142	146	157	166	172
Comitancillo	48	63	72	78	82	85	87	94	99	103
Cuatro Caminos	43	58	69	75	79	82	85	92	98	102
Cubulco	59	78	91	98	103	107	110	119	126	130
Cuilco	43	55	63	68	71	74	76	81	86	89
El Asintal	105	129	146	155	162	167	171	182	191	198
El Capitán	62	89	106	117	124	129	133	146	155	162
El Cebollal	60	79	91	98	103	107	110	119	126	130
El Mirador	145	197	232	252	265	276	284	308	327	341
El Paradillo	53	63	69	73	76	78	79	84	88	90
El Quiché	49	60	67	71	74	76	78	83	87	90
El Salto	117	146	165	176	184	189	194	207	218	225
El Volcán	125	159	182	194	203	210	216	231	244	252
Esquipulas	77	94	105	111	116	119	122	129	136	140
Flores Aeropuerto	82	105	120	129	135	139	143	154	162	168
Guatemala Sur	63	83	97	104	110	114	117	126	134	139
Huehuetenango	54	67	75	80	83	86	88	94	99	102
Insivumeh	60	78	90	97	101	105	108	116	123	127
Ipala	59	70	77	81	84	86	88	93	97	99
Jardín Mil Flores	49	64	74	79	83	86	89	96	101	105
Jurún Marinalá	103	130	148	158	165	171	175	188	198	204
La Capellanía	52	65	74	79	82	85	87	93	98	101
La Ceibita	63	81	94	101	105	109	112	121	127	132
La Fragua	55	71	82	88	92	96	98	106	111	116
La Navidad	101	132	153	165	174	180	185	200	211	219
La Pampa	85	100	109	115	118	121	124	130	135	139
La Soledad	61	77	89	95	99	103	105	113	119	123
La Unión	76	96	108	115	120	124	128	136	143	148
La Unión 2	124	152	171	182	189	195	200	213	223	230
Labor Ovalle	40	49	55	58	61	62	64	68	71	73
La Pastoría	71	86	96	102	106	109	111	118	124	128
La Providencia	70	85	95	100	104	107	109	116	121	125
Las Vegas	77	100	116	124	131	135	139	150	158	164
Los Albores	74	94	107	114	119	123	126	135	142	147
Los Esclavos	69	84	93	98	102	105	107	114	119	123
Mariscos	88	112	129	138	144	149	153	165	174	180

Continuación del apéndice 3.

Matanzas	49	61	68	73	76	78	80	86	90	93
Media Legua	77	117	143	158	168	176	183	201	216	226
Montúfar	94	129	153	166	175	182	188	204	217	226
Morazán	57	71	80	85	88	91	93	99	104	108
Nebaj	65	82	93	100	104	108	110	118	124	129
Pachuté	44	55	62	66	69	71	73	77	81	84
Palamá	64	80	90	96	101	104	107	114	120	124
Panzos	87	111	127	136	142	147	151	162	170	177
Papalhá	75	104	123	134	141	147	152	165	175	183
Pasabien	58	76	88	95	100	104	107	115	122	126
Poptún	78	95	106	113	117	120	123	131	137	142
Potrero Carrillo	57	71	79	84	88	91	93	99	104	107
Pueblo Viejo	59	75	85	91	95	98	101	108	113	117
Puerto Barrios	127	164	189	203	213	220	226	243	257	266
Puerto San José	101	138	163	177	187	194	201	218	231	241
Purulhá	76	97	110	118	123	127	131	140	148	153
Quezada	58	74	84	90	94	97	100	107	113	117
Retalhuleu	110	130	143	151	156	160	163	172	180	185
Sabana Grande	120	151	172	184	192	198	203	218	229	237
Sacpulub	59	77	88	94	99	102	105	113	119	124
San Andrés Sajcabajá	61	87	105	115	122	128	132	144	154	161
San Antonio Ilootenango	59	128	173	198	216	230	241	273	297	315
San Cristóbal	69	83	92	98	101	104	107	113	118	122
San Jerónimo	60	83	97	106	111	116	120	130	138	144
San Lorenzo	78	113	135	148	157	164	170	185	198	207
San Marcos	52	67	77	82	86	89	92	98	104	108
San Martín Jilotepeque	62	77	87	92	96	99	101	108	114	117
San Miguel Acatán	53	83	103	115	122	129	134	147	158	166
San Pedro Ayampuc	67	85	98	104	109	113	116	124	131	136
San Pedro Mactún	67	82	92	98	102	105	107	114	119	123
San Pedro Necta	54	67	75	80	83	86	88	93	98	101
San Pedro Soloma	60	84	101	110	116	121	125	136	145	152
Santa Cruz Balanyá	46	56	63	67	70	72	74	78	82	85
Santa María Cahabón	74	97	112	120	126	131	135	145	153	159
Santa María de Jesús	98	135	160	174	183	191	197	214	227	236
Santiago Atitlán	63	79	90	96	101	104	107	114	120	124

Continuación del apéndice 3.

Santa María El Tablón	62	82	96	103	109	113	116	126	133	138
Seamay	122	156	179	192	201	208	214	229	242	251
Sepamac	76	99	115	123	129	134	138	149	157	163
Serchil	58	70	77	82	85	87	89	95	99	102
Suiza Contenta	53	67	77	83	87	90	92	99	104	108
Tierra Blanca	69	83	93	98	102	105	107	114	119	123
Tikal Petén	78	98	111	119	124	128	131	141	148	153
Tiquisate	103	128	145	154	161	166	170	182	191	197
Todos Santos	40	50	57	61	63	65	67	72	75	78
Totonicapán	40	58	71	77	82	86	89	97	104	108
Quixal	121	164	193	209	221	230	237	257	273	284
Xequemeyá	57	70	78	82	85	88	90	96	100	103
Zunil	45	60	70	76	80	83	85	92	98	102

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Distribución mezclada para serie de máximos**

Tr	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
Agua Caliente	85	117	138	150	158	165	170	184	196	204
Alameda Icta	57	78	91	99	105	109	112	122	130	135
Amatitlán	61	83	98	107	113	117	121	131	139	145
Asunción Mita	78	92	101	106	109	112	114	120	125	128
Camantulul	121	148	167	177	184	190	195	207	217	224
Camotán	61	75	84	89	93	96	98	104	109	113
Catarina	118	144	161	171	178	183	188	200	209	216
Cerro La Laguna	86	114	133	143	151	156	161	174	184	191
Chajcar	85	116	137	149	157	163	168	182	193	201
Chajúl	72	123	157	177	190	201	209	233	251	265
Chicamán	61	76	87	93	97	100	103	110	115	119
Chinique	59	78	91	98	103	107	110	119	126	130
Chiguilá	57	70	79	84	88	91	93	99	104	108
Chilascó	65	82	94	100	104	108	111	118	124	129
Chipacá	60	79	91	98	102	106	109	118	124	129
Chixoy	100	147	179	197	209	219	227	248	266	278

Continuación del apéndice 4.

Choaxán	55	69	78	83	87	89	91	98	103	106
Chuitinamit	54	67	76	81	84	87	89	95	100	103
Cobán	84	113	132	142	150	156	160	173	183	191
Comitancillo	49	63	73	78	82	85	87	93	98	102
Cuatro Caminos	49	66	77	83	88	91	94	102	108	112
Cubulco	62	82	96	103	109	113	116	125	133	138
Cuilco	45	58	66	71	74	77	79	85	90	93
El Asintal	104	126	141	150	156	160	164	174	182	188
El Capitán	77	121	150	167	178	187	195	215	231	242
El Cebollal	60	77	88	94	98	101	104	112	117	122
El Mirador	145	196	229	248	262	272	280	303	322	335
El Paradillo	56	66	73	77	79	81	83	87	91	94
El Quiché	50	65	74	80	84	86	89	96	101	104
El Salto	120	154	176	188	197	204	209	224	236	245
El Volcán	123	155	176	188	197	203	209	223	235	243
Esquipulas	78	95	106	112	117	120	123	131	137	141
Flores Aeropuerto	85	114	133	143	151	157	161	174	185	192
Guatemala Sur	66	94	113	123	130	136	140	153	163	170
Huehuetenango	55	67	74	79	82	84	86	92	96	99
Insivumeh	67	96	116	127	134	140	145	158	169	176
Ipala	62	73	80	84	87	89	91	96	100	103
Jardín Mil Flores	56	72	83	90	94	97	100	108	114	118
Jurún Marinalá	124	168	197	213	224	233	240	260	276	287
La Capellanía	53	66	75	80	83	86	88	94	99	102
La Ceibita	65	83	96	103	108	112	115	123	130	135
La Fragua	58	76	87	94	99	102	105	113	120	124
La Navidad	101	129	147	157	164	169	174	186	196	203
La Pampa	94	115	129	137	143	147	150	160	168	173
La Soledad	59	79	92	99	105	109	112	121	128	133
La Unión	79	104	120	129	135	140	144	156	164	171
La Unión 2	134	170	195	208	218	225	231	248	261	271
Labor Ovalle	46	60	69	74	78	81	83	89	95	98
La Pastoría	78	103	119	128	135	139	143	155	163	170
La Providencia	74	94	108	115	121	125	128	138	145	150
Las Vegas	80	105	121	131	137	142	146	158	167	173
Los Albores	80	105	121	131	137	142	146	158	167	173

Continuación del apéndice 4.

Los Esclavos	78	103	120	130	136	141	145	157	166	173
Mariscos	88	114	132	142	149	154	159	171	180	187
Matanzas	49	62	70	75	78	81	83	89	93	97
Media Legua	84	126	155	171	182	190	197	217	232	243
Montúfar	112	161	194	212	225	235	243	266	283	296
Morazán	60	73	82	87	91	94	96	102	107	111
Nebaj	67	83	93	99	103	106	109	116	122	126
Pachuté	45	55	61	65	68	70	71	76	79	82
Palamá	70	93	108	117	123	128	132	142	151	157
Panzos	88	113	129	138	145	150	154	165	174	180
Papalhá	75	106	126	138	146	152	157	171	182	190
Pasabien	61	80	93	101	106	110	113	122	129	134
Poptún	81	102	116	124	129	133	137	146	154	159
Potrero Carrillo	62	80	92	99	103	107	110	118	124	129
Pueblo Viejo	62	77	87	92	96	99	102	108	114	117
Puerto Barrios	129	167	192	207	217	224	231	248	262	272
Puerto San José	119	174	212	232	247	258	268	293	313	328
Purulhá	78	100	114	122	128	132	136	146	153	159
Quezada	67	94	112	122	130	135	139	152	162	169
Retalhuleu	126	161	184	197	207	214	219	236	248	257
Sabana Grande	124	162	187	201	211	219	225	242	256	266
Sacpulub	63	83	97	104	110	114	117	126	134	139
San Andrés Sajcabajá	61	85	101	110	116	121	125	136	144	151
San Antonio Ilotenango	63	134	181	207	226	240	252	284	310	328
San Cristóbal	72	90	102	109	114	118	121	129	136	140
San Jerónimo	62	84	99	107	113	118	121	132	140	145
San Lorenzo	78	110	131	143	151	158	163	177	189	197
San Marcos	59	80	93	101	107	111	114	123	131	136
San Martín Jilotepeque	64	82	95	101	106	110	113	121	128	133
San Miguel Acatán	54	83	102	113	121	126	131	144	155	162
San Pedro Ayampuc	70	88	100	106	111	114	117	125	132	136
San Pedro Mactún	69	83	93	99	102	105	108	115	120	124
San Pedro Necta	55	66	74	79	82	84	86	91	96	99
San Pedro Soloma	68	97	117	128	135	141	146	159	170	177
Santa Cruz Balanyá	50	63	71	76	79	82	84	90	94	97
Santa María Cahabón	75	96	109	117	123	127	130	140	147	152

Continuación del apéndice 4.

Santa María de Jesús	103	140	164	178	187	195	201	217	230	240
Santiago Atitlán	75	104	123	134	142	147	152	165	176	183
Santa María El Tablón	80	112	133	145	153	160	165	179	191	199
Seamay	120	154	176	189	197	204	210	225	237	245
Sepamac	78	102	118	127	134	139	142	153	162	168
Serchil	58	68	75	80	82	84	86	91	95	98
Suiza Contenta	55	74	86	93	98	102	105	113	120	125
Tierra Blanca	69	82	91	96	100	103	105	111	116	119
Tikal Petén	77	98	112	120	125	130	133	143	151	156
Tiquisate	108	150	178	194	205	214	221	240	255	266
Todos Santos	45	57	65	69	72	75	77	82	87	90
Totonicapán	43	64	79	86	92	96	100	110	117	123
Quixal	119	159	186	201	211	219	226	244	259	269
Xequemeyá	60	74	83	88	92	94	97	103	108	112
Zunil	55	78	93	102	108	113	116	127	135	141

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Distribuciones de probabilidad para serie completa de máximos**

Tr	Agua Caliente							Alameda Icta						
	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	91	81	84	75	75	82	75	63	59	60	51	55	58	56
5	134	118	123	121	113	127	112	87	78	80	71	74	83	75
10	156	143	146	157	147	157	145	100	90	92	93	92	100	91
15	167	158	159	178	170	174	167	106	97	99	108	103	110	101
20	174	168	168	192	188	186	185	110	101	103	119	112	117	109
25	180	176	175	204	203	195	201	113	105	106	128	119	122	116
30	184	183	180	213	215	202	214	116	108	109	135	125	126	121
50	195	201	195	240	255	223	256	122	116	116	157	145	138	139
75	204	216	207	261	291	239	294	127	122	121	174	162	147	154
100	209	227	215	275	319	251	325	130	127	125	187	175	153	166
	Amatitlán							Asunción Mita						

Continuación del apéndice 5.

Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	68	63	64	57	59	63	59	81	79	80	80		78	77
5	94	86	88	86	83	91	82	96	96	96	96		94	93
10	108	101	103	108	104	109	102	104	105	104	105		105	106
15	115	110	111	122	117	119	116	108	111	109	109		110	114
20	120	116	116	131	127	127	126	111	114	112	112		115	120
25	123	121	120	139	136	132	135	112	117	115	114		118	125
30	126	124	123	145	143	137	142	114	119	116	116		120	129
50	133	135	132	162	164	150	165	118	125	121	121		127	140
75	138	144	139	175	183	160	186	121	129	125	124		133	151
100	141	150	143	185	198	167	202	123	133	128	127		137	158
	Camantulul							Camotán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	130	127	128	126	126	125	122	67	65	66	65		65	63
5	158	155	156	156	155	154	151	80	79	79	79		78	77
10	172	173	172	174	174	173	174	87	88	87	88		87	88
15	179	182	180	184	184	184	189	90	92	91	92		92	95
20	184	189	186	191	191	191	199	92	96	94	95		96	101
25	188	194	190	196	196	197	208	94	98	96	98		98	105
30	190	198	194	200	201	202	216	95	100	97	99		101	108
50	197	209	203	211	213	215	238	99	105	102	105		107	119
75	203	217	210	219	223	225	257	101	109	105	108		112	128
100	206	223	214	225	230	233	272	103	112	107	111		115	135
	Catarina							Cerro La Laguna						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	129	125	126	128		124	120	98	94	96	87	89	93	90
5	153	153	152	153		149	149	126	119	121	116	115	122	115
10	165	170	167	166		166	171	140	134	135	140	136	141	135
15	172	179	175	172		176	185	147	142	143	153	149	151	148
20	176	186	180	177		182	196	152	148	148	163	159	159	157
25	179	190	184	180		187	204	155	152	152	171	167	165	165
30	181	194	188	182		191	211	158	156	155	178	174	169	172
50	188	205	196	189		203	233	165	165	163	195	195	182	192
75	192	213	202	194		212	251	170	173	170	210	212	193	209
100	195	219	207	198		219	265	174	178	174	220	225	200	222
	Chajcar							Chajúl						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	90	83	86	79		84	78	87	77	80	60	65	75	71

Continuación del apéndice 5.

5	123	116	117	115		118	111	151	110	121	90	95	142	104	
10	140	139	137	141		141	140	184	132	147	144	130	186	133	
15	148	151	147	156		153	160	201	145	161	186	157	211	154	
20	154	160	154	167		162	175	212	154	170	219	180	228	169	
25	158	167	159	175		169	188	220	161	178	246	201	242	183	
30	161	173	164	182		175	199	226	167	184	269	220	253	194	
50	170	189	175	200		191	233	243	184	200	336	283	283	231	
75	176	201	184	215		203	265	255	197	212	393	346	307	264	
100	180	210	191	226		212	290	263	206	221	435	400	324	291	
	Chicamán							Chinique							
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	
2	65	63	63	62	62	62	60	65	62	63	58	61	61	59	
5	81	79	79	79	79	79	76	85	81	82	79	81	82	78	
10	89	89	89	90	90	90	90	95	93	93	95	94	96	94	
15	93	95	94	96	96	96	98	100	100	99	105	102	103	105	
20	96	99	97	100	101	100	105	103	105	103	112	107	109	113	
25	98	102	99	103	105	103	110	106	109	106	117	111	113	119	
30	100	104	101	105	107	106	115	108	111	108	122	114	116	125	
50	104	111	107	112	116	114	128	113	120	115	134	124	126	142	
75	107	116	111	117	122	120	140	117	126	120	144	132	133	158	
100	109	119	114	121	127	124	149	119	131	123	151	137	138	169	
	Chiguilá							Chilascó							
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	
2	61	60	60	59	59	59	58	72	69	70	70	68	68	66	
5	73	72	72	72	72	71	70	89	87	87	88	87	86	84	
10	79	79	78	79	79	79	79	97	98	97	98	99	98	99	
15	82	83	82	84	83	84	85	102	104	102	104	106	105	108	
20	84	86	84	87	86	87	90	105	108	105	108	111	109	115	
25	85	88	86	89	89	89	93	107	111	108	111	115	113	121	
30	86	89	87	91	90	91	96	108	114	110	113	118	116	126	
50	89	94	91	95	95	97	105	113	121	115	119	127	124	140	
75	92	97	94	99	99	101	113	116	126	119	124	135	130	153	
100	93	99	96	102	102	104	119	118	130	122	127	140	135	162	
	Chipacá							Chixoy							
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	
2	66	63	64	57	60	62	60	113	101	105	105	101	104	93	

Continuación del apéndice 5.

5	85	79	81	75	77	82	77	159	152	153	155	152	152	143
10	94	89	90	92	91	95	90	183	187	183	186	188	184	190
15	99	95	96	103	100	102	98	195	208	199	202	209	202	222
20	102	99	99	110	106	107	105	202	223	211	214	224	215	249
25	105	102	102	117	112	111	110	208	235	219	222	235	224	271
30	107	104	104	122	116	115	114	213	245	226	229	245	232	290
50	112	110	109	136	130	124	128	225	272	244	248	272	254	353
75	115	115	114	148	142	131	139	234	294	259	262	295	271	412
100	118	119	117	156	150	136	148	240	310	269	272	311	284	459
	Choaxán							Chuitinamit						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	60	58	58	58	57	57	55	58	56	56	56		55	53
5	72	71	71	72	71	71	69	71	70	70	70		69	67
10	79	79	79	80	80	79	80	78	78	78	78		78	79
15	82	84	83	84	85	84	87	81	83	82	83		83	86
20	85	87	85	87	89	88	92	83	86	84	86		87	92
25	86	89	87	89	92	91	96	85	89	87	88		89	96
30	88	91	89	91	94	93	99	86	91	88	90		92	100
50	91	96	93	96	101	99	110	89	96	93	94		98	111
75	93	100	96	100	106	104	119	92	101	96	98		103	121
100	95	103	98	102	110	107	126	94	103	98	101		106	128
	Cobán							Comitancillo						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	94	88	90	88	87	88	83	53	51	52	51	50	51	49
5	122	118	119	119	117	118	113	67	65	65	66	65	65	63
10	137	137	136	139	138	138	138	74	74	73	75	74	74	74
15	144	147	145	150	151	149	154	77	79	77	80	80	79	82
20	149	155	151	157	159	157	167	80	82	80	83	84	83	87
25	153	161	156	163	166	163	177	81	84	82	86	87	86	92
30	156	165	160	168	172	168	186	83	86	84	88	90	88	96
50	163	178	170	180	189	181	214	86	92	89	93	97	95	107
75	169	188	177	190	202	192	239	89	96	92	98	103	100	118
100	172	195	183	197	212	200	258	91	100	95	101	107	103	126
	Cuatro Caminos							Cubulco						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	53	47	49	50	47	49	44	69	66	67	64	63	65	63

Continuación del apéndice 5.

5	74	70	71	72	69	70	66	89	85	86	86	84	86	82
10	84	85	84	86	86	85	86	100	98	98	101	99	100	98
15	90	95	91	93	96	93	100	105	105	104	109	109	108	109
20	93	101	96	98	104	99	112	108	109	108	115	116	114	117
25	96	106	100	102	110	103	121	111	113	111	120	121	118	124
30	98	110	103	105	115	107	130	113	116	114	123	126	121	129
50	104	122	111	113	129	117	156	118	124	120	133	139	131	146
75	108	131	118	119	140	125	181	122	130	125	141	151	139	162
100	110	138	122	124	149	131	200	125	135	129	147	159	144	173
	Cuilco							El Asintal						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	50	48	48	46	46	47	46	115	112	113	111	111	110	108
5	62	60	60	60	59	60	58	136	134	135	134	134	133	131
10	69	68	68	69	68	69	68	148	148	147	149	149	148	149
15	72	72	71	75	74	74	74	153	155	153	157	157	157	160
20	74	75	74	78	78	77	79	157	160	158	163	163	163	168
25	75	77	76	81	81	80	83	160	164	161	167	167	167	175
30	77	79	77	84	83	82	87	162	167	164	170	171	171	180
50	80	83	81	90	90	88	97	168	175	170	179	181	182	197
75	82	87	84	95	96	93	105	172	181	176	186	189	190	211
100	84	90	86	99	101	96	112	175	186	179	191	194	196	221
	El Capitán							El Cebollal						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	90	78	82	69	71	80	72	66	63	64	59	60	62	60
5	141	119	126	122	114	134	112	83	79	80	78	77	80	76
10	168	149	154	166	154	169	151	91	89	89	92	90	92	89
15	181	167	169	193	181	189	178	96	94	94	100	98	99	97
20	190	179	180	212	203	203	200	99	98	97	106	104	103	104
25	196	189	188	227	221	214	219	101	101	99	110	109	107	109
30	201	197	195	239	237	222	236	103	103	101	114	113	110	113
50	214	220	212	273	287	247	289	107	109	107	124	125	118	126
75	224	239	226	301	333	266	340	110	114	111	132	135	124	137
100	231	253	236	320	369	280	381	112	117	113	138	142	129	145
	El Mirador							El Paradillo						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	158	150	153	143	145	149	142	59	58	58	59		57	56

Continuación del apéndice 5.

5	207	197	200	197	194	200	190	70	70	70	70		68	68
10	233	228	227	235	231	234	229	76	77	76	76		76	78
15	246	244	242	257	254	253	255	78	81	79	79		80	84
20	254	256	252	273	270	267	275	80	84	82	81		83	88
25	260	265	260	285	283	277	292	81	86	83	82		85	92
30	265	272	266	295	294	286	306	83	87	85	83		87	95
50	278	293	282	322	326	309	349	85	92	88	87		92	104
75	287	309	295	343	352	328	387	87	95	91	89		96	111
100	294	320	303	358	371	341	416	89	98	93	91		99	117
	El Quiché							El Salto						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	55	53	53	49	51	52	50	131	126	127	124	124	124	120
5	70	67	67	65	66	67	64	162	158	159	158	157	157	153
10	77	75	75	77	76	78	76	178	178	177	181	179	179	179
15	81	80	80	85	83	84	83	187	189	187	193	192	192	196
20	84	83	83	90	87	88	89	192	197	193	202	201	200	209
25	86	86	85	94	91	91	93	196	202	198	208	208	207	219
30	87	88	86	98	94	93	97	199	207	202	213	213	212	228
50	91	93	91	107	103	100	109	207	220	212	228	229	227	254
75	94	98	95	115	110	106	119	213	230	220	239	242	239	277
100	96	101	97	120	115	110	126	217	237	226	247	250	248	295
	El Volcán							Esquipulas						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	133	128	130	127	125	127	123	84	82	83	82	81	81	79
5	164	160	161	161	159	160	155	100	98	99	99	98	97	96
10	181	180	179	183	182	182	181	108	108	108	109	109	108	109
15	189	191	189	195	196	194	198	112	113	112	115	115	115	117
20	195	198	195	203	205	203	210	115	117	116	118	119	119	123
25	198	204	200	210	213	209	220	117	120	118	121	122	122	128
30	202	208	204	215	219	215	229	118	122	120	123	125	125	132
50	210	221	214	228	237	230	255	122	128	125	130	132	133	144
75	216	231	222	239	251	242	277	126	132	129	134	138	139	154
100	220	237	228	247	261	250	294	128	136	131	138	142	143	161
	Flores Aeropuerto							Guatemala Sur						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	92	87	89	82	86	86	82	75	71	72	62	67	70	67

Continuación del apéndice 5.

5	121	115	116	113	115	116	111	102	93	95	87	90	98	90
10	136	133	133	136	134	136	134	116	107	109	112	109	117	108
15	143	144	141	150	146	148	150	123	115	116	127	122	127	120
20	148	151	147	160	154	155	162	127	121	121	138	132	134	130
25	151	156	152	167	160	161	172	131	125	125	147	139	140	137
30	154	160	155	174	165	166	181	133	128	128	155	146	145	144
50	162	173	165	191	179	180	207	140	138	136	176	166	157	164
75	167	182	172	205	191	191	230	145	145	142	194	183	167	182
100	171	189	177	215	199	198	248	149	151	147	206	196	175	196
	Huehuetenango							Insivumeh						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	59	57	58	58		56	55	76	70	72	62	64	70	66
5	70	70	70	70		68	68	109	97	101	97	93	105	93
10	76	77	76	76		76	78	127	116	119	126	118	128	117
15	79	81	80	80		81	84	135	126	128	143	135	141	133
20	81	84	82	82		84	89	141	133	135	155	149	150	145
25	82	86	84	84		86	92	145	139	140	165	160	157	156
30	83	88	86	85		88	96	148	144	144	173	169	162	165
50	86	93	89	89		94	105	157	157	154	196	199	178	193
75	89	96	92	92		98	113	163	167	163	214	225	191	219
100	90	99	94	94		101	119	168	174	168	227	246	200	239
	Ipala							Jardín Mil Flores						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	64	62	63	61	61	61	60	61	57	58	58	56	57	54
5	76	75	75	75	74	74	73	79	77	77	78	76	77	74
10	83	82	82	84	83	83	83	89	90	89	91	91	90	91
15	86	86	85	88	88	88	89	94	97	95	97	100	97	102
20	88	89	88	92	92	91	93	98	102	99	102	106	103	111
25	90	91	90	94	95	94	97	100	106	102	105	111	107	118
30	91	93	91	96	97	96	100	102	109	104	108	115	110	124
50	94	97	95	102	104	102	109	107	118	111	115	126	119	143
75	96	101	98	107	109	107	117	110	125	116	121	136	126	160
100	98	103	100	110	113	110	123	113	130	120	125	143	131	174
	Jurún Marinalá							La Capellanía						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	139	131	134	126	128	131	124	57	55	56	54	53	54	53

Continuación del apéndice 5.

5	184	174	177	174	172	177	167	70	68	68	68	67	68	66
10	207	202	202	209	205	208	204	77	76	76	78	77	77	77
15	218	218	215	229	225	225	227	80	80	80	83	83	82	83
20	226	228	225	243	239	237	246	83	83	82	86	87	86	88
25	231	237	231	253	251	247	261	84	86	84	89	91	89	92
30	236	243	237	262	260	254	274	85	88	86	91	93	91	96
50	247	262	252	286	288	276	314	89	93	90	97	101	97	106
75	256	276	263	305	310	292	349	91	96	93	102	108	102	115
100	262	287	271	319	327	304	376	93	99	96	105	113	106	122
	La Ceibita							La Fragua						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	71	68	69	67	67	67	65	64	62	63	58	59	61	59
5	88	86	87	87	85	86	83	81	78	79	77	76	79	75
10	97	97	97	99	98	98	98	90	88	88	91	89	91	88
15	102	103	102	105	106	105	107	95	93	93	99	97	97	97
20	105	107	106	110	111	110	114	98	97	97	105	103	102	103
25	107	111	108	113	115	113	120	100	100	99	109	107	106	108
30	109	113	111	116	118	116	125	102	102	101	113	111	109	113
50	113	120	116	124	128	125	140	106	109	106	122	123	117	126
75	117	126	121	129	135	131	152	109	114	111	130	132	123	138
100	119	130	124	133	141	136	162	112	117	113	136	139	128	146
	La Navidad							La Pampa						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	112	107	109	108	107	106	102	99	96	97	90	92	94	92
5	140	137	138	138	137	136	132	125	120	121	118	117	122	116
10	154	156	154	156	157	155	157	139	135	135	139	137	140	136
15	162	167	163	165	167	166	173	146	143	143	152	149	150	148
20	166	174	169	171	175	174	186	150	149	148	161	158	157	158
25	170	180	174	176	181	180	196	153	153	151	168	165	162	165
30	173	184	178	180	185	185	204	156	156	154	174	170	167	172
50	180	196	187	190	198	198	230	163	166	163	190	187	179	191
75	186	206	195	198	209	209	253	168	173	169	203	202	189	209
100	189	213	200	203	216	216	270	171	178	173	212	212	196	221
	La Soledad							La Unión						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	71	68	69	70		67	65	89	86	87	83	85	85	82

Continuación del apéndice 5.

5	87	87	86	87		85	84	112	109	109	108	108	109	105
10	96	99	96	96		96	100	124	123	123	125	124	124	124
15	100	106	102	101		103	110	130	131	130	135	133	133	136
20	103	111	105	104		107	118	134	137	134	142	139	140	146
25	105	114	108	106		111	125	136	141	138	147	144	144	153
30	107	117	110	108		114	130	139	144	141	151	148	148	160
50	111	125	116	112		122	147	145	154	148	162	158	159	179
75	114	131	121	116		128	161	149	161	154	171	167	168	196
100	116	136	124	118		132	173	152	166	158	178	173	174	209
	La Unión 2							Labor Ovalle						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	146	141	143	134	136	139	135	50	47	48	41	43	46	44
5	182	175	177	173	172	177	170	69	62	64	60	58	66	59
10	201	197	197	202	199	202	198	79	72	74	77	73	79	72
15	210	208	207	219	216	216	215	84	77	79	87	82	87	80
20	217	216	214	231	228	226	229	87	81	82	95	90	92	87
25	221	222	220	240	238	234	239	89	84	85	101	96	96	92
30	225	227	224	248	245	240	249	91	86	87	106	102	99	97
50	234	240	235	269	269	257	276	96	92	93	120	119	108	111
75	241	250	244	285	288	271	300	100	98	97	132	134	115	123
100	246	258	250	297	302	281	318	102	101	100	140	146	121	132
	La Pastoría							La Providencia						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	85	80	82	73	75	79	76	79	76	77	69	71	75	73
5	114	105	108	103	101	110	101	102	95	97	91	91	99	92
10	129	121	123	128	123	130	122	114	108	109	112	109	115	108
15	137	129	131	143	138	141	135	121	114	115	125	121	124	118
20	142	136	136	154	149	149	145	124	119	120	134	130	131	126
25	145	140	141	163	158	155	154	127	122	123	142	137	135	132
30	148	144	144	170	166	160	161	130	125	125	148	143	139	137
50	156	154	153	190	190	174	183	136	133	132	165	162	151	153
75	161	162	160	206	211	185	202	140	138	137	180	179	159	167
100	165	168	164	217	228	193	217	143	143	141	190	192	166	178
	Las Vegas							Los Albores						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	86	82	83	78	78	81	78	86	82	83	76	76	80	78

Continuación del apéndice 5.

5	112	106	107	106	103	108	102	112	105	107	104	100	108	101
10	125	120	121	126	123	125	121	126	119	120	126	121	126	120
15	131	129	129	137	135	135	134	133	127	128	139	135	137	133
20	136	134	134	145	145	142	144	137	133	133	148	146	144	142
25	139	139	138	151	152	148	151	140	137	137	156	155	150	150
30	141	142	141	156	159	152	158	143	141	140	161	162	154	156
50	148	152	149	170	178	164	178	150	150	148	178	185	167	176
75	153	159	155	181	195	174	196	155	158	154	191	205	177	194
100	156	165	160	188	207	181	210	158	163	158	200	221	184	207
	Los Esclavos							Mariscos						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	84	79	81	70	73	78	75	95	91	92	90	89	90	87
5	115	104	107	101	99	110	100	120	116	117	117	115	116	112
10	131	120	123	128	122	132	121	133	132	131	134	133	133	132
15	139	129	131	145	138	144	135	139	140	139	144	144	143	146
20	144	135	137	157	149	152	145	143	146	144	151	153	150	156
25	148	140	141	167	159	159	154	147	151	148	156	159	155	164
30	151	144	145	175	167	164	161	149	154	151	160	164	159	171
50	159	154	154	198	193	179	184	155	164	159	171	179	171	192
75	165	163	161	217	215	190	204	160	172	165	179	192	181	210
100	169	169	166	230	233	199	220	164	178	169	185	201	187	224
	Matanzas							Media Legua						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	53	52	52	53		51	50	97	88	91	79	80	88	82
5	65	65	64	65		64	63	141	124	129	125	118	135	118
10	71	73	71	72		72	73	164	149	153	163	152	165	150
15	74	77	75	75		76	80	176	163	166	186	176	183	172
20	76	80	77	77		79	85	183	172	174	202	194	195	189
25	78	82	79	79		82	89	189	180	181	215	210	204	203
30	79	84	81	80		84	92	193	186	186	226	223	212	215
50	82	89	84	84		90	103	205	204	201	255	265	233	254
75	84	93	87	87		94	112	213	218	212	279	303	249	289
100	86	96	89	89		97	119	219	228	220	296	333	261	317
	Montúfar							Morazán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	124	112	116	99	105	113	104	64	62	63			62	60

Continuación del apéndice 5.

5	183	162	168	160	158	174	154	77	78	77			75	75
10	213	197	200	211	202	215	199	84	87	86			85	88
15	228	218	218	242	231	237	231	88	93	90			90	96
20	238	232	230	264	253	253	256	90	96	93			93	102
25	245	243	239	281	271	266	277	91	99	95			96	107
30	251	252	247	295	286	276	295	93	101	97			98	111
50	266	278	267	335	333	304	353	96	107	101			104	123
75	278	299	282	367	373	326	407	99	112	105			109	134
100	285	314	293	390	404	341	450	100	115	107			113	142
	Nebaj							Pachuté						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	73	71	72	71		70	68	47	46	47	45	45	46	45
5	89	88	88	88		87	85	57	56	56	55	55	56	54
10	97	98	97	98		97	99	62	61	61	63	62	62	62
15	101	104	102	103		104	107	65	64	64	67	66	66	66
20	104	108	105	107		108	114	66	67	66	70	69	69	70
25	106	111	108	109		111	119	68	68	67	72	72	71	73
30	107	113	110	111		114	124	69	69	69	74	74	73	75
50	111	120	115	117		122	137	71	73	72	79	79	77	82
75	115	125	119	121		127	149	73	75	74	83	84	81	88
100	117	128	122	124		132	157	74	77	75	86	87	83	92
	Palamá							Panzos						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	74	68	70	62	67	68	64	94	90	92	93		90	86
5	102	95	96	92	94	98	90	117	117	116	117		114	113
10	117	112	112	116	113	118	113	129	134	131	129		129	135
15	125	122	121	131	125	129	128	135	143	138	136		138	149
20	130	129	126	142	133	137	140	139	150	144	140		144	160
25	133	134	131	151	139	143	150	141	154	147	143		149	169
30	136	139	134	158	144	148	159	144	158	151	146		153	177
50	144	151	144	177	160	162	186	150	170	159	152		164	200
75	149	161	151	193	172	173	210	154	178	165	157		173	220
100	153	168	156	204	181	181	230	157	184	170	160		179	236
	Papalhá							Pasabien						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	83	78	80	71	72	77	74	68	65	66	64	65	64	61

Continuación del apéndice 5.

5	114	103	107	103	98	110	99	87	84	85	85	84	84	81
10	130	120	123	130	122	131	121	97	97	96	98	97	97	98
15	138	129	131	145	138	143	135	102	104	102	105	104	105	109
20	143	135	137	157	150	151	146	105	109	106	111	109	110	117
25	147	140	142	166	161	158	154	107	113	109	114	113	114	124
30	150	144	145	173	170	163	162	109	116	112	118	116	117	129
50	158	155	155	193	198	178	185	114	124	118	126	125	126	147
75	164	164	162	210	222	190	206	118	131	123	133	132	133	163
100	168	170	167	221	242	198	222	120	135	127	138	137	138	175
	Poptún							Potrero Carrillo						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	82	80	81	76	77	79	77	68	65	66	60	63	64	62
5	100	97	97	95	94	97	94	86	82	83	80	81	83	79
10	109	106	106	109	108	109	107	96	93	93	96	94	96	94
15	113	112	111	118	116	116	115	101	99	99	105	102	104	103
20	116	115	114	124	123	121	121	104	103	102	112	108	109	110
25	119	118	116	128	128	125	126	106	106	105	117	113	113	115
30	120	120	118	132	132	128	130	108	109	107	121	117	116	120
50	125	126	123	143	144	136	142	113	115	113	133	128	125	134
75	128	131	127	151	155	143	152	116	121	117	143	137	132	147
100	130	134	130	158	163	147	160	119	125	120	149	144	137	156
	Pueblo Viejo							Puerto Barrios						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	69	67	68	68		66	64	141	134	136	138		134	127
5	83	82	82	82		81	80	178	176	176	176		172	169
10	90	91	90	90		90	92	197	203	199	198		198	204
15	94	96	95	95		96	100	206	218	211	210		212	227
20	96	100	98	97		100	105	213	228	220	217		222	245
25	98	102	100	99		103	110	217	236	226	223		230	260
30	99	104	102	101		105	114	221	243	231	227		236	272
50	103	110	106	105		112	126	230	260	244	240		254	310
75	105	115	110	109		117	136	237	275	255	249		268	344
100	107	118	112	111		121	143	242	284	262	255		278	370
	Puerto San José							Purulhá						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	128	115	120	100	109	116	107	86	83	84	82	81	82	80

Continuación del apéndice 5.

5	189	167	173	160	163	180	158	107	104	104	104	103	104	100
10	221	203	206	215	208	222	205	117	116	116	119	118	118	117
15	236	224	224	248	237	246	237	123	123	122	126	127	126	128
20	247	238	237	273	259	263	263	126	128	126	132	133	132	136
25	254	250	246	292	277	275	284	129	132	130	136	138	136	142
30	260	259	253	308	292	286	303	131	135	132	139	143	139	148
50	276	285	274	354	338	315	362	136	143	139	148	154	149	165
75	288	307	290	390	378	338	417	140	149	144	155	164	157	179
100	296	322	301	417	409	354	460	143	153	147	160	171	162	190
	Quezada							Retalhuleu						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	74	68	70	58	61	67	64	133	125	128	114	117	124	119
5	107	92	97	89	85	102	88	181	166	170	164	159	174	159
10	124	109	113	120	110	125	110	206	192	196	205	196	207	194
15	133	118	122	139	127	139	124	218	207	209	230	220	226	216
20	139	124	128	153	141	148	135	226	217	218	247	239	239	233
25	143	129	133	164	153	155	144	232	225	225	261	254	249	248
30	146	133	137	173	163	161	152	237	231	231	272	267	257	260
50	155	145	147	200	196	177	176	250	249	246	304	307	280	297
75	162	153	154	221	226	189	198	259	262	257	329	342	298	331
100	166	160	160	236	250	198	216	265	272	265	347	370	311	357
	Sabana Grande							Sacpulub						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	138	132	134	131	131	131	125	67	63	64	60	63	63	60
5	173	169	170	170	169	168	163	86	83	84	82	83	83	80
10	192	193	191	194	194	193	195	97	96	95	98	97	97	97
15	201	206	203	208	208	207	215	102	104	102	107	104	105	108
20	207	215	210	217	217	217	230	105	109	106	113	110	110	117
25	212	222	216	223	225	224	243	108	112	109	118	114	115	124
30	215	228	221	229	231	231	253	110	115	111	122	117	118	130
50	225	243	233	244	248	248	286	115	124	118	133	126	127	148
75	232	256	243	255	261	261	314	119	131	123	141	134	135	165
100	236	264	249	263	270	271	336	121	136	127	148	139	140	177
	San Andrés Sajcabajá							San Antonio Ilotenango						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	69	65	67	57	60	64	62	81	62	68	46	52	67	56

Continuación del apéndice 5.

5	93	84	87	77	80	90	81	155	105	122	117	92	144	97
10	106	97	99	100	98	107	97	193	139	158	184	142	195	141
15	112	103	105	115	110	116	108	213	159	178	226	181	224	173
20	117	108	110	126	119	123	116	225	174	193	256	216	244	200
25	120	112	113	134	127	128	122	234	186	204	281	247	260	224
30	122	114	115	142	133	132	127	242	196	213	301	275	273	246
50	128	122	123	163	153	144	144	261	226	237	358	374	308	317
75	133	129	128	181	171	153	159	275	250	256	404	477	336	387
100	136	133	132	193	185	160	170	285	268	270	437	566	356	447
	San Cristóbal							San Jerónimo						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	77	75	76	70	71	74	72	68	64	66	62	63	64	61
5	97	92	93	90	90	94	90	90	86	87	86	85	87	82
10	106	103	104	106	104	107	103	101	100	100	103	101	102	101
15	111	109	109	116	113	115	112	107	108	106	112	110	110	113
20	115	113	112	123	120	120	119	111	113	111	119	117	116	122
25	117	115	115	128	126	124	124	113	117	114	124	122	121	130
30	119	118	117	133	130	127	129	116	121	117	128	127	125	137
50	124	124	123	145	144	136	142	121	130	125	140	139	135	157
75	128	130	127	155	155	143	154	126	138	130	149	149	143	175
100	130	133	130	162	164	149	163	128	143	134	156	157	149	190
	San Lorenzo							San Marcos						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	90	84	86	78	78	83	80	63	59	60	56	58	59	55
5	121	112	114	112	107	116	107	86	81	82	80	80	82	77
10	137	130	131	138	132	138	131	97	95	95	98	96	98	96
15	146	140	140	153	149	151	146	103	104	102	109	106	107	109
20	151	147	146	164	162	159	158	107	109	107	116	113	113	119
25	155	152	151	173	173	166	168	110	114	110	121	118	117	127
30	158	157	155	179	183	171	177	112	117	113	126	123	121	134
50	166	169	165	198	211	187	202	118	127	121	139	136	132	156
75	173	178	172	214	237	199	225	122	135	127	149	147	140	176
100	177	185	178	224	257	207	243	125	141	131	156	154	146	191
	San Martín Jilotepeque							San Miguel Acatán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	70	68	68	63	66	67	65	63	57	59	50	53	57	53

Continuación del apéndice 5.

5	89	85	86	82	84	86	82	91	80	83	79	77	87	76
10	98	96	96	98	97	99	96	106	96	98	104	99	107	97
15	103	102	101	107	104	106	105	113	105	107	119	113	118	111
20	106	106	105	114	110	111	112	118	112	112	130	124	125	122
25	108	109	107	119	114	115	118	122	117	116	139	133	131	131
30	110	111	109	124	118	118	122	124	121	120	146	141	136	139
50	115	118	115	136	128	127	137	132	132	129	167	166	150	164
75	119	123	120	146	136	134	149	137	141	136	183	188	161	187
100	121	127	123	153	142	139	158	141	147	141	195	205	168	205
	San Pedro Ayampuc							San Pedro Mactún						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	77	74	75	75		73	70	73	72	73	68	68	71	70
5	94	94	93	94		92	90	87	84	85	82	81	85	82
10	104	106	104	104		104	107	94	91	92	94	92	95	92
15	108	113	110	110		111	117	98	95	96	101	99	100	98
20	111	117	114	114		116	125	100	98	98	106	104	104	102
25	114	121	117	116		120	131	102	100	100	110	109	107	105
30	115	124	119	119		123	137	103	101	101	114	112	109	108
50	120	132	125	125		131	153	107	105	105	123	124	116	116
75	123	138	130	129		138	168	110	109	108	131	133	121	123
100	126	142	134	132		143	179	111	111	110	136	140	125	129
	San Pedro Necta							San Pedro Soloma						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	59	57	58	57	57	57	55	74	67	69	62	62	68	62
5	70	69	69	69	69	68	67	108	97	100	99	93	103	91
10	76	76	75	76	76	76	76	125	117	119	127	120	126	118
15	78	79	79	80	80	80	82	134	129	129	143	138	140	136
20	80	82	81	83	82	83	86	140	137	136	154	151	149	151
25	82	84	82	85	84	86	89	144	144	142	163	162	156	163
30	83	85	84	87	86	87	92	148	149	146	170	172	162	174
50	86	89	87	92	90	93	100	156	164	158	190	201	178	207
75	88	93	90	96	94	97	108	163	176	167	205	227	191	238
100	89	95	92	98	96	100	113	167	184	173	216	247	200	263
	Santa Cruz Balanyá							Santa María Cahabón						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	55	53	53	52	52	52	51	81	78	79	71	73	77	75

Continuación del apéndice 5.

5	67	66	66	66	66	66	64	102	96	98	91	92	99	93
10	74	74	74	75	75	74	75	113	107	108	110	108	113	108
15	77	79	78	80	80	79	81	118	113	114	122	119	122	117
20	79	82	80	83	83	83	87	122	117	118	131	126	128	123
25	81	84	82	85	86	86	91	125	120	121	138	133	132	129
30	82	86	84	87	88	88	94	127	122	123	144	138	136	133
50	86	91	88	93	94	94	105	132	129	129	160	155	146	147
75	88	95	91	97	98	99	114	136	134	134	174	169	154	159
100	90	98	94	100	102	102	121	139	138	137	183	180	159	168
	Santa María de Jesús							Santiago Atitlán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	114	107	110	106	104	107	101	83	77	79	70	74	77	72
5	152	145	146	147	143	146	138	114	105	108	104	103	110	100
10	171	169	168	174	172	172	170	130	124	125	130	126	131	125
15	181	183	180	189	189	187	192	139	134	134	146	141	144	141
20	188	192	188	199	202	197	208	144	142	140	157	151	152	154
25	192	200	194	207	212	205	221	148	147	145	166	160	159	164
30	196	206	199	214	220	212	233	151	152	149	173	167	164	173
50	206	222	212	231	245	230	269	159	165	159	194	189	179	201
75	213	235	222	245	265	244	301	165	175	167	210	207	191	226
100	218	245	229	254	280	254	326	169	182	173	221	221	199	246
	Santa María El Tablón							Seamay						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	89	79	83	78	75	81	73	131	126	127	123	123	124	120
5	130	118	121	123	115	124	112	163	159	160	159	158	158	153
10	151	146	146	154	150	152	148	180	179	179	183	181	181	180
15	162	162	159	171	172	168	173	189	191	188	196	195	194	198
20	169	173	168	183	189	179	193	194	198	195	205	204	203	211
25	174	182	175	192	203	188	210	198	204	200	211	212	210	222
30	178	190	180	200	215	195	224	202	209	204	217	218	215	231
50	189	210	195	220	251	215	272	210	222	215	232	236	231	258
75	196	227	207	237	282	230	316	216	232	223	244	250	243	282
100	202	240	215	248	306	241	352	221	240	229	252	260	252	300
	Sepamac							Serchil						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	84	81	82	76	76	80	77	61	60	60	60		59	58

Continuación del apéndice 5.

5	108	103	104	103	99	105	99	72	71	71	71		70	69
10	121	116	117	122	118	122	117	77	78	77	78		77	78
15	127	124	124	133	130	131	128	80	81	80	81		81	83
20	132	129	129	141	140	138	137	81	84	82	83		84	87
25	135	133	132	148	147	143	144	83	85	84	85		86	91
30	137	136	135	153	154	147	150	84	87	85	86		88	93
50	143	145	143	167	173	159	169	87	91	88	90		93	101
75	148	152	149	178	190	168	185	89	94	91	93		97	108
100	151	156	153	186	202	174	197	90	96	92	95		100	113
	Suiza Contenta							Tierra Blanca						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	61	58	59	55	57	57	55	74	73	73	72	72	72	70
5	80	76	77	75	76	77	73	87	86	86	86	86	85	84
10	90	88	88	91	89	90	89	93	94	93	94	94	94	94
15	95	95	94	100	97	98	99	97	98	97	99	99	99	101
20	98	100	98	106	102	103	107	99	101	99	101	102	102	105
25	100	103	101	111	107	107	114	101	103	101	104	105	105	109
30	102	106	103	115	110	110	119	102	105	103	105	107	107	112
50	107	114	109	126	120	119	137	105	109	107	110	113	113	122
75	111	121	114	135	128	127	152	108	113	110	114	117	118	130
100	113	125	118	141	134	132	164	109	116	112	116	120	122	136
	Tikal Petén							Tiquisate						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	84	81	82	82		81	78	120	112	114	97	109	111	105
5	103	102	102	102		100	99	169	154	157	140	153	162	147
10	113	115	113	114		113	116	194	182	183	184	184	196	184
15	118	122	119	120		121	127	207	198	196	213	203	215	209
20	121	127	123	124		126	135	215	210	206	234	216	228	228
25	123	131	126	127		130	141	221	218	213	251	227	238	244
30	125	134	128	129		133	147	226	225	219	265	236	246	258
50	130	142	135	136		142	164	239	245	234	306	261	270	301
75	134	148	140	141		149	179	248	261	246	338	281	288	341
100	136	152	143	144		154	190	254	272	254	362	297	301	371
	Todos Santos							Totonicapán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	47	44	45	44		44	42	49	44	46	41	41	44	41

Continuación del apéndice 5.

5	60	60	59	59	58	57	71	64	66	65	62	68	60	
10	67	70	68	68	68	70	82	77	78	83	79	83	78	
15	71	75	72	73	73	79	88	85	85	94	91	92	90	
20	73	79	75	77	77	86	92	91	90	101	99	98	100	
25	75	82	78	80	80	91	95	95	93	107	107	102	108	
30	76	85	79	82	82	96	97	98	96	111	113	106	115	
50	80	92	84	88	88	111	103	108	104	124	132	117	137	
75	82	97	88	92	93	124	107	116	110	134	148	125	158	
100	84	101	91	95	97	134	110	122	114	142	161	131	175	
	Quixal							Xequemeyá						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	132	124	127	125	123	124	117	65	64	64	62	63	63	61
5	172	167	168	169	167	166	160	78	77	77	76	76	76	75
10	193	195	193	196	196	194	197	85	84	84	86	85	85	85
15	204	211	206	211	212	210	222	88	89	88	91	90	90	91
20	211	222	215	221	224	221	240	90	91	90	94	93	93	96
25	216	231	222	228	233	230	256	92	94	92	97	96	96	100
30	220	238	227	234	240	237	270	93	95	94	99	98	98	103
50	230	257	242	251	261	256	311	96	100	98	105	104	104	113
75	238	272	253	264	277	271	348	99	104	101	109	109	109	121
100	243	283	261	273	289	282	377	100	106	103	112	112	113	127
	Zunil													
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG							
2	61	55	57	50	51	56	51	N=Distribución normal						
5	89	79	82	80	76	85	75	LN=Distribución <i>log</i> normal						
10	103	95	97	103	98	104	96	GA= Distribución gamma						
15	110	105	105	117	112	114	111	GA3=Distribución gamma III						
20	115	111	111	127	123	122	122	LP3=Distribución <i>log</i> Pearson III						
25	118	116	115	134	132	128	132	G=Distribución Gumbel						
30	121	121	119	140	140	133	140	LG=Distribución <i>log</i> Gumbel						
50	128	133	128	158	163	146	167							
75	134	142	135	172	184	156	191							
100	137	149	140	182	200	164	211							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Distribución Gumbel para serie de excedentes ciclónicos**

Tr	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
Agua Caliente	110	160	193	212	225	235	243	266	284	297
Alameda Icta	73	111	136	150	160	168	174	191	205	215
Amatitlán	75	110	133	146	155	163	168	184	197	206
Asunción Mita	92	105	113	118	121	124	126	132	137	140
Camantulul	186	433	596	688	753	802	843	955	1044	1107
Camotán	69	77	83	86	88	90	91	95	97	100
Catarina	137	150	158	163	166	169	171	176	181	184
Cerro La Laguna	98	117	129	137	141	145	148	157	164	169
Chajcar	108	153	182	199	210	219	226	246	262	274
Chajúl	77	90	98	103	107	109	111	117	122	125
Chicamán	68	84	95	101	106	109	112	119	125	129
Chinique	66	70	72	73	74	75	76	77	78	79
Chiguilá	57	72	82	88	92	95	98	105	111	115
Chilascó	56	73	84	91	95	98	101	109	115	119
Chipacá	74	97	111	119	125	130	133	143	151	157
Chixoy	136	174	199	213	223	230	236	253	267	277
Choaxán	66	78	86	91	94	97	99	104	109	112
Chuitinamit	61	71	78	82	85	87	89	93	97	100
Cobán	107	140	162	175	183	190	195	211	223	231
Comitancillo	56	64	70	73	75	77	78	82	85	87
Cuatro Caminos	74	91	102	109	113	116	119	127	133	137
Cubulco	70	93	108	117	123	128	132	142	151	157
Cuilco	51	64	72	77	80	83	85	91	95	99
El Asintal	114	126	133	137	140	143	145	150	154	157
El Capitán	94	154	193	215	231	243	252	279	301	316
El Cebollal	65	79	88	93	96	99	101	108	112	116
El Mirador	150	174	190	199	205	210	214	224	233	239
El Paradillo	62	72	79	82	85	87	89	94	97	100
El Quiché	55	75	89	97	102	106	110	119	127	132
El Salto	140	170	189	200	208	214	219	233	244	251
El Volcán	134	146	154	159	162	164	166	172	176	179
Esquipulas	95	108	117	122	126	128	131	137	141	145
Flores	110	154	184	200	212	221	228	249	265	276
Guatemala Sur	77	114	138	152	162	169	175	192	205	215

Continuación del apéndice 6.

Huehuetenango	61	68	73	76	78	79	81	84	87	89
Insivumeh	92	138	169	186	199	208	216	237	253	265
Ipala	61	73	82	87	90	92	95	100	105	108
Jardín Mil Flores	61	80	92	100	105	108	112	120	127	132
Jurún Marinalá	155	206	239	258	272	282	290	313	332	345
La Capellanía	53	63	69	73	75	77	79	83	87	89
La Ceibita	73	89	100	106	110	113	116	123	129	133
La Fragua	69	87	99	106	111	114	117	126	132	137
La Navidad	106	114	119	122	124	126	127	131	134	136
La Pampa	107	141	163	176	185	192	197	213	225	233
La Pastoría	101	150	182	200	212	222	230	252	269	281
La Providencia	78	109	129	140	148	154	159	173	184	192
La Soledad	62	76	85	90	94	97	99	105	110	114
La Unión	104	134	154	166	173	180	185	198	209	217
Labor Ovalle	67	94	112	122	129	135	139	152	161	168
Las Vegas	112	135	151	160	166	170	174	185	194	200
Los Albores	81	106	123	133	139	144	149	160	169	176
Los Esclavos	102	148	177	194	206	215	223	243	260	271
Mariscos	98	126	144	154	161	167	171	184	194	201
Matanzas	50	58	64	67	69	71	72	76	79	81
Media Legua	95	134	159	174	184	192	198	216	230	240
Montúfar	153	222	268	294	312	326	337	369	393	411
Morazán	70	80	86	90	92	94	96	100	104	106
Nebaj	79	86	90	92	94	95	96	99	102	103
Pachuté	47	53	57	59	60	61	62	65	67	69
Palamá	88	126	151	166	176	183	189	207	220	230
Panzos	104	119	129	134	138	141	144	150	156	160
Papalhá	88	129	157	172	183	191	198	217	232	242
Pasabien	75	93	105	112	117	120	123	132	138	143
Poptún	69	96	113	123	130	136	140	152	162	169
Potrero Carrillo	73	93	107	115	120	124	128	137	144	150
Pueblo Viejo	70	82	90	94	98	100	102	107	112	115
Puerto Barrios	157	184	202	212	220	225	230	242	252	259
Purulhá	87	106	119	126	131	135	138	146	153	158
Quezada	97	152	188	208	223	234	243	268	288	302
Quixal	138	160	174	182	188	192	195	205	213	218

Continuación del apéndice 6.

Retalhuleu	169	233	276	300	317	330	340	370	393	409
Sabana Grande	164	201	225	239	248	255	261	278	291	300
Sacpulub	78	107	126	136	144	150	154	167	177	185
San Andrés Sajcabajá	67	75	81	84	87	88	90	94	97	99
San Antonio Ilotenango	92	175	230	261	283	300	314	352	382	403
San Cristóbal	83	112	131	142	149	155	160	173	183	190
San Jerónimo	76	94	106	112	117	120	123	131	138	142
Puerto San José	154	224	271	298	316	331	342	375	400	418
San Lorenzo	75	91	101	107	111	115	117	125	130	134
San Marcos	82	105	121	130	136	141	144	155	164	170
San Martín Jilotepeque	75	103	122	133	140	146	151	164	174	181
San Miguel Acatán	76	106	126	138	146	152	157	171	182	189
San Pedro Ayampuc	81	92	99	103	106	108	110	115	119	122
San Pedro Mactún	71	81	87	91	93	95	97	102	105	108
San Pedro Necta	57	64	68	70	72	73	74	77	79	81
San Pedro Soloma	100	140	167	182	192	200	207	225	239	249
Santa Cruz Balanyá	64	77	86	91	95	98	100	106	111	114
Santa María de Jesús	125	146	160	167	173	177	180	190	197	203
Cahabón	89	96	100	103	105	106	107	111	113	115
Santiago Atitlán	102	139	164	179	188	196	202	220	233	243
Seamay	130	159	178	189	197	202	207	220	231	238
Sepamac	98	122	138	147	154	159	163	174	182	189
Serchil	56	63	67	70	72	73	74	78	80	82
El Tablón	83	125	153	168	179	188	195	214	229	240
Suiza Contenta	68	89	102	110	115	119	123	132	139	144
Tecún Umán	111	152	179	195	205	214	221	239	254	265
Tierra Blanca	69	80	87	91	94	96	98	102	106	109
Tikal Petén	79	97	108	115	120	123	126	134	141	145
Tiquisate	123	205	259	289	311	327	340	378	407	428
Todos Santos	52	66	75	80	84	86	89	95	100	103
Totonicapán	59	81	96	104	110	115	118	129	137	142
Xequemeyá	70	90	102	109	114	118	121	130	137	142
Zunil	68	95	114	124	131	137	142	154	164	171

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Distribución Gumbel para serie de excedentes no ciclónicos**

Tr	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
Agua Caliente	82	95	104	109	112	115	117	123	128	131
Alameda Icta	59	69	75	79	81	83	85	89	93	95
Amatitlán	62	74	82	86	89	91	93	99	103	106
Asunción Mita	82	92	99	103	106	108	110	115	118	121
Camantulul	135	152	164	170	175	178	181	189	195	200
Camotán	71	81	87	91	94	96	97	102	106	108
Catarina	135	153	165	171	176	180	182	191	197	202
Cerro La Laguna	97	123	140	150	157	163	167	179	189	195
Chajcar	96	114	127	134	138	142	145	154	160	165
Chajúl	87	155	199	225	242	256	267	298	322	340
Chicamán	64	76	83	87	90	93	95	100	104	107
Chinique	70	87	99	105	110	113	116	124	130	134
Chiguilá	56	64	69	71	73	75	76	79	82	84
Chilascó	49	62	70	75	79	81	83	89	94	97
Chipacá	72	83	90	93	96	98	100	105	108	111
Chixoy	132	158	176	185	192	198	202	214	223	230
Choaxán	58	67	73	76	79	80	82	86	89	92
Chuitinamit	60	69	75	78	80	82	83	87	90	92
Cobán	98	118	131	138	143	147	150	159	166	171
Comitancillo	55	66	73	78	80	83	84	89	93	96
Cuatro Caminos	49	61	70	74	78	80	82	88	92	96
Cubulco	65	81	91	97	101	104	107	114	120	124
Cuilco	52	62	68	72	75	77	78	83	87	89
El Asintal	116	132	142	148	152	155	158	165	171	175
El Capitán	82	106	121	130	136	141	145	156	164	170
El Cebollal	63	81	93	100	105	109	112	120	127	131
El Mirador	159	199	226	241	252	260	267	285	300	310
El Paradillo	58	65	69	72	73	75	76	79	81	83
El Quiché	54	61	66	69	71	73	74	77	80	82
El Salto	137	154	166	173	177	181	184	192	198	203
El Volcán	139	165	183	193	200	205	209	221	231	238
Esquipulas	87	100	108	113	117	119	121	127	132	135
Flores	101	116	126	132	136	139	141	148	153	157
Guatemala Sur	74	90	100	106	111	114	116	124	130	134

Continuación del apéndice 7.

Huehuetenango	63	71	77	80	82	84	85	89	92	94
Insivumeh	72	87	96	102	106	109	111	118	123	127
Ipala	60	69	75	78	81	82	84	88	91	93
Jardín Mil Flores	47	58	66	70	73	76	78	83	87	90
Jurún Marinalá	128	144	154	160	164	167	170	177	183	187
La Capellanía	57	68	76	80	83	85	87	92	96	99
La Ceibita	74	88	97	103	106	109	112	118	123	127
La Fragua	65	79	88	93	97	100	102	109	114	117
La Navidad	118	142	158	167	173	178	182	193	202	208
La Pampa	92	102	109	113	115	117	119	124	127	130
La Pastoría	76	87	95	99	102	104	106	111	115	118
La Providencia	78	90	97	102	105	107	109	114	118	121
La Soledad	60	72	80	84	87	90	91	97	101	104
La Unión	89	102	111	116	120	122	125	131	136	139
Labor Ovalle	47	55	60	63	65	66	68	71	74	76
Las Vegas	90	112	127	136	142	146	150	160	168	174
Los Albores	76	93	103	109	114	117	120	127	133	137
Los Esclavos	79	90	97	101	104	106	108	113	117	119
Mariscos	99	117	128	135	140	143	146	154	161	165
Matanzas	46	54	59	62	64	66	67	71	74	76
Media Legua	90	130	156	170	180	188	195	213	227	237
Montúfar	117	148	168	180	188	194	199	213	224	232
Morazán	66	74	79	81	83	85	86	89	92	94
Nebaj	76	90	99	104	107	110	112	118	123	127
Pachuté	48	56	62	65	67	68	70	73	76	78
Palamá	75	87	94	99	102	104	106	111	115	118
Panzos	102	115	124	129	132	135	137	143	148	151
Papalhá	85	112	130	140	147	152	157	169	179	186
Pasabien	72	85	94	99	102	105	107	113	118	121
Poptún	70	86	97	103	107	110	113	120	126	130
Potrero Carrillo	68	79	86	90	93	95	97	102	106	109
Pueblo Viejo	69	80	87	91	93	95	97	102	106	108
Puerto Barrios	160	183	198	207	213	218	222	232	241	247
Purulhá	82	99	111	118	122	126	129	137	143	147
Quezada	70	81	89	93	95	98	99	104	108	111
Quixal	143	175	196	207	216	222	227	242	253	261

Continuación del apéndice 7.

Retalhuleu	124	137	145	150	153	155	157	163	167	171
Sabana Grande	144	164	178	185	190	194	198	207	214	219
Sacpulub	70	82	90	94	97	100	102	107	111	114
San Andrés Sajcabajá	68	91	106	115	121	126	130	140	149	155
San Antonio Ilotenango	104	181	233	262	282	298	311	346	374	394
San Cristóbal	72	84	91	96	99	101	103	108	112	115
San Jerónimo	77	98	113	121	126	131	134	144	152	157
Puerto San José	136	167	188	200	208	215	220	234	246	254
San Lorenzo	78	104	122	132	138	144	148	160	169	176
San Marcos	68	80	87	91	94	97	98	104	108	111
San Martín Jilotepeque	72	82	88	91	94	96	97	102	105	108
San Miguel Acatán	74	103	122	133	141	147	152	165	175	183
San Pedro Ayampuc	80	94	103	108	112	115	117	124	129	132
San Pedro Mactún	70	81	89	93	96	99	100	106	110	113
San Pedro Necta	60	69	76	80	82	84	86	90	94	96
San Pedro Soloma	72	93	107	115	121	125	128	138	146	151
Santa Cruz Balanyá	54	61	65	68	70	71	72	76	78	80
Santa María de Jesús	131	162	182	194	202	208	213	227	238	246
Cahabón	91	112	126	134	140	144	147	157	165	170
Santiago Atitlán	79	90	96	100	103	105	106	111	114	117
Seamay	132	161	179	190	197	203	208	220	231	238
Sepamac	91	109	122	129	133	137	140	149	155	160
Serchil	59	68	73	77	79	81	82	86	89	92
El Tablón	61	77	88	95	99	102	105	112	118	122
Suiza Contenta	64	76	84	88	91	94	96	101	105	108
Tecún Umán	86	115	135	146	154	160	165	178	189	197
Tierra Blanca	67	79	88	92	95	98	100	105	110	113
Tikal Petén	77	91	99	104	108	110	112	118	123	127
Tiquisate	111	126	136	142	146	149	151	158	163	167
Todos Santos	49	57	63	66	68	69	71	74	77	79
Totonicapán	47	64	74	80	84	88	90	98	104	108
Xequemeyá	62	70	76	79	81	82	84	87	90	92
Zunil	60	78	89	96	100	104	107	115	121	126

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Distribución mezclada para serie de excedentes**

Tr	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
Agua Caliente	93	121	140	150	157	163	168	180	191	198
Alameda Icta	63	80	91	98	102	106	109	116	123	127
Amatitlán	66	86	99	106	111	115	118	127	134	139
Asunción Mita	85	96	103	107	110	112	114	119	123	126
Camantulul	151	240	298	331	355	372	387	427	459	482
Camotán	70	80	86	90	92	94	96	100	103	106
Catarina	135	152	163	169	173	177	179	187	193	197
Cerro La Laguna	97	121	137	146	152	157	161	172	181	187
Chajcar	99	122	138	147	153	157	161	172	181	187
Chajúl	85	140	177	198	212	223	233	258	278	292
Chicamán	65	78	86	91	94	97	99	105	109	113
Chinique	70	84	94	100	103	106	109	115	121	124
Chiguilá	56	65	71	74	76	78	79	83	86	89
Chilascó	51	65	74	79	83	85	88	94	99	103
Chipacá	73	89	99	104	108	111	114	121	126	130
Chixoy	133	163	182	193	201	207	212	225	236	244
Choaxán	59	68	74	78	80	82	84	88	91	94
Chuitinamit	61	70	76	79	82	84	85	89	93	95
Cobán	100	123	138	147	153	158	161	172	180	186
Comitancillo	55	66	73	76	79	81	83	88	91	94
Cuatro Caminos	55	69	78	83	86	89	91	97	102	106
Cubulco	66	83	95	101	106	109	112	120	126	131
Cuilco	52	62	70	74	76	79	80	85	89	92
El Asintal	116	131	141	146	150	153	156	163	168	172
El Capitán	88	130	158	174	185	193	200	219	234	245
El Cebollal	63	81	92	99	104	107	110	118	124	129
El Mirador	158	197	222	236	247	254	261	278	292	302
El Paradillo	59	67	72	75	77	78	80	83	86	88
El Quiché	54	65	72	76	79	81	83	88	92	94
El Salto	138	159	173	181	187	191	195	205	212	218
El Volcán	138	163	180	189	195	200	205	216	225	231
Esquipulas	88	101	110	114	118	120	123	128	133	136
Flores	103	123	136	144	149	153	157	166	173	178
Guatemala Sur	75	97	112	121	126	131	135	145	153	159

Continuación del apéndice 8.

Huehuetenango	62	71	76	79	81	83	84	88	91	93
Insivumeh	79	104	121	130	137	142	146	157	166	173
Ipala	60	70	77	80	83	85	86	91	94	97
Jardín Mil Flores	51	65	74	79	82	85	87	94	99	102
Jurún Marinalá	140	173	194	206	214	221	226	241	252	260
La Capellanía	56	66	74	78	80	83	84	89	93	96
La Ceibita	74	88	98	104	107	110	113	119	125	128
La Fragua	66	82	92	97	101	104	107	114	119	123
La Navidad	114	134	147	154	159	163	166	175	182	187
La Pampa	96	113	124	131	135	139	142	149	155	160
La Pastoría	81	100	112	119	124	128	131	139	146	151
La Providencia	78	96	108	115	119	123	126	134	140	145
La Soledad	61	73	81	86	89	91	93	99	103	106
La Unión	92	109	121	127	132	135	138	146	152	156
Labor Ovalle	54	69	78	84	88	91	93	100	105	109
Las Vegas	94	116	132	140	146	151	154	165	173	179
Los Albores	78	98	111	119	124	128	131	140	148	153
Los Esclavos	88	112	127	136	143	147	151	162	171	177
Mariscos	99	119	132	139	144	148	151	160	167	172
Matanzas	47	55	60	63	66	67	68	72	75	77
Media Legua	92	131	157	172	182	190	196	214	228	238
Montúfar	132	178	208	225	238	247	254	275	292	304
Morazán	67	75	80	83	86	87	88	92	95	97
Nebaj	77	89	96	101	104	106	108	113	117	120
Pachuté	48	56	61	63	65	67	68	72	75	76
Palamá	79	99	112	119	125	129	132	141	148	153
Panzos	102	116	125	130	134	136	138	145	150	153
Papalhá	85	114	134	145	152	158	163	176	187	195
Pasabien	73	88	97	103	107	110	112	119	124	128
Poptún	70	88	99	106	111	114	117	125	132	136
Potrero Carrillo	70	85	95	101	105	108	110	117	122	126
Pueblo Viejo	70	81	88	92	95	97	99	104	108	111
Puerto Barrios	159	183	199	208	215	220	224	235	243	250
Purulhá	83	101	113	120	124	128	131	139	145	150
Quezada	77	100	115	124	129	134	138	148	156	162
Quixal	142	172	192	203	211	217	222	236	247	254

Continuación del apéndice 8.

Retalhuleu	137	165	183	193	200	206	210	223	233	240
Sabana Grande	149	174	190	199	206	211	215	226	235	241
Sacpulub	72	87	96	102	106	109	111	118	123	127
San Andrés Sajcabajá	68	88	101	109	114	118	122	131	138	143
San Antonio Ilotenango	100	180	232	262	283	299	312	348	376	397
San Cristóbal	74	89	99	105	109	112	114	121	127	130
San Jerónimo	77	97	111	119	124	128	131	141	148	153
Puerto San José	145	196	231	250	264	274	282	306	325	338
San Lorenzo	77	100	115	124	130	135	138	149	157	163
San Marcos	75	93	105	112	116	120	123	131	138	142
San Martín Jilotepeque	73	86	96	101	104	107	109	116	120	124
San Miguel Acatán	74	104	123	134	142	148	153	166	177	185
San Pedro Ayampuc	80	93	102	107	110	113	115	121	126	129
San Pedro Mactún	70	81	89	93	96	98	100	105	109	112
San Pedro Necta	59	68	74	78	80	82	83	87	91	93
San Pedro Soloma	78	104	120	130	136	142	146	157	167	173
Santa Cruz Balanyá	57	66	72	75	78	79	81	85	88	91
Santa María de Jesús	129	156	174	184	191	196	201	213	223	229
Cahabón	90	110	122	129	134	138	141	150	157	162
Santiago Atitlán	91	116	133	142	148	153	157	169	178	184
Seamay	132	160	179	190	197	203	207	220	231	238
Sepamac	92	111	124	131	136	140	143	152	159	164
Serchil	58	67	73	76	78	80	81	85	88	90
El Tablón	70	97	115	126	133	138	143	155	165	172
Suiza Contenta	66	81	90	96	100	103	105	112	117	121
Tecún Umán	96	131	154	167	176	183	188	204	216	225
Tierra Blanca	68	80	87	92	95	97	99	105	109	112
Tikal Petén	78	91	100	105	109	112	114	120	125	129
Tiquisate	113	142	160	171	179	184	189	202	212	219
Todos Santos	51	61	68	72	75	77	79	84	88	90
Totonicapán	51	69	81	87	92	96	98	107	113	118
Xequemeyá	64	74	81	85	87	89	91	96	100	102
Zunil	65	88	104	113	119	124	128	138	147	153

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Distribuciones de probabilidad para serie completa de excedentes**

	Agua Caliente							Alameda Icta						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	98	93	95	84	85	92	88	66	64	65	56	58	62	61
5	133	121	125	119	115	128	117	87	79	81	70	72	84	76
10	151	139	143	149	141	152	140	98	88	91	89	87	99	89
15	160	149	152	168	159	165	156	104	93	96	103	97	107	96
20	166	156	159	181	173	175	168	107	97	99	113	106	113	102
25	170	162	164	191	185	182	177	110	99	102	121	113	117	107
30	173	166	167	199	195	188	186	112	101	104	128	120	121	111
50	182	178	178	223	225	204	211	117	107	110	148	139	131	123
75	189	187	186	242	253	217	234	121	112	114	165	158	139	133
100	193	194	192	256	274	227	251	124	115	117	177	172	144	141
	Amatitlán							Asunción Mita						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	70	67	68	60	61	66	64	87	86	86	85	85	84	84
5	92	84	87	81	79	89	82	98	97	97	97	97	96	95
10	104	95	98	101	95	104	96	104	104	103	104	104	104	104
15	109	101	103	113	107	113	105	107	107	107	108	108	108	109
20	113	105	107	122	116	119	112	108	109	109	111	111	111	113
25	116	108	110	130	124	124	117	110	111	110	113	114	114	116
30	118	111	113	136	130	127	122	111	112	111	115	116	116	118
50	124	118	119	153	151	138	137	114	116	115	119	121	121	126
75	128	123	124	166	170	146	149	116	119	117	122	125	125	132
100	131	127	127	176	184	152	159	118	121	119	125	128	128	136
	Camantulul							Camotán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	144	142	142	138	138	139	138	72	71	72	68	69	70	70
5	164	162	163	161	160	161	159	81	80	80	78	78	80	79
10	175	174	174	177	175	176	174	86	85	85	85	85	86	85
15	181	180	180	186	185	184	184	88	87	87	90	89	90	88
20	184	184	184	192	192	190	191	90	89	89	94	93	92	91
25	187	187	187	196	197	194	196	91	90	90	96	95	94	93
30	189	190	189	200	201	198	201	92	91	91	98	97	95	95
50	195	197	195	211	214	208	214	94	93	93	105	104	100	100

Continuación del apéndice 9.

75	199	202	200	219	224	216	226	96	95	95	110	109	103	105
100	201	205	203	225	231	222	234	97	97	97	113	113	106	108
	Catarina							Cerro La Laguna						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	139	137	138	134	134	135	135	102	99	100	91	93	97	96
5	154	153	153	151	150	152	150	125	119	120	114	114	121	116
10	162	161	161	163	162	163	162	137	131	132	135	132	137	131
15	167	166	166	170	169	169	168	142	137	138	147	143	146	141
20	169	168	168	175	175	173	173	146	141	142	156	152	152	148
25	171	171	170	179	179	177	177	149	145	146	163	159	157	154
30	173	172	172	182	182	179	180	152	147	148	169	165	161	159
50	177	177	177	191	192	187	189	157	154	155	186	184	172	173
75	180	181	180	198	200	193	197	162	160	160	199	200	181	186
100	182	183	182	202	206	197	203	165	164	163	209	212	187	195
	Chajcar							Chajúl						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	103	100	101	93	95	98	96	95	86	89	70	74	84	81
5	127	122	124	120	119	124	119	152	118	128	98	101	144	113
10	140	136	137	140	138	141	136	182	139	151	147	134	184	140
15	147	143	144	153	149	151	148	197	151	164	185	160	206	158
20	151	148	148	161	158	157	156	207	159	173	214	182	222	173
25	154	152	152	168	165	163	163	214	165	180	238	201	234	184
30	156	155	154	174	171	167	169	220	171	185	259	219	244	195
50	163	163	162	189	189	179	186	235	185	200	320	277	272	226
75	168	170	168	202	204	188	201	246	197	211	371	336	293	255
100	171	174	171	211	215	194	212	254	205	219	408	386	309	277
	Chicamán							Chinique						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	68	67	67	64	65	65	64	72	71	71	65	66	69	69
5	80	78	79	78	77	78	76	87	83	84	77	78	85	81
10	86	85	85	87	86	87	86	95	90	91	91	89	96	91
15	89	89	89	92	92	91	91	99	94	95	100	97	101	96
20	92	91	91	96	96	95	95	102	96	98	107	103	106	101
25	93	93	93	99	99	97	99	103	98	100	112	108	109	104
30	94	95	94	101	101	99	102	105	100	101	117	113	111	107
50	97	99	98	107	108	105	110	109	104	105	130	126	118	115

Continuación del apéndice 9.

75	100	102	101	112	114	110	117	112	107	108	141	138	124	122
100	101	104	103	115	119	113	122	114	110	110	149	147	128	128
	Chiguilá							Chilascó						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	58	57	58	55	55	56	56	53	51	52	48	49	51	49
5	66	65	66	64	64	65	64	67	64	65	63	62	65	62
10	71	70	70	71	70	71	70	74	71	72	74	72	74	72
15	73	72	72	75	74	74	74	77	75	76	81	79	79	78
20	75	74	74	78	77	77	76	80	78	78	85	84	83	83
25	76	75	75	80	80	79	79	81	80	80	89	88	86	86
30	76	76	76	82	81	80	80	83	82	82	92	91	88	90
50	79	79	78	87	87	84	86	86	87	86	100	102	95	99
75	80	81	80	91	92	87	90	89	90	89	106	110	100	108
100	81	82	81	94	95	89	93	91	93	91	110	117	104	114
	Chipacá							Chixoy						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	76	75	75	69	70	73	72	139	135	136	129	130	133	131
5	92	88	89	83	83	89	86	167	162	163	161	159	163	158
10	100	95	96	97	95	100	96	182	178	179	183	180	182	179
15	104	99	100	106	103	106	102	189	187	187	196	193	193	192
20	106	102	103	113	109	110	106	194	193	192	205	203	201	202
25	108	104	105	118	114	114	110	197	197	196	212	210	207	210
30	110	106	107	122	119	116	113	200	201	199	218	217	212	216
50	114	110	111	135	132	124	122	208	210	208	233	235	226	236
75	117	114	114	145	143	130	130	213	218	214	246	250	236	253
100	119	116	116	153	152	134	136	217	223	219	255	261	244	265
	Choaxán							Chuitinamit						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	60	60	60	58	58	59	58	62	61	62	60	60	61	60
5	70	69	69	68	68	68	67	71	70	70	70	69	70	69
10	74	74	74	75	74	75	74	76	75	75	76	76	76	75
15	77	77	76	79	78	78	78	78	78	78	80	79	79	79
20	78	78	78	81	81	81	81	79	80	79	82	82	82	82
25	79	80	79	83	84	83	84	80	81	80	84	84	84	85
30	80	81	80	85	85	84	86	81	82	81	85	86	85	87
50	83	84	83	89	91	89	92	84	85	84	90	91	89	92

Continuación del apéndice 9.

75	84	86	85	92	95	92	97	85	87	86	93	94	93	97
100	86	88	87	95	98	94	100	86	89	87	95	97	95	101
	Cobán							Comitancillo						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	105	102	103	98	98	100	98	57	56	56	55	55	55	54
5	127	123	124	123	121	124	120	67	66	66	65	65	66	64
10	139	136	137	140	138	139	137	72	72	72	73	72	72	72
15	145	143	143	150	149	148	148	75	75	74	77	76	76	76
20	148	148	148	157	156	154	156	76	77	76	80	79	79	80
25	151	152	151	162	162	159	162	78	78	78	82	82	81	83
30	154	155	153	166	167	163	168	79	79	79	84	84	83	85
50	159	163	160	178	182	174	184	81	83	82	89	89	88	92
75	164	169	166	187	194	182	198	83	85	84	93	94	91	97
100	167	173	169	193	203	188	208	84	87	86	96	97	94	102
	Cuatro Caminos							Cubulco						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	57	55	56	54	53	54	52	69	67	67	63	63	66	64
5	74	71	72	72	70	71	68	85	82	83	81	79	83	79
10	82	81	81	83	82	82	82	94	91	92	95	92	95	91
15	86	87	86	89	90	89	90	99	96	96	103	100	101	99
20	89	91	89	93	95	93	97	101	99	99	108	107	106	105
25	91	94	92	96	100	97	102	104	102	102	113	112	109	109
30	93	96	94	99	103	99	107	105	104	104	116	116	112	113
50	97	103	99	106	114	107	121	110	109	109	126	129	120	125
75	100	108	104	111	123	113	134	113	114	113	134	140	127	135
100	102	112	107	115	129	117	143	115	117	115	140	149	131	142
	Cuilco							El Asintal						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	54	52	53	50	50	52	51	119	118	118	113	114	116	115
5	64	62	62	61	60	62	60	133	131	132	129	128	131	129
10	69	67	68	69	68	69	68	140	139	139	141	139	141	139
15	72	70	71	74	73	73	72	144	143	143	148	146	146	145
20	74	72	73	78	77	76	76	147	145	145	153	151	150	149
25	75	74	74	81	80	78	78	148	147	147	157	155	153	153
30	76	75	75	83	82	80	80	150	149	149	160	159	156	156
50	79	78	78	89	90	85	87	153	153	153	169	168	163	164

Continuación del apéndice 9.

75	80	81	80	94	96	89	93	156	156	156	176	177	168	171
100	82	83	82	98	100	92	97	158	158	158	181	182	172	176
	El Capitán							El Cebollal						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	96	88	90	77	80	88	82	67	64	65	60	61	63	62
5	140	122	128	121	115	133	117	83	79	80	78	76	81	77
10	163	146	151	160	149	164	147	92	88	89	92	89	92	89
15	174	159	163	183	172	181	168	96	93	94	100	98	99	96
20	181	168	171	200	190	193	184	99	97	97	106	104	103	102
25	187	175	178	214	205	202	197	101	99	99	111	109	107	107
30	191	181	183	225	218	210	209	103	101	101	114	113	110	110
50	203	198	197	256	259	230	245	107	107	106	125	126	118	122
75	211	211	208	282	296	247	278	110	111	110	133	138	124	132
100	217	220	215	300	326	259	304	113	114	113	139	146	129	139
	El Mirador							El Paradillo						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	165	161	162	149	152	158	155	60	60	60	58	58	59	59
5	202	194	196	188	187	197	189	68	67	67	67	66	67	66
10	222	214	215	220	216	223	215	72	71	71	72	72	72	72
15	231	224	226	240	234	237	231	74	74	74	76	75	75	75
20	237	231	232	254	248	247	243	75	75	75	78	78	77	77
25	242	237	237	265	259	255	253	76	76	76	80	80	79	79
30	246	241	241	274	268	261	261	77	77	77	81	81	80	81
50	255	253	252	299	296	279	285	79	79	79	85	86	84	85
75	263	263	261	320	320	293	306	80	81	81	88	90	87	89
100	267	269	266	335	337	303	322	81	82	82	90	92	89	92
	El Quiché							El Salto						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	56	55	55	51	51	54	53	142	140	141	133	134	138	137
5	67	64	65	60	60	66	63	163	159	160	154	153	160	156
10	73	70	71	70	69	74	70	174	170	171	173	170	174	170
15	76	73	74	77	75	78	74	179	175	176	184	181	182	179
20	78	75	75	82	80	81	78	183	179	180	192	189	188	185
25	80	76	77	86	84	84	80	185	182	183	198	195	192	190
30	81	77	78	90	87	86	82	187	184	185	203	201	196	194
50	84	80	81	100	97	91	89	193	190	191	218	217	206	207

Continuación del apéndice 9.

75	86	83	83	108	106	95	94	197	195	195	230	231	214	217
100	87	84	85	114	113	98	98	199	198	198	238	241	220	224
	El Volcán							Esquipulas						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	143	140	141	137	136	138	136	91	90	90	88	88	88	87
5	167	164	165	163	161	163	160	103	102	102	101	101	101	100
10	180	178	178	181	180	180	178	109	109	109	110	110	110	109
15	186	185	185	191	190	190	190	113	113	112	115	115	115	115
20	190	190	189	198	198	196	198	115	115	115	118	119	118	119
25	193	194	193	203	204	201	204	116	117	116	121	122	121	122
30	195	197	195	208	209	206	210	118	118	118	123	124	123	125
50	202	205	203	220	223	217	226	121	122	121	129	131	129	133
75	206	211	208	229	235	226	240	123	125	124	133	136	133	139
100	209	215	212	236	244	233	250	125	128	126	136	140	137	144
	Flores Aeropuerto							Guatemala Sur						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	107	104	105	96	99	102	101	79	76	77	68	70	74	73
5	128	123	125	117	118	125	120	102	94	96	87	88	99	91
10	140	134	136	137	135	140	135	114	105	108	108	105	115	106
15	145	140	141	149	146	149	144	120	111	114	122	117	124	115
20	149	144	145	158	154	155	151	124	115	118	133	126	130	122
25	152	147	148	165	161	159	156	127	118	121	141	134	135	128
30	154	150	150	171	167	163	161	129	121	123	148	141	139	132
50	160	156	157	188	183	173	174	135	128	129	168	161	150	147
75	164	161	161	202	198	182	185	140	133	134	184	180	159	159
100	167	165	164	212	209	188	194	143	137	138	196	194	165	168
	Huehuetenango							Insivumeh						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	64	63	64	62	62	62	62	83	79	80	70	72	78	75
5	72	71	71	71	70	71	70	113	102	105	98	95	108	98
10	76	75	75	76	76	76	76	128	117	120	125	117	129	117
15	78	78	77	79	79	79	79	136	125	128	141	133	140	130
20	79	79	79	81	81	81	82	141	130	133	153	145	148	139
25	80	80	80	83	83	83	84	144	135	137	163	155	154	147
30	81	81	81	84	85	84	85	147	138	140	170	164	159	154
50	83	84	83	88	89	88	90	155	148	149	192	191	174	174

Continuación del apéndice 9.

75	84	86	85	91	92	91	94	160	155	156	210	216	185	192
100	85	87	86	93	94	93	97	164	160	160	223	235	192	206
	Ipala							Jardín Mil Flores						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	62	61	62	59	59	61	60	53	51	52	49	48	50	49
5	71	70	71	69	69	70	69	68	64	65	65	62	66	62
10	76	75	75	77	76	77	76	75	72	73	76	74	76	73
15	79	78	78	81	80	80	80	79	77	77	83	81	82	80
20	80	80	80	84	83	83	82	82	80	80	87	87	86	85
25	81	81	81	86	86	85	85	84	82	82	91	91	89	89
30	82	82	82	88	88	86	87	85	84	84	94	95	91	93
50	85	85	85	94	94	91	92	89	89	89	102	107	98	103
75	86	87	87	98	99	94	97	92	93	92	108	117	104	113
100	88	89	88	101	102	97	101	93	96	94	113	125	107	120
	Jurún Marinalá							La Capellanía						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	146	142	143	132	133	139	136	58	57	57	55	55	56	55
5	184	175	177	173	168	178	169	68	67	67	66	65	67	65
10	203	195	197	204	197	204	196	73	72	72	74	73	74	73
15	213	206	207	222	216	219	213	76	75	75	78	78	78	77
20	219	213	214	235	230	229	226	78	77	77	82	81	81	81
25	224	219	220	245	242	237	236	79	79	79	84	84	83	84
30	227	224	224	253	252	243	244	80	80	80	86	86	84	86
50	237	236	235	276	281	261	270	83	84	83	91	93	89	93
75	244	246	244	295	307	275	293	85	86	85	95	98	93	99
100	249	253	250	308	326	285	310	86	88	87	98	102	96	103
	La Ceibita							La Fragua						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	77	75	76	73	73	74	73	69	68	68	63	64	66	65
5	90	88	89	88	87	88	86	84	81	81	79	78	82	79
10	98	96	96	98	97	98	97	91	88	89	91	89	92	89
15	101	100	100	104	104	103	103	95	92	93	99	96	97	95
20	103	103	103	108	108	107	108	98	95	96	104	102	101	100
25	105	105	105	112	111	110	112	99	97	98	108	106	105	103
30	107	107	106	114	114	112	115	101	99	99	111	110	107	107
50	110	112	111	121	123	119	124	105	104	103	121	121	114	116

Continuación del apéndice 9.

75	113	115	114	127	130	124	132	107	107	107	129	131	119	124
100	115	118	116	131	135	128	138	109	110	109	134	138	123	130
	La Navidad							La Pampa						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	118	116	116	113	112	114	112	99	97	98	90	91	95	94
5	138	136	136	136	134	135	133	119	114	116	109	109	116	112
10	149	148	148	151	149	150	148	130	125	126	127	125	131	125
15	155	154	154	159	159	158	158	135	130	131	139	135	138	133
20	158	158	158	165	165	164	165	139	134	135	147	143	144	139
25	161	162	161	169	170	168	171	141	136	137	154	150	148	144
30	163	164	163	173	175	171	176	143	139	140	159	155	152	148
50	168	171	169	182	187	181	190	149	145	145	175	172	161	161
75	172	177	174	190	197	189	202	152	149	149	188	186	169	171
100	175	180	177	195	204	195	211	155	152	152	198	197	175	178
	La Pastoría							La Providencia						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	84	81	82	73	75	80	78	82	80	80	72	74	78	77
5	109	101	103	95	94	105	98	100	94	96	87	88	98	92
10	122	113	115	118	113	122	113	110	103	105	104	102	111	104
15	128	119	122	132	126	132	123	115	108	110	116	112	118	111
20	132	124	126	142	136	139	131	118	111	113	125	120	123	116
25	135	127	129	151	144	144	137	121	114	115	132	126	127	120
30	138	130	132	158	151	148	142	122	115	117	137	132	130	124
50	144	137	139	177	173	160	157	127	121	122	154	149	139	135
75	149	143	144	193	193	169	171	131	125	126	168	164	146	144
100	152	147	148	205	209	176	181	133	128	129	178	176	151	150
	La Soledad							La Unión						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	63	62	62	60	59	61	60	95	93	94	88	89	92	90
5	74	73	73	73	71	73	71	114	110	111	108	107	111	108
10	81	79	80	81	80	81	80	123	120	121	123	121	124	121
15	84	83	83	86	86	85	85	128	125	126	133	130	131	129
20	86	85	85	90	90	89	89	131	129	129	139	137	136	135
25	87	87	87	92	93	91	92	134	132	132	144	142	140	140
30	88	88	88	94	95	93	95	135	134	134	149	147	143	144
50	91	92	91	100	103	99	103	140	140	139	161	160	152	155

Continuación del apéndice 9.

75	93	95	94	105	109	103	109	144	144	143	170	171	159	165
100	95	98	96	108	113	106	114	146	148	146	177	179	164	173
	Labor Ovalle							Las Vegas						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	57	54	55	49	50	53	51	99	96	97	93	92	94	92
5	76	70	72	69	66	73	67	122	118	119	118	116	119	115
10	85	80	81	85	81	86	80	134	132	132	136	134	135	132
15	90	85	87	95	90	93	89	140	139	139	145	144	144	144
20	94	89	90	102	98	98	95	144	144	143	152	152	150	152
25	96	92	93	107	104	102	100	147	148	147	157	158	155	159
30	98	94	95	112	110	106	105	149	151	149	161	164	159	165
50	103	101	101	124	126	115	118	155	159	157	173	179	170	182
75	106	106	105	134	141	122	130	160	166	162	182	192	179	197
100	109	109	108	142	153	127	140	163	171	166	188	201	185	208
	Los Albores							Los Esclavos						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	82	80	80	73	74	78	77	92	88	89	79	81	87	84
5	101	96	98	93	91	98	93	122	112	115	109	105	118	108
10	111	106	107	110	106	112	107	138	127	130	135	128	139	128
15	116	111	113	121	117	119	115	145	135	138	152	143	150	141
20	120	115	116	128	124	125	121	151	141	144	163	156	158	150
25	122	118	119	134	131	129	126	154	145	148	173	166	165	158
30	124	120	121	139	136	132	130	157	149	151	180	175	170	165
50	129	126	126	153	153	142	142	165	158	160	202	203	184	185
75	133	131	131	164	167	149	153	171	166	166	220	228	195	202
100	135	134	134	172	178	154	160	175	171	171	232	247	203	216
	Mariscos							Matanzas						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	102	100	101	98	97	99	97	48	48	48	47	47	47	46
5	121	119	119	119	117	119	116	56	55	56	55	55	55	54
10	131	130	130	132	131	132	130	60	60	60	61	60	60	60
15	136	135	135	140	139	139	139	62	62	62	64	64	64	64
20	139	139	139	145	146	144	146	64	64	64	66	66	66	66
25	141	142	141	149	150	148	151	65	65	65	68	68	67	69
30	143	145	144	153	154	151	155	65	66	66	69	69	69	70
50	148	151	149	162	166	160	168	67	69	68	72	73	72	76

Continuación del apéndice 9.

75	152	156	154	169	175	167	179	69	71	70	75	77	75	80
100	154	159	157	174	182	172	187	70	72	71	77	79	77	83
	Media Legua							Montúfar						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	99	93	95	82	85	92	89	140	132	135	117	122	130	125
5	136	122	126	118	114	131	118	190	173	178	166	164	183	166
10	155	141	145	151	142	156	142	216	199	204	211	202	218	200
15	165	151	155	172	161	171	158	229	213	218	239	228	237	223
20	171	158	162	187	176	181	170	238	224	227	259	247	251	240
25	176	163	167	199	189	189	180	244	231	234	276	264	262	254
30	180	168	171	209	200	195	188	249	237	239	289	278	270	266
50	189	180	182	237	235	213	214	262	255	255	327	322	294	303
75	196	190	190	260	266	227	237	272	268	266	358	361	313	335
100	201	196	196	276	291	237	255	279	278	274	380	391	327	360
	Morazán							Nebaj						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	69	68	68	67	67	67	67	79	78	79	76	76	77	76
5	76	76	76	75	75	75	75	91	89	90	89	88	89	88
10	80	80	80	81	80	81	80	97	96	96	97	97	97	96
15	82	82	82	84	84	84	83	100	99	99	102	102	101	101
20	84	84	83	87	86	86	86	101	101	101	106	105	104	105
25	85	85	84	88	88	87	88	103	103	103	108	108	107	108
30	85	86	85	90	90	89	89	104	104	104	110	110	109	110
50	87	88	87	94	94	92	94	107	108	107	116	117	114	117
75	89	90	89	97	98	95	98	109	111	110	121	123	119	123
100	90	91	90	99	101	97	100	111	113	111	124	127	122	128
	Pachute							Palamá						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	49	49	49	46	47	48	47	83	80	81	72	74	78	77
5	57	55	56	54	54	56	54	106	98	101	93	93	102	96
10	60	59	60	60	60	61	60	118	110	112	114	110	118	110
15	62	61	62	64	63	63	63	124	116	118	127	122	127	120
20	64	63	63	67	66	65	65	127	120	122	137	131	133	127
25	64	64	64	69	68	67	67	130	123	125	145	139	138	132
30	65	65	65	71	70	68	68	133	126	127	151	145	142	137
50	67	67	67	75	75	72	73	139	133	134	169	165	153	152

Continuación del apéndice 9.

75	69	68	68	79	79	75	76	143	138	139	184	183	162	164
100	69	70	69	82	83	77	79	146	142	142	195	197	168	173
	Panzos							Papalhá						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	105	104	104	101	101	102	102	91	86	88	79	80	85	83
5	118	116	117	115	114	116	114	118	110	112	109	104	114	106
10	124	123	123	125	124	125	124	133	124	127	133	126	134	125
15	128	127	127	131	130	130	129	140	132	135	147	140	145	138
20	130	129	129	135	134	133	133	145	138	140	157	152	152	147
25	132	131	131	138	138	136	136	148	142	144	165	161	158	155
30	133	132	132	141	140	138	139	151	146	147	171	169	163	161
50	136	136	136	148	148	144	146	158	155	155	190	194	176	181
75	139	139	139	154	155	149	153	164	162	162	204	217	187	198
100	140	141	140	158	160	153	157	167	167	166	215	234	194	211
	Pasabien							Poptún						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	76	74	75	70	71	73	72	73	71	72	67	67	70	69
5	90	87	88	86	85	88	85	90	86	87	85	83	88	84
10	97	95	95	97	96	97	95	99	96	96	99	97	99	96
15	101	99	99	104	103	103	101	103	100	101	107	105	106	104
20	103	102	102	109	108	107	106	106	104	104	113	111	111	109
25	105	104	104	113	112	110	110	108	106	107	118	117	114	114
30	106	105	105	116	115	112	113	110	108	108	122	121	117	118
50	110	110	109	125	125	119	122	114	114	113	132	134	125	129
75	113	113	112	132	133	124	129	118	118	117	141	145	132	139
100	114	116	115	137	139	128	135	120	121	120	146	153	136	146
	Potrero Carrillo							Pueblo Viejo						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	73	72	72	66	67	70	69	72	71	71	69	69	70	69
5	88	84	85	80	79	86	82	82	81	81	81	80	81	79
10	96	91	93	93	91	96	92	87	87	87	88	88	88	87
15	100	95	96	102	99	102	98	90	90	90	92	92	92	92
20	102	98	99	108	105	106	102	92	92	92	95	95	95	96
25	104	100	101	114	110	109	106	93	94	93	97	98	97	99
30	106	101	102	118	114	112	109	94	95	95	99	100	99	101
50	110	106	107	130	128	119	117	97	99	98	103	105	104	108

Continuación del apéndice 9.

75	112	109	110	140	139	125	124	99	101	100	107	110	108	114
100	114	111	112	147	148	129	130	100	103	102	110	113	111	118
	Puerto Barrios							Purulhá						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	164	162	162	158	158	159	157	86	85	85	82	81	83	82
5	186	184	185	184	182	183	181	103	101	101	101	99	101	98
10	198	197	197	200	199	199	198	112	110	111	113	112	113	111
15	204	204	204	209	209	208	208	117	116	116	121	120	119	119
20	208	208	208	215	216	214	216	120	119	119	126	126	124	125
25	211	212	211	220	221	219	222	122	122	121	130	130	128	129
30	213	215	214	224	226	223	227	123	124	123	133	134	131	133
50	219	222	220	235	238	234	241	128	130	128	141	146	139	145
75	224	228	225	243	249	243	254	131	134	132	148	155	145	155
100	227	232	229	249	256	249	263	133	137	135	153	162	150	162
	Quezada							Quixal						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	82	77	79	67	69	76	73	148	145	146	140	140	142	140
5	112	99	103	94	90	108	96	177	172	173	172	169	172	168
10	128	113	118	122	112	129	114	192	189	189	193	191	192	189
15	136	121	126	140	128	141	126	199	197	197	206	204	204	203
20	141	126	131	153	141	149	135	204	203	203	214	214	211	213
25	145	130	135	164	152	156	142	208	208	207	221	221	217	221
30	148	134	138	173	162	161	149	210	211	210	226	228	222	228
50	156	143	147	198	193	176	168	218	221	219	241	246	236	247
75	162	150	153	218	222	187	185	223	229	225	252	261	247	264
100	166	155	158	233	246	195	198	227	234	230	261	272	255	277
	Retalhuleu							Sabana Grande						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	142	137	139	124	126	135	132	154	152	152	146	146	149	147
5	182	169	173	163	159	176	164	179	176	177	174	172	176	172
10	202	189	193	199	189	203	190	193	190	190	194	192	193	190
15	213	200	203	221	210	219	206	199	197	197	205	204	203	202
20	219	207	210	237	226	230	219	204	202	202	214	212	210	210
25	224	213	216	249	240	238	229	207	206	205	220	219	216	217
30	228	217	220	259	252	245	237	209	209	208	225	225	220	222
50	239	229	231	289	288	264	262	216	217	216	239	242	232	239

Continuación del apéndice 9.

75	246	239	240	313	320	279	284	221	223	221	251	256	242	252
100	251	245	246	330	345	289	301	224	228	225	259	266	249	262
	Sacpulub							San Andrés Sajcabajá						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	75	73	73	68	69	72	71	71	69	70	62	63	68	67
5	90	86	87	83	83	88	84	92	84	86	74	76	89	81
10	98	94	95	96	95	98	95	102	92	95	91	90	103	93
15	102	98	99	105	103	104	101	107	97	100	104	100	110	100
20	104	101	102	111	108	108	106	111	100	103	115	108	116	105
25	106	104	104	116	113	112	110	113	102	105	123	115	120	109
30	108	105	106	120	117	114	113	115	104	107	130	121	124	113
50	112	110	110	131	129	122	123	120	110	112	150	141	133	124
75	115	114	113	140	139	127	131	124	114	116	167	159	141	133
100	117	116	116	147	146	131	137	127	117	119	180	173	146	140
	San Antonio Ilotenango							San Cristóbal						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	115	94	101	88	85	100	85	77	75	76	70	71	74	73
5	190	155	167	169	147	179	144	93	89	90	85	85	91	87
10	229	201	210	231	208	231	204	101	97	98	99	97	102	98
15	248	229	234	267	252	260	248	106	101	102	109	106	108	104
20	261	249	251	292	287	281	284	108	104	105	115	112	113	109
25	271	265	264	312	318	297	315	110	107	107	120	117	116	113
30	278	279	274	328	344	310	344	112	108	109	125	122	119	116
50	298	317	303	374	430	345	436	116	113	114	137	135	126	126
75	312	349	325	410	511	374	527	119	117	117	147	147	133	134
100	322	373	340	435	576	394	602	121	119	119	155	155	137	140
	San Jerónimo							Puerto San José						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	82	80	80	76	77	79	77	154	146	149	129	134	144	139
5	99	96	97	94	94	96	93	208	188	194	178	177	200	182
10	108	106	106	108	107	108	106	235	215	221	227	217	237	217
15	112	111	111	117	115	115	114	249	230	235	257	244	258	239
20	115	114	114	122	120	120	120	258	240	244	280	266	272	256
25	117	117	116	127	125	123	125	265	248	252	298	283	284	270
30	119	119	118	130	129	126	129	270	254	257	313	299	293	282
50	124	125	124	141	139	134	141	284	271	273	356	346	318	319

Continuación del apéndice 9.

75	127	130	128	149	148	141	151	294	285	285	391	389	338	351
100	129	133	130	154	155	146	159	301	294	293	416	422	353	375
	San Lorenzo							San Marcos						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	81	78	79	71	73	77	75	79	76	77	72	72	75	73
5	104	97	99	94	92	100	94	98	94	95	92	90	95	91
10	115	108	110	113	109	116	109	108	104	105	108	105	108	105
15	121	115	116	126	121	125	119	113	110	110	117	115	116	113
20	125	119	120	135	130	131	126	116	114	114	124	122	121	120
25	128	122	123	142	137	136	131	118	116	117	129	128	125	125
30	130	125	126	148	144	139	136	120	119	119	133	133	128	129
50	136	132	132	164	163	150	151	125	125	124	145	147	137	143
75	140	137	137	177	180	159	164	129	130	129	154	159	144	154
100	143	141	141	187	194	165	173	131	134	132	160	169	150	163
	San Martín Jilotepeque							San Miguel Acatán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	75	74	74	68	69	72	72	80	75	77	69	70	74	71
5	90	86	87	80	81	88	84	108	99	102	99	94	104	95
10	98	93	94	93	92	98	93	122	114	116	122	116	123	115
15	102	97	98	102	100	104	99	129	122	124	136	130	134	128
20	104	99	100	109	106	108	103	134	128	130	146	142	141	138
25	106	101	102	115	111	111	107	138	133	134	154	151	147	146
30	108	103	104	119	115	114	109	140	136	137	160	159	152	153
50	111	107	108	133	128	121	118	148	146	146	177	184	165	174
75	114	110	111	144	140	126	125	153	154	152	191	206	176	193
100	116	112	113	152	149	130	130	157	160	157	201	223	183	208
	San Pedro Ayampuc							San Pedro Mactún						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	83	82	82	79	80	80	79	72	71	71	67	67	70	69
5	95	94	94	93	92	93	92	83	80	81	76	75	81	79
10	102	101	101	102	102	102	101	88	85	86	85	83	88	85
15	105	104	104	108	107	107	107	91	88	89	92	89	93	89
20	107	107	106	111	111	110	111	93	90	90	97	94	96	92
25	108	109	108	114	114	113	114	94	91	92	101	98	98	95
30	110	110	110	116	116	115	117	95	92	93	104	101	100	97
50	113	114	113	123	123	121	125	98	95	96	113	111	105	102

Continuación del apéndice 9.

75	115	117	116	128	129	125	131	100	97	98	121	120	109	107
100	117	119	118	131	133	129	136	101	98	99	126	127	112	110
	San Pedro Necta							San Pedro Soloma						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	61	60	60	58	58	59	58	83	79	80	72	72	78	75
5	69	68	69	67	67	68	67	110	101	104	100	96	106	98
10	74	73	73	74	74	74	73	124	116	118	124	117	125	117
15	76	76	76	78	78	78	77	131	124	126	138	132	136	129
20	78	77	77	81	81	80	80	136	129	131	148	143	143	138
25	79	79	78	84	83	82	82	139	133	135	156	152	149	146
30	80	80	79	85	85	83	84	142	137	138	162	160	154	152
50	82	82	82	91	90	88	89	149	146	146	180	184	167	172
75	84	84	84	95	95	91	94	155	154	153	195	206	177	190
100	85	86	85	98	98	93	97	158	159	157	205	222	184	203
	Santa Cruz Balanyá							Santa María de Jesús						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	59	58	58	55	56	57	56	134	131	132	127	126	129	127
5	68	67	67	66	66	67	66	160	156	157	155	153	156	152
10	74	73	73	74	73	74	73	174	171	171	175	173	174	172
15	76	75	75	79	78	78	77	180	179	179	186	185	184	184
20	78	77	77	82	81	81	81	185	184	184	194	194	192	193
25	79	79	79	84	84	83	83	188	188	187	200	200	197	200
30	80	80	80	86	86	84	85	191	191	190	205	206	202	206
50	83	83	83	92	92	89	92	197	200	198	218	223	214	224
75	85	86	85	96	98	93	97	202	207	204	229	237	224	239
100	86	88	87	99	101	95	101	206	212	208	236	247	231	251
	Cahabón							Santiago Atitlán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	94	92	93	85	86	90	89	96	91	93	85	86	90	87
5	113	108	109	102	102	110	105	125	117	120	117	113	121	113
10	123	117	119	119	117	123	118	140	134	136	141	136	141	135
15	128	122	123	130	127	131	125	148	143	144	155	151	153	149
20	131	125	127	138	134	136	131	153	149	150	165	162	161	160
25	133	128	129	145	140	140	135	157	154	154	173	171	167	168
30	135	130	131	150	146	143	139	160	158	157	179	179	172	176
50	140	135	136	166	162	152	150	167	169	167	197	202	186	198

Continuación del apéndice 9.

75	143	140	140	178	176	159	159	173	177	174	211	222	197	218
100	146	143	143	187	187	164	166	177	183	179	221	238	205	234
	Seamay							Sepamac						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	137	134	135	128	128	132	130	95	93	94	89	90	92	90
5	164	159	160	157	154	160	155	114	110	111	109	108	111	108
10	178	174	175	179	175	179	174	123	121	121	124	122	124	121
15	185	181	182	191	189	189	186	128	126	126	133	131	131	129
20	189	187	187	200	198	196	195	131	130	130	139	137	136	136
25	193	191	191	207	206	202	202	133	132	132	143	142	140	140
30	195	194	194	213	213	207	208	135	135	134	147	146	143	145
50	202	203	201	229	232	219	226	140	141	140	158	159	152	157
75	208	209	207	241	248	230	241	144	145	144	167	169	159	167
100	211	214	212	250	260	237	252	146	149	147	173	177	164	175
	Serchil							El Tablón						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	60	59	60	59	58	58	58	75	70	71	63	63	69	66
5	68	68	68	67	67	67	66	106	95	98	96	89	101	90
10	72	72	72	73	73	73	73	121	111	114	121	113	122	112
15	75	75	75	76	76	76	76	129	120	123	137	129	134	126
20	76	76	76	78	78	78	79	134	127	129	148	142	142	137
25	77	78	77	80	80	80	81	138	132	133	156	153	149	146
30	78	79	78	81	81	81	83	141	136	137	163	162	154	154
50	80	81	81	85	85	85	89	149	147	146	183	191	169	179
75	82	84	82	87	88	88	93	155	156	154	198	218	180	201
100	83	85	84	89	91	90	96	159	162	159	209	239	188	218
	Suiza Contenta							Tecún Umán						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	69	67	68	62	63	66	65	103	97	99	90	91	96	92
5	83	80	81	76	76	81	78	138	128	131	128	123	133	123
10	91	87	88	89	87	91	87	156	148	150	157	150	157	149
15	95	91	92	97	95	97	94	165	159	160	174	168	171	166
20	97	94	94	103	101	101	98	171	166	167	186	182	180	179
25	99	96	96	108	105	104	102	175	172	172	195	192	187	190
30	100	97	98	112	109	107	105	179	177	176	203	202	193	199
50	104	102	102	123	121	114	114	188	190	187	224	230	210	227

Continuación del apéndice 9.

75	107	105	105	132	131	119	121	195	201	196	241	254	223	252
100	109	108	107	138	139	123	127	199	208	202	253	273	233	271
	Tierra Blanca							Tikal Petén						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	70	69	69	68	67	68	67	80	79	79	76	77	78	77
5	81	80	80	80	79	80	78	93	91	92	91	90	91	89
10	87	87	87	88	87	87	87	100	99	99	100	100	100	99
15	90	90	90	92	92	92	92	103	103	102	106	105	105	105
20	92	92	92	95	95	95	96	105	105	105	110	109	109	109
25	93	94	94	97	98	97	99	107	107	107	113	112	111	113
30	94	96	95	99	100	99	102	108	109	108	116	115	114	116
50	97	99	98	104	106	104	110	111	113	112	122	122	120	124
75	99	102	101	108	111	109	116	114	116	115	128	128	125	131
100	101	104	103	110	114	112	121	116	118	117	132	132	128	137
	Tiquisate							Todos Santos						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	118	114	116	103	104	111	110	53	51	52	49	49	51	50
5	155	139	143	119	123	150	135	63	61	62	61	60	62	60
10	174	154	159	150	147	175	154	69	67	68	69	68	69	68
15	184	162	168	174	165	189	167	71	70	70	74	73	73	72
20	190	167	173	193	180	199	176	73	73	72	77	77	76	76
25	194	171	178	209	193	207	183	74	74	74	80	79	78	79
30	198	174	181	222	204	214	189	75	76	75	82	82	80	81
50	208	184	190	261	240	231	208	78	79	78	88	89	85	89
75	215	190	197	295	274	245	223	80	82	81	92	94	89	95
100	219	195	202	319	302	255	235	82	84	82	95	99	92	100
	Totonicapán							Xequemeyá						
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG
2	54	51	52	47	47	51	49	66	65	65	62	62	64	63
5	72	66	68	66	63	69	64	77	75	75	74	73	75	73
10	81	76	77	81	77	81	77	82	81	81	83	81	83	81
15	86	81	82	90	86	88	85	85	84	84	88	87	87	86
20	89	85	86	96	94	93	91	87	86	86	92	91	90	89
25	91	88	88	101	99	97	96	88	87	88	94	94	92	92
30	93	90	90	105	104	100	101	90	89	89	97	97	94	94
50	97	96	96	116	120	109	114	92	92	92	103	105	99	101

Continuación del apéndice 9.

75	101	101	100	125	133	115	126	94	95	94	108	111	104	107	
100	103	105	103	132	144	120	135	96	97	96	112	116	106	111	
	Zunil														
Tr	N	LN	GA	GA3	LP3	G	LG								
2	69	65	66	60	61	64	62								
5	92	85	87	85	82	89	82								
10	104	98	100	104	100	105	99								
15	110	105	106	116	112	114	110								
20	114	110	111	124	121	120	118								
25	117	114	114	131	128	125	125								
30	119	117	117	136	135	129	131								
50	126	126	124	151	154	140	149								
75	130	132	130	163	171	149	165								
100	133	137	134	171	184	155	178								

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. Registro de eventos ciclónicos para Guatemala

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1970					16_28	(30_	11) 18_24 (30_	06)	6_14 (25_	6)		
1971					20_26	13_21		(17_	todo el mes	2) 5_15 (27_	2) 11_23	
1972						13_24		(27_	8)			
1973						1_13	24_31	17_23 (30_	13)			
1974						21_27		(28_	11) (13_28)			
1975							04_16	(23_	2) 12_30	(13_18) 26_30	07_13	
1976								(28_	9) (28_	9)		
1977										15_20		
1978									12_24			
1979									14_25	11_21	14_19	
1980							(30_	12)	19_27	15_19	6_17	
1981						2_6 16_20						
1982						1_7			(17_	1) 13_24		
1983					20_29	8_19						

Continuación del apéndice 10.

1984					(27_	21)			13_16			
1985						5_17				(25_	2)	
1986								(31_	5) 17_25 (27_	3) 14_23		
1987							(30_	10)		8_15		
1988						19_23		(30_	21)	(22_	3) 16_27	
1989						14_18	(29_	4)	25_27	11_17	(27_	5)
1990							9_12	3_10				
1991						(27_	1)			14_18		
1992						(21_	5) (13_27)					
1993						17_22		16_28	7_22			
1994						(29_	8)	(28_	1) (23_	1)		
1995						2_12		4_13	(26_	22)		
1996						(26_	4) (29_	6) 18_26		10_13	17_27	
1997					(31_	13)			(25_	13)	6_11	
1998						21_25		(30_	9)	(14_	10)	
1999								17_26		(3_7) (27_	2)	
2000						6_9 (17_26)		12_16	(13_	7)	2_9	
2001							20_29	13_23	(21_	10)		
2002									(13_	3)		

Continuación del apéndice 10.

2003						(27_	4) (6_18)		(26_	8)		
2004								2_15	9_21			
2005					16_22	(27_	26)	21_24	(30_	6) 14_26	17_22	
2006						9_20		27_31				
2007					(28_	6)		12_24 (30_	24_29 7)			9_17
2008					(28_	3)	10_17 19_28	(31_	16)	5_17		
2009											3_12	
2010					27_31	(17_	3) 6_11	20_30	(2_19) 22_27	(10_16) 18_27		
2011						(27_	2) 17_31	18_23	5_13	5_14 21_30		
2012						12_18	(31_	20)				
2013					27_31	15_22		24_27	11_18	2_7		
2014						1_5		(31_	5)	20_30		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Coordenadas geográficas de las estaciones pluviométricas**

Estación	X	Y
Agua Caliente	-90,50861111	14,2888889
Alameda Icta	-90,80333333	14,6338889
Amatitlán	-90,61277778	14,4866667
Asunción Mita	-89,7058	14,3344
Camantulul	-91,0508	14,325
Camotán	-89,3728	14,8206
Catarina	-92,0772	14,8556
Cerro La Laguna	-90,52805556	15,3913889
Chajcar	-90,18611111	15,4852778
Chajúl	-91,03583333	15,4833333
Chicamán	-90,81527778	15,3458333
Chinique	-91,02444444	15,0438889
Chilascó	-90,11527778	15,1222222
Chipacá	-91,07805556	14,8972222
Chixoy	-90,438889	16,066667
Chuitinamit	-91,0922	15,2911
Cobán	-90,4075	15,4667
Comitancillo	-91,23888889	15,2255556
Cuatro Caminos	-91,44722222	14,9277778
Cubulco	-90,61416667	15,1088889
Cuilco	-91,952778	15,406389
El Asintal	-91,724444	14,588333
El Capitán	-91,140556	14,693056
El Cebollal	-90,73055556	15,2083333
El Mirador	-90,5375	14,2111111
El Paradillo	-91,33166667	15,2630556
El Quiché	-91,14388889	15,0280556
El Salto	-90,75	14,2986111
El Volcán	-89,87444444	15,4825
Esquipulas	-89,5086	14,5589
Flores Aeropuerto	-89,86638889	16,9147222
Guatemala Sur	-90,58555556	14,5444444

Continuación del apéndice 11.

Huehuetenango	-91,5031	15,3172
Insivumeh	-90,5328	14,5864
Jurún Marinalá	-90,71277778	14,38833333
La Ceibita	-89,8756	14,4928
La Fragua	-89,5844	14,9642
La Navidad	-90,69027778	15,4116667
La Pampa	-90,44861111	14,4147222
La Unión	-89,2911	14,9633
La Unión 2	-90,58333333	14,1972222
Labor Ovalle	-91,5139	14,87
La Pastoría	-90,43611111	14,2744444
La Providencia	-90,23555556	14,2241667
Las Vegas	-88,9667	15,6
Los Albores	-89,94916667	15,0525
Los Esclavos	-90,2783	14,2528
Mariscos	-89,07781	15,42866
Matanzas	-90,19138889	15,1030556
Media Legua	-90,25555556	14,1911111
Montúfar	-90,155	13,8089
Morazán	-90,141944	14,930278
Nebaj	-91,1422	15,3981
Pachutá	-91,583056	14,980556
Palamá	-91,01388889	14,8594444
Panzos	-89,6439	15,3972
Papalhá	-89,936944	15,305555
Pasabien	-89,68	15,03
Potrero Carrillo	-89,9322	14,7606
Puerto Barrios	-88,5917	15,7378
Puerto San José	-90,8344	13,9361
Purulhá	-90,23388889	15,2338889
Quezada	-90,0378	14,2661
Retalhuleu	-91,6958	14,5219
Sabana Grande	-90,8292	14,3828
Sacpulub	-90,05111111	14,8772222
San Andrés Sajcabajá	-90,94222222	15,1747222

Continuación del apéndice 11.

San Antonio Ilotenango	-91,22722222	15,0547222
San Cristóbal	-90,47583333	15,3652778
San Jerónimo	-90,25	15,0611
San Lorenzo	-89,66305556	15,0855556
San Marcos	-91,80944444	14,9541667
San Martín Jilotepeque	-90,7886	14,7786
San Pedro Ayampuc	-90,45472222	14,7763889
San Pedro Mactun	-90,948611	17,259722
San Pedro Necta	-91,76333333	15,4952778
San Pedro Soloma	-91,427222	15,663889
Santa Cruz Balanyá	-90,9153	14,6867
Santa María Cahabón	-89,8106	15,6083
Santa María de Jesús	-91,525	14,725
Santiago Atitlán	-91,23138889	14,6316667
Santa María El Tablón	-91,1819	14,7903
Seamay	-89,80277778	15,4083333
Sepamac	-89,69305556	15,5044444
Serchil	-91,4	15,2333333
Suiza Contenta	-90,6611	14,6169
Tierra Blanca	-91,49583333	15,1105556
Todos Santos	-91,6036	15,5047
Totonicapán	-91,37222222	14,9055556
Quixal	-90,61111111	15,4958333
Xequemeyá	-91,3525	15,0963889
Zunil	-91,49444444	14,7694444

Fuente: Insivumeh.

