



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

**CONVALIDACIÓN DEL ANÁLISIS REGIONAL ALTURA – PRECIPITACIÓN DE LA
VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO EN LA VERTIENTE DEL
FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA**

José Adolfo Aguilar Estrada

Asesorado por el Ing. Mario Rodolfo Corzo Ávila

Guatemala, noviembre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONVALIDACIÓN DEL ANÁLISIS REGIONAL ALTURA – PRECIPITACIÓN DE LA
VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO EN LA VERTIENTE DEL
FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ ADOLFO AGUILAR ESTRADA

ASESORADO POR EL ING. MARIO RODOLFO CORZO ÁVILA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

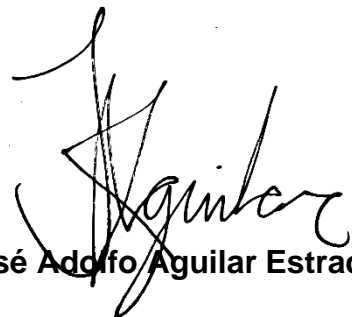
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Darío Francisco Lucas Mazariegos
EXAMINADORA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López
EXAMINADOR	Ing. Jorge Alejandro Arévalo Valdez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

**CONVALIDACIÓN DEL ANÁLISIS REGIONAL ALTURA – PRECIPITACIÓN DE LA
VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO EN LA VERTIENTE DEL
FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Civil, con fecha 03 de noviembre de 2021.



José Adolfo Aguilar Estrada



Guatemala, 28 de junio de 2022

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar:

Cumpliendo con lo resuelto con la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación: **CONVALIDACIÓN DEL ANÁLISIS REGIONAL ALTURA-PRECIPITACIÓN DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO EN LA VERTIENTE DEL FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA**, presentado por el estudiante José Adolfo Aguilar Estrada, quien se identifica con número de CUI 3002 33086 0101 y registro académico 201610661.

Considero que el trabajo de graduación se ha desarrollado satisfactoriamente y cumple con los objetivos que motivaron la selección de dicho tema, por lo que hago de su conocimiento que apruebo el trabajo realizado. Sin otro particular, atentamente


Mario Rodolfo Corzo A.
INGENIERO CIVIL
Colegiado No. 2089

Asesor

Profesor Investigador
Mario Rodolfo Corzo Ávila
Ingeniero Civil
Colegiado No. 2089



Guatemala, 06 de julio 2022

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniero Aguilar:

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Trabajo Final de Graduación, **“CONVALIDACIÓN DEL ANÁLISIS REGIONAL ALTURA – PRECIPITACIÓN DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO EN LA VERTIENTE DEL FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA”**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, **JOSÉ ADOLFO AGUILAR ESTRADA** Registro Académico: **201610661**, como Asesor al **ING. MARIO RODOLFO CORZO ÁVILA**.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte académico para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interesado





LNG.DIRECTOR.173.EIC.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **CONVALIDACIÓN DEL ANÁLISIS REGIONAL ALTURA – PRECIPITACIÓN DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO EN LA VERTIENTE DEL FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA**, presentado por: **José Adolfo Aguilar Estrada**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala, octubre de 2022

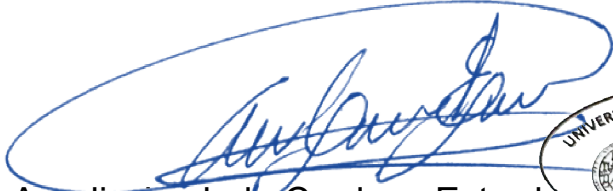


Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.607.2022

La Decana 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 Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **CONVALIDACIÓN DEL ANÁLISIS REGIONAL ALTURA – PRECIPITACIÓN DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ACTUALIZACIÓN DEL EFECTO EN LA VERTIENTE DEL FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA**, presentado por: **José Adolfo Aguilar Estrada**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2022

AACE/gaac

ACTO QUE DEDICO A:

Mi madre	Señora creadora de mi felicidad y razón de mi progreso, por su amor, consejos y consuelos en todo momento que lo necesité.
Mi nana	Betty de Paz, que me recibía con todo su amor en forma de abrazos y comida rica.
Mi novia	Snežana Bogdanović, por ti flaca y tu amor, mis motivaciones para graduarme.
Mi hermana	Alejandra Aguilar, espero no tenga que pasar por esto, te amo.
Mis compas de clase y el rancho	Sin ustedes no habría amado tanto mi tiempo en la universidad, desde el primer día perdidos hasta mi viaje a Polonia.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi asesor

Por ser más allá que un catedrático, un maestro que se preocupa por el bienestar y aprendizaje de sus alumnos.

**Amigos de la
Universidad**

Por formarme como ingeniero, ustedes más que nadie, me recordaron porque escogí esta carrera y a quienes puedo acudir para orientarme.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. CONCEPTOS GENERALES.....	1
1.1. Hidrometereología	1
1.2. Ciclo Hidrológico	1
1.3. Fases principales del ciclo hidrológico.....	2
1.3.1. Precipitación	3
1.3.1.1. Formas de precipitación	3
1.3.1.2. Tipos de precipitación	4
1.3.1.3. Escorrentía superficial	5
1.3.2. Evaporación.....	5
1.3.3. Transpiración	6
1.3.4. Evapotranspiración	6
1.3.5. Infiltración	7
1.4. Balance hidrológico.....	7
1.5. Altura Sobre el Nivel del Mar	8
1.6. División hidrológica de Guatemala.....	8
1.6.1. Vertiente del Pacífico.....	8
1.7. Estaciones Hidrometereológicas.....	11
1.8. Fenómeno El Niño – Oscilación Sur	11

1.8.1.	Fenómeno La Niña	11
2.	CARACTERIZACIÓN DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO EN LA ACTUALIDAD	13
2.1.	Localización Geográfica y Político-Territorial.....	13
2.2.	Propiedades Hidrográficas	14
2.3.	Propiedades Climáticas	14
2.4.	Uso del Suelo en la Vertiente del Pacífico.....	15
2.5.	Cambio Climático en la Vertiente del Pacífico	16
2.5.1.	Cambio Climático	17
2.5.2.	Factores relevantes en la Vertiente del Pacífico	18
2.5.3.	Efectos relevantes en la Vertiente del Pacífico	19
2.5.4.	Adaptación al cambio climático	21
3.	DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	23
3.1.	Obtención de Datos de Precipitación del Período 1990-2020	23
3.2.	Ubicación de las Estaciones de la Vertiente del Pacífico	23
3.3.	Memoria de Cálculo.....	24
3.3.1.	Determinación de Datos Faltantes a Nivel Mensual.....	24
3.4.	Gráficas de Datos.....	27
3.5.	Influencia de Fenómenos El Niño y La Niña.....	34
3.6.	Modelo de Precipitación de la Vertiente del Pacífico	36
	CONCLUSIONES.....	41
	RECOMENDACIONES	43
	BIBLIOGRAFÍA.....	45
	APÉNDICES.....	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ciclo Hidrológico	2
2.	Vertientes de Guatemala.....	9
3.	Vertiente del Pacífico	13
4.	Uso del Suelo en Guatemala.....	16
5.	Estaciones Hidrométricas.....	24
6.	Gráfica PP vs Años Estación INSIVUMEH.....	27
7.	Gráfica PP vs Años Estación San Marcos EFA.....	27
8.	Gráfica PP vs Años Estación Suiza Contenta	28
9.	Gráfica PP vs Años Estación Labor Ovalle	28
10.	Gráfica PP vs Años Estación El Tablón	29
11.	Gráfica PP vs Años Estación Retalhuleu	29
12.	Gráfica PP vs Años Estación Santiago Atitlán.....	30
13.	Gráfica PP vs Años Estación Alameda Icta.....	30
14.	Gráfica PP vs Años Estación Los Esclavos.....	31
15.	Gráfica PP vs Años Estación Sabana Grande	31
16.	Gráfica PP vs Años Estación Quezada	32
17.	Gráfica PP vs Años Estación La Ceibita	32
18.	Gráfica PP vs Años Estación Asunción Mita	33
19.	Gráfica PP vs Años Estación Esquipulas	33
20.	Gráfica PP vs Años Estación Mazatenango	34
21.	Regionalización Vertiente del Pacífico	35
22.	ASNM VS Promedio de Precipitación Anual Región 1	38
23.	ASNM VS Promedio de Precipitación Anual Región 2	40

TABLAS

I.	Meses para Estimación de Datos Faltantes.....	25
II.	Datos Estimados Muestra de Cálculo	26
III.	Períodos de Fenómenos ENOS	36
IV.	Promedios Precipitación Media Anual Región 1	37
V.	Promedios Precipitación Media Anual Región 2	39

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Px	Dato Faltante de Precipitación
°C	Grados Centígrados
Kms	Kilómetros
m	Metro
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
N	Número de estaciones vecinas
PP	Precipitación
Pa	Precipitación en las estaciones índice en el mismo período
Nx	Precipitación normal anual de la estación en estudio
Na	Precipitación normal anual de la estación índice

GLOSARIO

Atmósfera	Capa gaseosa que envuelve a la Tierra.
Ciclón	Región de fuertes vientos en la atmósfera y considerables precipitaciones por una diferencia de presión en la misma.
Clima	Condiciones atmosféricas propias de un lugar, que condicionan el desarrollo de los habitantes de la misma.
Cuenca	Área de superficie terrestre con un punto de drene único.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
Latitud	Distancia angular desde un punto en la superficie del planeta hasta el Ecuador.
Longitud	Distancia angular desde un punto en la superficie del planeta hasta el meridiano de Greenwich.
Microsoft Office	Paquete de programas de edición de texto y organización de datos.

Orografía	Ciencia que se encarga del estudio y descripción del relieve terrestre.
Período	Espacio de tiempo a considerar en el que se realiza una acción.
Precipitación	Caída del agua desde la atmósfera hasta la superficie de la Tierra en cualquier estado.
Región	Territorio que constituye una región homogénea en un aspecto específico.
Trópico	Círculo imaginario trazado en la esfera del planeta, paralelo al Ecuador con un clima característico.
Vertiente	Pendiente por donde corren las aguas de un área de territorio específica, con una dirección en común.

RESUMEN

En las últimas décadas de noticieros de Guatemala es común escuchar durante los inviernos que la infraestructura, de comunicación principalmente, no ha sido capaz de soportar las lluvias del área. El clima es un fenómeno cíclico del cual se tiene escasos registros de áreas específicas, la infraestructura como parte vital para el desarrollo del país deberían de ser capaces de soportar las circunstancias climáticas a las que están expuestas para asegurar el desarrollo adecuado de la población en general.

En 1990 se llevó a cabo un trabajo de graduación que tenía como objetivo establecer una relación entre la altura sobre el nivel del mar y la precipitación que se reportaba en cualquier punto de la Vertiente del Pacífico.

Este trabajo tiene como objetivo el convalidar lo expuesto y establecido en dicho trabajo de graduación, dado que el actual estado precario de la infraestructura hidrometeorológica del país provee información muchas veces inexacta, para mejorar la exactitud del cálculo para diseñar una obra de cualquier índole que necesite los datos que se mostrarán, con el fin de reducir el riesgo de pérdidas humanas y económicas.

OBJETIVOS

General

Convalidar la relación Precipitación-Altura de la Vertiente del Pacífico llevada a cabo previamente mediante la comparación con la información de precipitación del período 1990-2020.

Específicos

1. Efectuar la revisión de las estaciones hidrometereológicas que provean información coherente y confiable de tomas de datos para su utilización.
2. Definir las regiones que conforman la Vertiente del Pacífico en relación a la cantidad de precipitación que reciben y su altura sobre el nivel del mar.
3. Determinar la influencia de los fenómenos de El Niño y La Niña en la precipitación de la Vertiente del Pacífico en los últimos treinta años.

INTRODUCCIÓN

En la Vertiente del Pacífico en Guatemala es caracterizada por la topografía relativamente plana, que da a lugar las inundaciones durante el invierno, lo que se ha visto por más de dos décadas, como país Guatemala no cuenta con una red hidrometeorológica lo suficientemente amplia como para proveer la información necesaria en algunas áreas de esta vertiente. En los últimos años se han visto los efectos en la infraestructura civil y agraria de esta falta de información por zonas.

No se aspira a presentar un trabajo al lector que se estructure como una fuente bibliográfica de Hidrología, aunque se cuente con algunos conceptos para familiarizarlo a la misma. Es la intención el verificar que la herramienta creada hace tres décadas siga siendo válida para su uso actual, con los fines propuestos inicialmente.

Debido al cambio climático, el planeta ha cambiado su clima considerablemente durante este siglo, influenciada por el ser humano sobre el ambiente, es necesario verificar la influencia de este cambio. Los fenómenos climáticos que afectan en gran parte a la Vertiente del Pacífico enormemente son El Niño y La Niña, por lo que se verificará la influencia de estos sobre la regionalización creada anteriormente.

1. CONCEPTOS GENERALES

1.1. Hidrometeorología

La hidrometeorología es un campo de estudio científico que incorpora aspectos tanto de la meteorología como de la hidrología. La meteorología es un campo de estudio interdisciplinario que se especializa en las ciencias atmosféricas, específicamente en lo que se refiere a los patrones climáticos. La hidrología, en los términos más simples, es el estudio del agua en la tierra. La hidrometeorología, en comparación, estudia el agua en relación con la atmósfera inferior de la tierra e interactúa con la superficie de la tierra.

1.2. Ciclo Hidrológico

Es un modelo conceptual que considera al planeta tierra como un sistema cerrado, el cual describe el almacenamiento y movimiento del agua entre la Biosfera, atmósfera, litosfera, hidrosfera, llegando a denominar al sistema climático. El agua en nuestra atmósfera se mueve desde un depósito o reservorio a otro, a través de los diferentes procesos entre los cuales tenemos: Evaporación, Condensación, Precipitación, Sedimentación, Escorrentía, Infiltración, Sublimación, Transpiración, Fusión, y flujo de agua subterránea.

El sol, que dirige el ciclo del agua, calienta el agua de los océanos, la cual se evapora hacia el aire como vapor de agua. Corrientes ascendentes de aire llevan el vapor a las capas superiores de la atmósfera, donde la menor temperatura causa que el vapor de agua se condense y forme las nubes. Las corrientes de aire mueven las nubes sobre el globo, las partículas de agua que

forman nubes colisionan, crecen y precipitan. En las zonas que se encuentran entre los trópicos y el Ecuador la precipitación cae en los océanos y sobre la tierra, donde, debido a la gravedad, corre sobre la superficie como escorrentía superficial.

Figura 1. **Ciclo Hidrológico**



Fuente: Water Science School. *El Ciclo del Agua*. <https://www.usgs.gov/media/images/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish>. Consulta: 15 de noviembre 2021.

Dependiendo de la ubicación en nuestro planeta, este ciclo presenta más o menos etapas. En la figura 1 se puede observar diferentes estados del agua durante el ciclo hidrológico en diferentes escenarios posibles en el planeta.

1.3. Fases principales del ciclo hidrológico

En el modelo básico del ciclo hidrológico se consideran cuatro etapas, las cuales son: precipitación, escorrentía superficial, evapotranspiración y agua

subterránea. En el área entre los trópicos y el Ecuador esta precipitación se presenta en un rango de maneras específicas dadas las temperaturas y cantidad de radiación solar que recibe esta franja del planeta.

1.3.1. Precipitación

Es el agua en estado líquido o sólido que llega al suelo. La formación de esta requiere un núcleo de condensación. Es una partícula atmosférica (polvo, humo, entre otros), la cual tiene propiedades que facilitan la condensación del vapor de agua sobre ella.

El tipo de precipitación que se producirá proviene de factores dependientes de la ubicación del área, así como su topografía, estación, ubicación global, entre otros. Existen diversos medios para medir la precipitación de un área, tradicionalmente se utilizan pluviómetros más en la actualidad existen métodos de mayor eficacia como el radar o las observaciones vía satélite, lastimosamente en el área pertinente de investigación a nivel regional no se cuenta con herramientas avanzadas. No está de más mencionar que los métodos de mayor tecnología no son proclives a influencias exteriores en su precisión.

1.3.1.1. Formas de precipitación

- Llovizna: es precipitación líquida formada por gotas de diminuto tamaño, con un diámetro menor a 0,5 mm que son guiadas por el viento, característica de las zonas boscosas y frías.
- Lluvia: es precipitación líquida formada por gotas que caen al suelo influenciadas principalmente por la gravedad, capaces de formar ondas en charcos y salpicar al momento del contacto con el suelo.

- Escarcha: es precipitación congelada, proviene de la condensación del vapor que se eleva en noches claras, congelándose sin haberse condensado antes. Este proceso puede llevarse a cabo solamente en temperaturas bajo 0 °C, formándose cristales sobre cualquier superficie sólida en contacto con el vapor.
- Granizo: es precipitación sólida de granos formados por un núcleo de nieve y capas exteriores de hielo, con un tamaño definido por su diámetro de 5 a 50 mm. Mayor diámetro indica que es un pedrisco.

1.3.1.2. Tipos de precipitación

El tipo de precipitación es nombrada por el fenómeno que causa el enfriamiento necesario para producir cantidades considerables de precipitación.

- La precipitación convectiva es característica de zonas calurosas y con contenido de humedad alto, son originadas cuando la masa de aire sube. La duración de este tipo es corta, así como una manifestación violenta y localizada. Es característica de las zonas tropicales de baja altura sobre el nivel del mar.
- La precipitación orográfica se da cuando una masa de aire cargada con humedad de temperatura no tan fría encuentra un relieve en el terreno y asciende, esto causa la condensación de la misma. La duración es larga, así como suave y es característica de las áreas montañosas.
- La precipitación ciclónica sucede por un centro de baja presión, lo que tiene como resultado el ascenso del aire en el mismo, convergiendo los

vientos a nivel superficial, de manifestación constante y características de las zonas de mal tiempo.

- La precipitación anticiclónica tiene un centro de alta presión por lo que aire desciende en el mismo, con vientos secos y divergentes.
- La precipitación frontal es producida por un frente atmosférico, este es el choque de dos masas de aire con distinta humedad y temperatura. Su intensidad se encuentra entre la convectiva y la orográfica, y su duración varía según el movimiento del frente.

1.3.1.3. Escorrentía superficial

La escorrentía es la precipitación que fluye en estado líquido sobre la superficie del suelo. Es observable rápidamente en suelos arcillosos o sobre superficies hechas por el ser humano como carreteras, mientras en suelos granulares al caer durante un tiempo relativamente prolongado se infiltra en ellos.

1.3.2. Evaporación

La evaporación del agua es el resultado de la energía calórica y el movimiento por medios como el viento, la velocidad de este es el factor determinante en la capacidad de transporte. Principalmente esta se da en superficies abiertas, teniendo la radiación solar como origen principal de la energía calórica o el almacenamiento de esta en superficies propensas a este fenómeno por sus características físicas, el asfalto bituminoso, por ejemplo.

Este proceso básico es la transformación del agua líquida a un estado gaseoso, es afectado por características físicas que intervienen en el área a

estudiar. Los instrumentos que miden esta etapa se llaman evaporímetros y miden la evaporación potencial específicamente, esta es la evaporación posible desde una superficie libre transfiriendo vapor desde el suelo sin restricciones de suministro de la misma u obstáculos que restrinjan la radiación solar, en condiciones meteorológicas específicas.

1.3.3. Transpiración

Este es el proceso por el cual las plantas exuden la precipitación absorbida por medio de su sistema de raíces, de la cual solo un pequeño porcentaje es utilizado por las mismas. La transpiración es una de las fases primordiales del ciclo hidrológico en la franja entre el trópico y el Ecuador por su gran extensión vegetal, ya que por esta la atmósfera recupera gran cantidad de agua.

La cobertura vegetal y el tipo de vegetación son variables que tienen gran influencia sobre la cantidad de agua transpirada, ya que las características físicas de cada tipo de planta permiten mayor o menor transpiración, por ejemplo, los árboles tienen una mayor área de follaje y exposición, lo que causa transpiren más que el resto de las plantas.

1.3.4. Evapotranspiración

En la práctica, es difícil diferenciar el aporte a la atmósfera de parte de la evaporación y la transpiración vegetal, por eso para facilitar el cálculo de estas variables se ha creado el concepto de evapotranspiración. Esto siempre y cuando los factores influyentes en ambas áreas sean similares.

1.3.5. Infiltración

Esta fase del ciclo hidrológico consiste en el ingreso del agua a través de la superficie del suelo penetrando hasta alcanzar los acuíferos subterráneos, así recargando el suministro de agua subterránea.

La velocidad de infiltración, que es un valor importante de considerar en el estudio de una cuenca, depende de factores relacionados al suelo como la textura, contenido de humedad previo a la precipitación, su temperatura, entre otros. Cuando estos factores son adversos a la infiltración se observa escorrentía, que es el resultado de una tasa de precipitación mayor a la capacidad de infiltración.

En nuestra región existen diferentes que presentan suelos granulares con grandes capacidades de infiltración por la facilidad de movimiento que tiene el agua entre los granos mientras que los suelos arcillosos, aunque cuentan con un mayor volumen de vacíos, su densidad no permite la infiltración continua.

1.4. Balance hidrológico

Es la evaluación de los aportes y descargas de agua en un sistema, normalmente acuífero o una cuenca hidrográfica, para un periodo de tiempo determinado, el cálculo numérico se basa en el principio de que el aporte total de una masa de agua debe ser igual a la salida total del agua más la variación neta en el almacenamiento acumulado, esto es basado en el principio que el ciclo hidrológico de la tierra es un sistema cerrado.

1.5. Altura Sobre el Nivel del Mar

Es una unidad de medida estándar del sistema métrico decimal que se utiliza para ubicar la altitud de una ubicación en el planeta respecto del nivel medio del mar cercano a la misma. En este caso se utilizan metros, lo que se abrevia en español como MSNM.

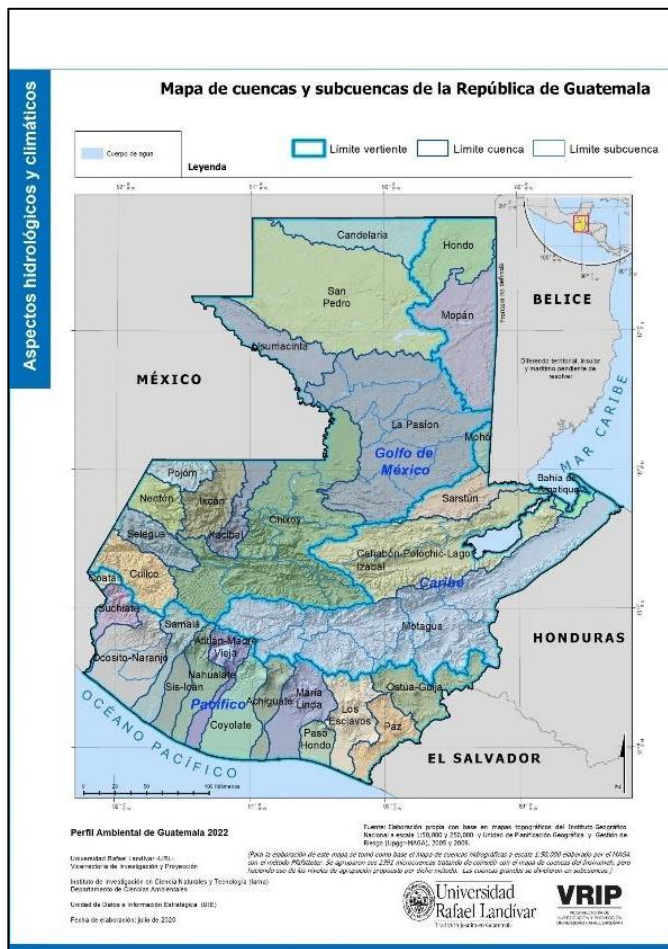
1.6. División hidrológica de Guatemala

La República de Guatemala se encuentra en la franja ubicada entre el trópico de Cáncer y el Ecuador, caracterizada por un clima tropical y subtropical dependiendo de la altitud, está dividida hidrológicamente en tres vertientes. Estas son la vertiente del Pacífico, vertiente del Atlántico y la Vertiente del Golfo de México. Cada vertiente es caracterizada por diferentes topografías y características físicas de los ríos que la forman. Contienen los ríos que desembocan en los cuerpos de agua tras los cuales se nombraron las mismas.

1.6.1. Vertiente del Pacífico

La vertiente que drena hacia el Océano Pacífico ocupa el 22 % del área total del país, ubicada al sur del mismo y caracterizada por pendientes fuertes en las partes altas y pendientes muy leves en su parte baja, lo cual la vuelve proclive a inundaciones. Cuenta con ríos de longitudes relativamente cortas con un promedio de 110 kms y con un origen en promedio de 3 000 MSNM.

Figura 2. Vertientes de Guatemala



Fuente: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR. *Mapa de Cuencas y Subcuencas de la República de Guatemala*. "<https://sie.url.edu.gt/mt-aspectos-hidrologicos-y-climaticos/>". Consulta: 16 de noviembre de 2021.

Los ríos de esta vertiente se caracterizan por el acarreo de materiales debido a sus grandes pendientes desde la Sierra Madre hasta el litoral, como lo es la ceniza volcánica que proviene de la parte alta de la misma, en su límite norte. En materia de precipitación, esta vertiente tiene períodos de gran intensidad y se ha registrado una precipitación anual media de 2 200 mm. Todos

estos factores junto con las condiciones fisiográficas de la vertiente producen crecidas rápidamente y tiempos de propagación cortos, lo que se traduce a inundaciones sin advertencia.

La subdivisión de la vertiente está dada por cuencas, que son áreas tributarias drenadas por un río, definida por la topografía alrededor de este.

Esta vertiente está formada por las siguientes cuencas:

- Coatán
- Suchiate
- Naranjo
- Ocosito
- Samalá
- Sis-Icán
- Nahualate
- Atitlán
- Madre Vieja
- Coyolate
- Acomé
- Achiguate
- María Linda
- Paso Hondo
- Los Esclavos
- Paz
- Ostúa-Güija
- Olopa

El área total sumada por estas cuencas es de 23 990 kms².

1.7. Estaciones Hidrometeorológicas

Una estación meteorológica es un sitio donde se realizan observaciones y mediciones puntuales, por medio de diferentes parámetros y elementos meteorológicos como temperaturas del aire y suelo, humedad en el aire, viento, radiación solar, presión atmosférica, tipo de nubes, evaporación y precipitación además de la utilización de instrumentos adecuados para poder establecer el comportamiento atmosférico y del ambiente. Su objetivo es el de observar, medir, codificar y transmitir hacia los centros meteorológicos las variables meteorológicas en tiempo real en el área de responsabilidad de la estación.

En estas se encuentra normalmente el pluviómetro, este mide la precipitación en una zona concreta en un periodo de tiempo determinado.

1.8. Fenómeno El Niño – Oscilación Sur

Este es un fenómeno repetitivo, que se presenta como un patrón de cambio de temperatura de las aguas del Pacífico tropical, específicamente en su parte central. Este enfriamiento y calentamiento cíclico altera los patrones de precipitaciones, así como su distribución. Su fase cálida dura de 8 a 10 meses y su ciclo de 3 a 7 años.

1.8.1. Fenómeno La Niña

Este es el fenómeno complementario a El Niño, que juntos se conocen como ENOS. Es la fase fría del ciclo, que contiene las mismas características respectivas a este cambio en la temperatura. Es importante mencionar que puede verse un leve cambio en temperaturas, así como un gran cambio, dependiendo de varios factores que exceden el alcance de este trabajo.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO EN LA ACTUALIDAD

2.1. Localización Geográfica y Político-Territorial

La vertiente del Pacífico de Guatemala está delimitada por las fronteras del país y dos límites naturales, uno de ellos es el Océano Pacífico y el otro la orografía formada en parte por la Sierra Madre en el norte de la misma. La franja que conforma esta vertiente se ubica entre las coordenadas 13° 55" – 15° Latitud Norte y de los 89° 10" – 92° 15" Longitud Oeste.¹

Figura 3. Vertiente del Pacífico



Fuente: TUY, Héctor. *Situación del Recurso Hídrico en Guatemala*. p. 6.

¹ ESTRADA, Cindy. *Estudio regionalización climática de la vertiente del pacífico de Guatemala, diagnóstico y servicios realizados en el instituto privado de investigación sobre cambio climático, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A.* p. 48.

Conforma la parte sur del país, que incluye a los departamentos de Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Mazatenango, Retalhuleu en su totalidad, así como partes de los departamentos de Guatemala, Sololá, Sacatepéquez, Chimaltenango, San Marcos, Quetzaltenango, Jalapa y Chiquimula.

2.2. Propiedades Hidrográficas

El relieve de Guatemala proveniente de las tres placas tectónicas que se encuentran en el país, define dos principales regiones hidrográficas clasificadas por el cuerpo de agua en el que desembocan. Una de ellas la conforman los ríos que alimentan el Océano Atlántico y la otra es conformada por los ríos que alimentan el Océano Pacífico. La primera es dividida en las vertientes del Atlántico y del Golfo de México mientras la última es solamente la vertiente del Pacífico.

2.3. Propiedades Climáticas

En el enfoque de precipitaciones, dada el alto cambio de ASNMM mencionada previamente, se observan diferentes comportamientos a lo largo y ancho de la vertiente. Según registros anuales, se han reportado áreas con una precipitación en el intervalo de 500 a 1 000 mm mientras en otras este intervalo es de 3 000 a 4 000 mm.² De la misma manera, las temperaturas varían en toda el área que abarca la vertiente,

El resto de los parámetros influyentes en el tiempo atmosférico, como la temperatura, viento y humedad, se comportan de la misma manera,

² ESTRADA, Cindy. *Estudio Regionalización Climática de la Vertiente del Pacífico de Guatemala, Diagnóstico y Servicios realizados en el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, C.A.* p. 50

manifestándose en intervalos extensos dependiendo de la orografía del área que se estudie de esta vertiente.

2.4. Uso del Suelo en la Vertiente del Pacífico

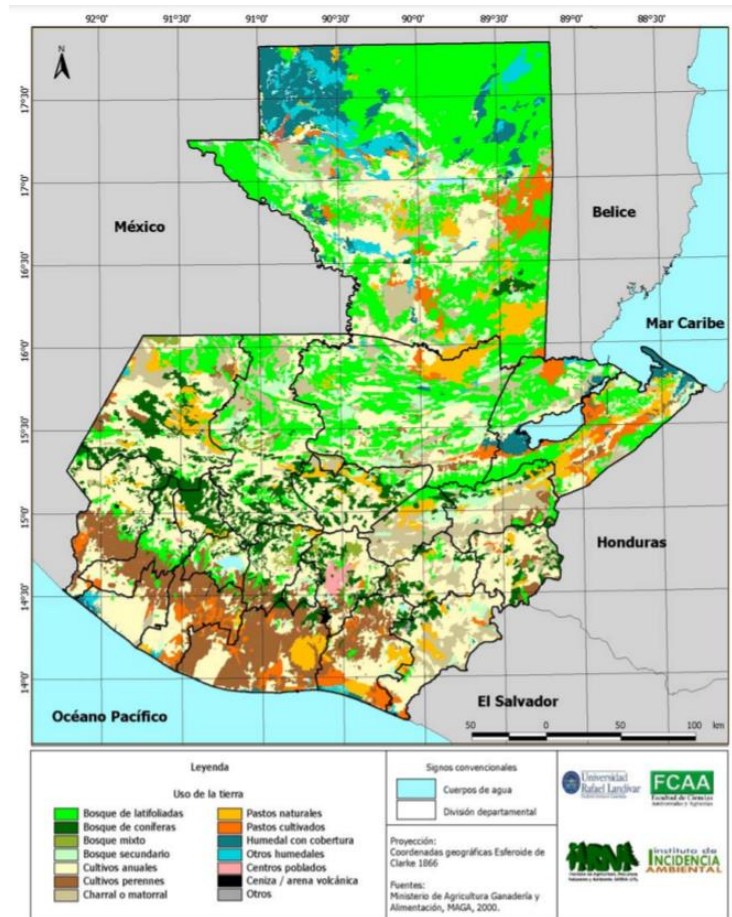
En esta área varía el uso del suelo, en la parte más alta se tienen cultivos varios en pequeñas extensiones, así como áreas naturales que conservan las propiedades de bosques húmedos, húmedos montanos, húmedos secos, entre otros. Conforme la pendiente decrece, se aumenta la temperatura del área y con ello se hace la transición hacia cultivos perennes como la caña de azúcar que se logra ver en cantidades grandes a lo largo del sur de la vertiente, también se observan en magnitudes grandes el cultivo de maíz, arroz y frijol.

Se encuentra también a lo largo de las planicies del sureste la ganadería, como la crianza de ganado porcino y aves. Esto significa el uso de suelo como pastizales y almacenaje de productos.

El uso del suelo se ha guiado en esta vertiente en parte por los suelos del ordeno molisol y vertisol, los cuales son suelos de humedad infiltrada más allá de cobertura de pasturas y suelos con humedad presente en concentraciones grandes gracias a la arcilla que forma su primera capa, respectivamente.³

³ UNIDAD DE PLANIFICACIÓN GEOGRÁFICA Y GESTIÓN DE RIESGO. *Atlas temático de la República de Guatemala*. p.39

Figura 4. **Uso del Suelo en Guatemala**



Fuente: TUY, Héctor. *Estado del uso de la tierra y ordenamiento territorial en Guatemala*. p. 8,

2.5. Cambio Climático en la Vertiente del Pacífico

El cambio climático es la alteración de patrones de tiempo sobre un territorio definido, que perturba los procesos naturales de la fauna y la flora, en la Vertiente del Pacífico se observan lluvias de alta intensidad y corta duración, lo cual causa inundaciones en la misma.

2.5.1. Cambio Climático

Este es un concepto de amplia familiaridad en la actualidad, el cual empezó a abordarse en el final de la década de los cuarenta, por la preocupación del decremento de temperatura en los inviernos. Se empezó a tratar al clima como un algo dinámico que puede ser influenciado no solo por factores exógenos a la Tierra si no por factores internos, como lo es la humanidad.

Es determinante la importancia que se le da al estudio de este fenómeno para su definición y efectos en el planeta, ya que se enfoca en la rapidez de los cambios en el clima de las áreas afectadas con mayor frecuencia o magnitud alrededor del mundo. El elemento principal para regir los ciclos climáticos es el Sol, se ha atribuido previamente en el estudio del cambio climático a sus variaciones en la actividad radial influencia sobre lo que consideramos parte de este fenómeno. Es decir, se separan las causas de calentamiento global en factores exógenos y endógenos al planeta.

Se ha atribuido el aumento de temperatura a nivel global a los gases de efecto invernadero, tema preferente en general al abordar el cambio climático. Estos son gases que son capaces de retener la radiación de onda larga que emite el planeta. El aumento de estos en la atmósfera previene al planeta eliminar parte del calor que contiene, por la emisión y retención de gases como el dióxido de carbono, metano, vapor de agua, entre otros.

Ya que el planeta produce todos estos gases naturalmente, sin intervención artificial, el ambiente cuenta con mecanismos que mitiguen la producción de dichos elementos. Cuando un ecosistema se caracteriza por la abundancia anormal de algún nutriente como un lago de fósforo o nitrógeno, se dice que esté es un lago eutrofizado, quiere decir que el ingreso de nutrientes es mayor a la

capacidad de utilización por el ecosistema de los mismos. Esta analogía, es una explicación de como el aumento de la temperatura a nivel global aumenta conforme se introducen más y más gases de efecto invernadero en la atmósfera, excediendo la mitigación natural de los mismos.

2.5.2. Factores relevantes en la Vertiente del Pacífico

El ciclo hidrológico sucede tanto en la atmósfera como en la corteza del planeta, por ello cualquier alteración a estos dos integrantes del ambiente influirá en la manifestación de las etapas del ciclo. Las actividades humanas de producción y transformación de materias primas es una de las principales emisoras de gases de efecto invernadero y desechos en forma líquida, lo que se traduce en un cambio drástico en el clima del área donde se concentran estos procesos.

Las modificaciones que ha sufrido la costa sur de Guatemala en relación con el uso del suelo son de gran magnitud. La transformación de bosques tropicales a hectáreas de cultivos perennes no solamente ha cambiado el entorno de la flora y fauna que se desarrolla en el área sino continua en afectando activamente el ambiente por medio del uso del suelo.

La preparación del suelo en estas áreas agrícolas normalmente incluye su compactación, reduciendo así su capacidad de infiltración, lo que se manifiesta como una escorrentía mayor. Esta escorrentía causa erosión y movimiento de químicos fertilizantes en el ciclo hidrológico. Finalmente, se tiene como resultado un suelo alterado cuando se compara con el comportamiento natural del ambiente.

De igual manera, la industria agraria y de producción tienen un efecto adverso en el aire, por ejemplo, la quema de campos previamente a la cosecha es una práctica común en la industria de la caña. Esto libera dióxido de carbono a la atmósfera, así aumentando el efecto climático que esto tiene como consecuencia en un área previamente vulnerable.

2.5.3. Efectos relevantes en la Vertiente del Pacífico

Como se ha establecido previamente en otros estudios, la República de Guatemala en general es un área de vulnerabilidad alta ante los efectos del cambio climático. Esto se ha observado durante eventos ciclónicos como es el huracán Stan y el huracán Mitch en los últimos treinta años, mencionando solamente algunos eventos que han tenido un efecto devastador en la Vertiente del Pacífico.

El ciclo natural de influencia global en el clima llamado El Niño-Oscilación del Sur, ENOS por sus siglas en inglés, es un fenómeno climático natural que se ha visto afectado a través del tiempo por la influencia humana en el planeta. Produciendo este ciclo cambios en los vientos atmosféricos a lo largo del Océano Pacífico, desde Australia hasta las costas en las que este encuentra al América.

Es típico observar mientras se manifiesta un episodio de La Niña condiciones secas en general, es decir que las épocas secas tendrán un déficit de precipitación y las épocas donde la precipitación es considerablemente mayor al promedio durante el año tendrán una disminución, esto sucede por el incremento de los climas monzónicos en esta franja tropical del planeta. De igual manera se manifiestan los límites superiores de precipitación e inferiores de temperatura por parte de los episodios de El Niño a lo largo de los últimos 20 años.

En estos ciclos se denotan el cambio climático natural que conforman las diferentes fluctuaciones climáticas alrededor del mundo. En Centroamérica esto significa una probabilidad más condiciones de humedad mayor a la normalidad.

Es importante denotar que existe tanto el evento de El Niño y la Corriente de El Niño. La primera es un evento local a las costas sudamericanas cercas al Ecuador en el cual se calientan las aguas costeras, mientras el segundo es el fenómeno anteriormente descrito.

Una contribución considerable de gases de efecto invernadero es la cadena montañosa activa que se encuentra en la vertiente, los volcanes principales activos en el área son el Volcán Santiaguito, Volcán Pacaya y Volcán de Fuego. Un volcán libera los gases contenidos en el magma durante una erupción, como el óxido de azufre, monóxido y dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua, entre otros.

El Volcán Santiaguito ha mostrado actividad en la última década que se ha registrado por medio del INSIVUMEH, con erupciones que duraciones en el rango de tres a cinco horas. Estas erupciones no solo producen los gases previamente mencionados si no esparcen ceniza en la atmósfera circundante la cual dificulta la penetración de la radiación solar, ceniza que se ha registrado con movimiento desde tres hasta setenta kilómetros en diversas direcciones desde el cráter.

El Volcán Pacaya es uno de los volcanes con mayor constancia en su actividad volcánica, con registros de erupciones registradas casi anualmente en la década de los noventa y posteriores. Su efecto inmediato se ve concentrado con ceniza en las comunidades vecinas más su efecto en el cambio climático afecta a toda el área.

El Volcán de Fuego es el más activo del país, en la última década se observó el efecto que este puede tener en toda el área circundante a gran escala ya que la ceniza viajó más allá de los setenta kilómetros y una cantidad considerable de dióxido de carbono, como cabe mencionar los lahares que afectaron y se vieron magnificados por las lluvias del momento.

2.5.4. Adaptación al cambio climático

La continuidad de las actividades económicas, sociales y ecológicas del entorno es afectada por el cambio climático, más allá de las medidas para prevenir los acontecimientos que esta fluctuación climática tiene como consecuencia en Guatemala se ha utilizado la adaptación reactiva, la cual basa sus principios de protección en eventos pasados y la variabilidad que estos presentan.

Para llevar poder realizar una adaptación en diferentes ámbitos que protejan y beneficien a la población del área se debe de basar las estrategias en estudios reales y con bases científicas, procesos estadísticos, entre otros. La identificación de problemas existentes y los factores que los magnifican es elemental. Por ejemplo, la baja pendiente de la zona litoral de la vertiente es propensa a inundaciones repentinas, problema que se ve magnificado por la impermeabilización de los suelos realizada durante la preparación de la tierra para los cultivos.

Utilizando las herramientas disponibles, así como priorizando el funcionamiento de las fuentes de recolección de información de primera mano se puede proponer una solución a problemas creados por el cambio climático en zonas tan vulnerables como lo es Guatemala, en un contexto global.

3. DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Obtención de Datos de Precipitación del Período 1990-2020

En Guatemala, el registro de las estaciones hidrométricas de acceso público está a cargo del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala, organización científica del gobierno. Para ello se debe de comunicar por medio de correo electrónico con la sección de interés de esta institución para luego llenar un formulario, con la entrega del cual se devolverá la información requerida por el interesado.

3.2. Ubicación de las Estaciones de la Vertiente del Pacífico

En la Figura 5, se ubicaron las estaciones hidrométricas activas de la Vertiente del Pacífico bajo el control del INSIVUMEH. Estas estaciones tienen en su mayoría el registro de precipitación requerido para formar el modelo a convalidar.

Figura 5. **Estaciones Hidrométricas**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

3.3. Memoria de Cálculo

Para muestra del cálculo de cada dato faltante de cada estación hidrométrica se tomará como ejemplo el procedimiento llevado a cabo para el mes de noviembre de del 2018 de la estación INSIVUMEH.

3.3.1. Determinación de Datos Faltantes a Nivel Mensual

Para la muestra de cálculo se calculará el dato faltante del mes de noviembre del 2018 en la estación del INSIVUMEH y noviembre del 2017 para la estación Los Esclavos. Para ello se usarán datos de las estaciones cercanas de Suiza Contenta, Alameda Icta y Los Esclavos.

Tabla I. **Meses para Estimación de Datos Faltantes**

Estación	Precipitación mensual [mm]				
	Mes	nov-16	nov-17	nov-18	nov-19
INSIVUMEH	4,3	0	-	21,1	58,1
ALAMEDA ICTA	8,6	0	1,6	4	90,3
LOS ESCLAVOS	23,5	-	17,2	22,8	98,3
SUIZA CONTENTA	10,4	3,1	23,6	4,4	78,6

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Para ello usaremos la siguiente ecuación:

$$P_x = \frac{1}{n} \left(\frac{N_x}{N_A} * P_A + \frac{N_x}{N_B} * P_B + \frac{N_x}{N_C} * P_C \right)$$

Ecuación No.1

Donde:

P_x = Dato faltante de precipitación que se desea obtener.

N_A , N_B y N_C = Precipitación normal anual de las estaciones índices.

P_A , P_B y P_C = Precipitación en las estaciones índices durante el mismo periodo de tiempo del dato faltante.

N_x = Precipitación Normal anual de la estación en estudio.

n = Número de estaciones vecinas.

- Calculando las precipitaciones normales de cada estación:

$$N_{Ins} = \frac{4,3 + 0 + 21,1 + 58,1}{4} = 20,88$$

$$N_{Ala} = \frac{8,6 + 0 + 1,6 + 4 + 90,3}{5} = 20,90$$

$$N_{Esc} = \frac{23,5 + 17,2 + 22,8 + 98,3}{4} = 40,45$$

$$N_{Sui} = \frac{10,4 + 3,1 + 23,6 + 4,4 + 78,6}{5} = 24,02$$

- Y luego utilizamos la ecuación No. 1 para calcular los datos faltantes respectivos:

$$P_{Ins} = \frac{1}{3} * \left(\frac{20,88}{20,90} * 1,6 + \frac{20,88}{40,45} * 17,2 + \frac{20,88}{24,02} * 23,6 \right) = 10,33$$

$$P_{Esc} = \frac{1}{3} * \left(\frac{40,45}{20,90} * 0 + \frac{40,45}{20,88} * 0 + \frac{40,45}{24,2} * 3,1 \right) = 1,72$$

- Por lo que tenemos como resultado la siguiente tabla con los datos completos:

Tabla II. **Datos Estimados Muestra de Cálculo**

Estación	Precipitación mensual [mm]					
	Mes	nov-16	nov-17	nov-18	nov-19	nov-20
INSIVUMEH		4,3	0	10,33	21,1	58,1
ALAMEDA ICTA		8,6	0	1,6	4	90,3
LOS ESCLAVOS		23,5	1,72	17,2	22,8	98,3
SUIZA CONTENTA		10,4	3,1	23,6	4,4	78,6

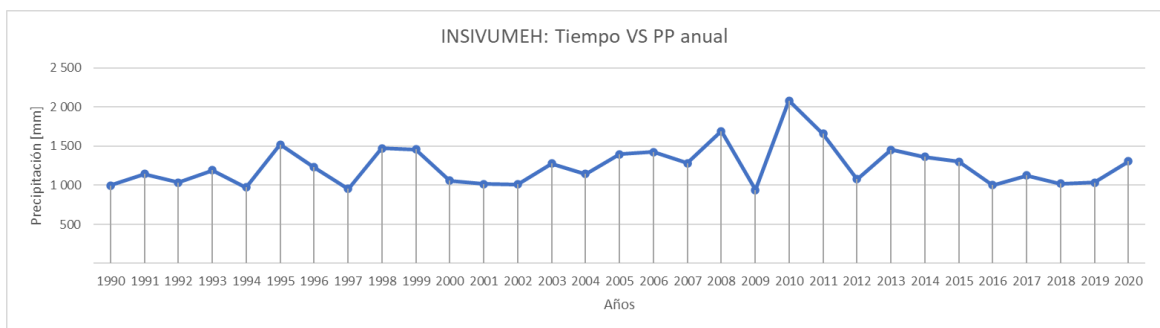
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Al tener todos los meses de un año procedemos a realizar la sumatoria de precipitaciones del año para llegar a la precipitación media anual.

3.4. Gráficas de Datos

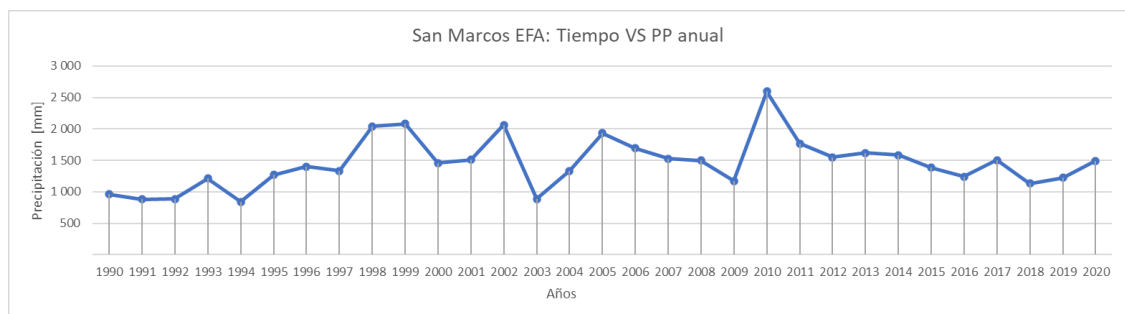
Posteriormente, con la precipitación media anual podemos graficar para cada estación su comportamiento a través de los años del período de interés.

Figura 6. **Gráfica PP vs Años Estación INSIVUMEH**



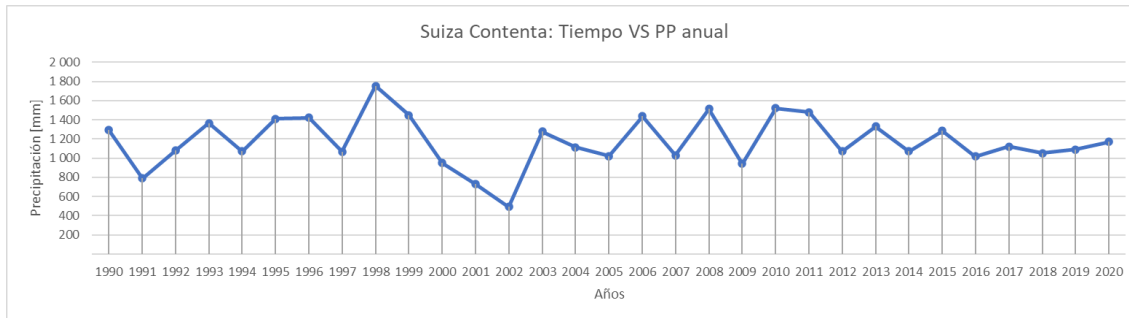
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 7. **Gráfica PP vs Años Estación San Marcos EFA**



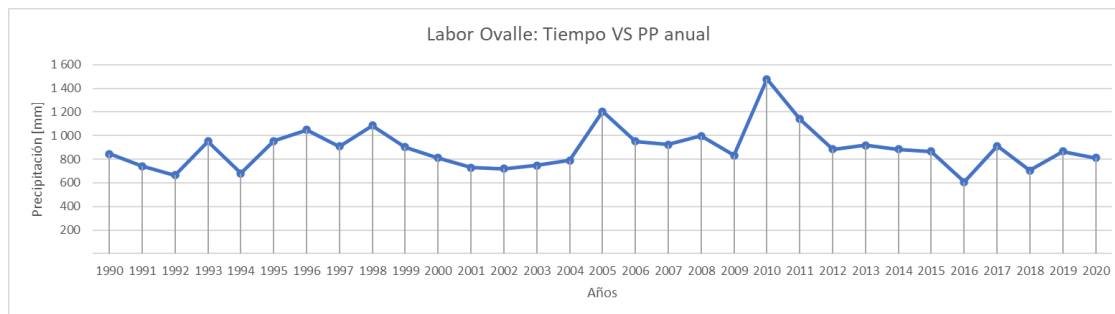
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 8. Gráfica PP vs Años Estación Suiza Contenta



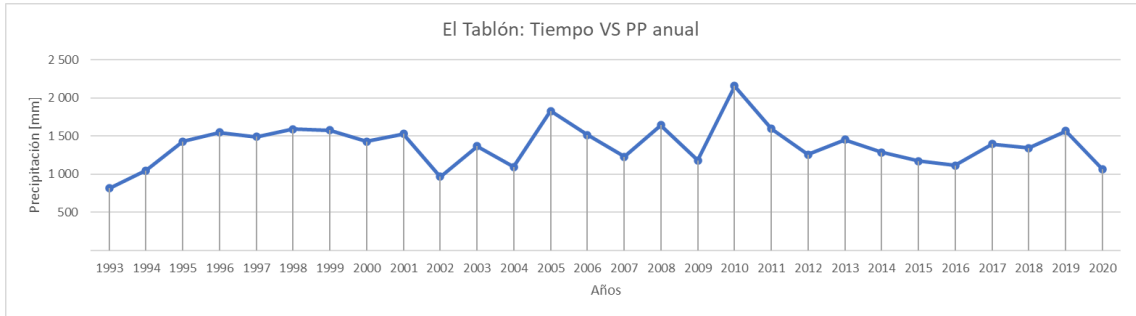
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 9. Gráfica PP vs Años Estación Labor Ovalle



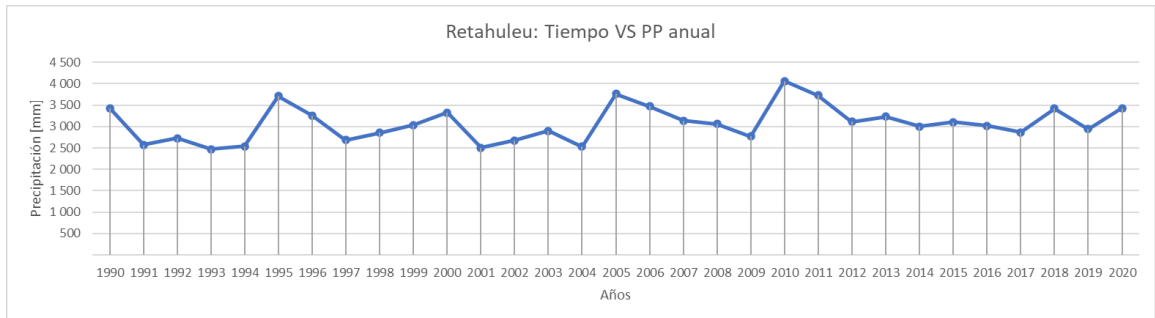
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 10. Gráfica PP vs Años Estación El Tablón



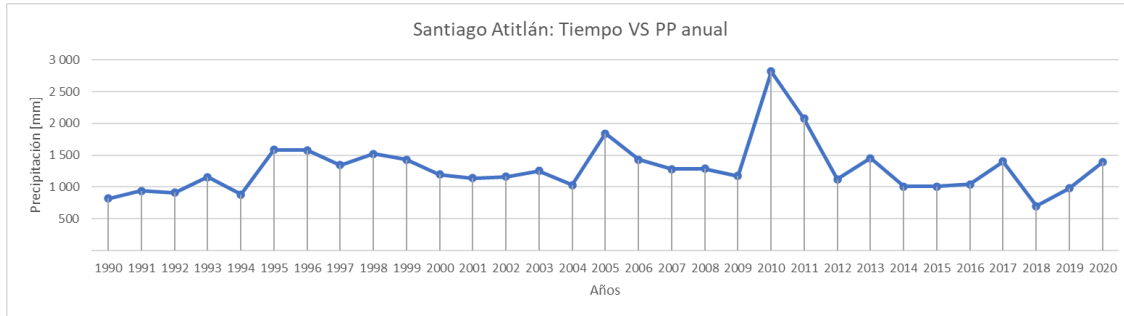
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 11. Gráfica PP vs Años Estación Retalhuleu



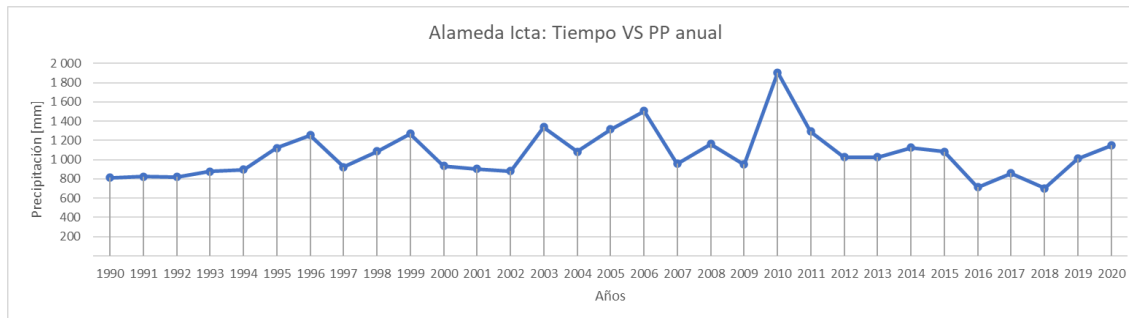
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 12. Gráfica PP vs Años Estación Santiago Atitlán



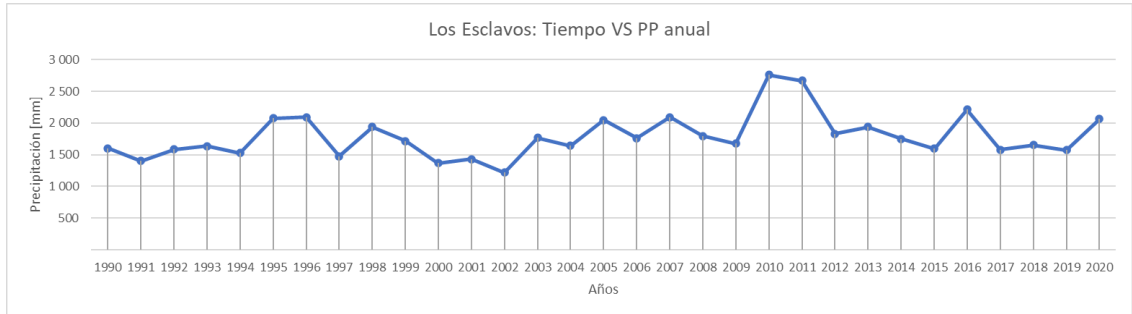
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 13. Gráfica PP vs Años Estación Alameda Icta



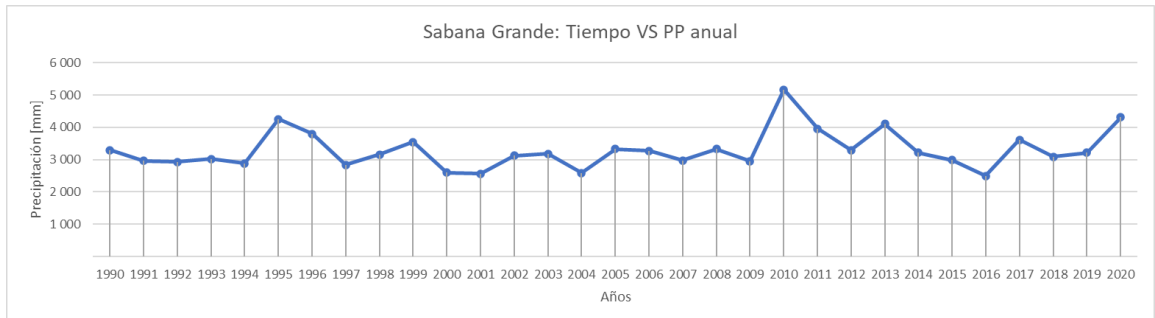
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 14. Gráfica PP vs Años Estación Los Esclavos



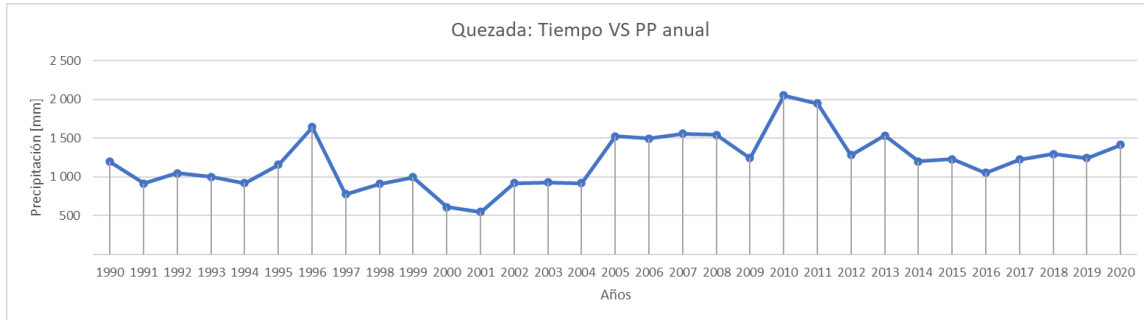
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 15. Gráfica PP vs Años Estación Sabana Grande



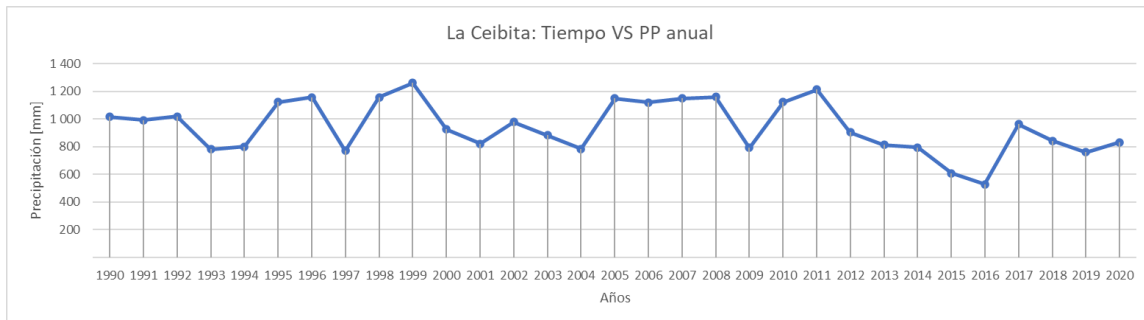
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 16. Gráfica PP vs Años Estación Quezada



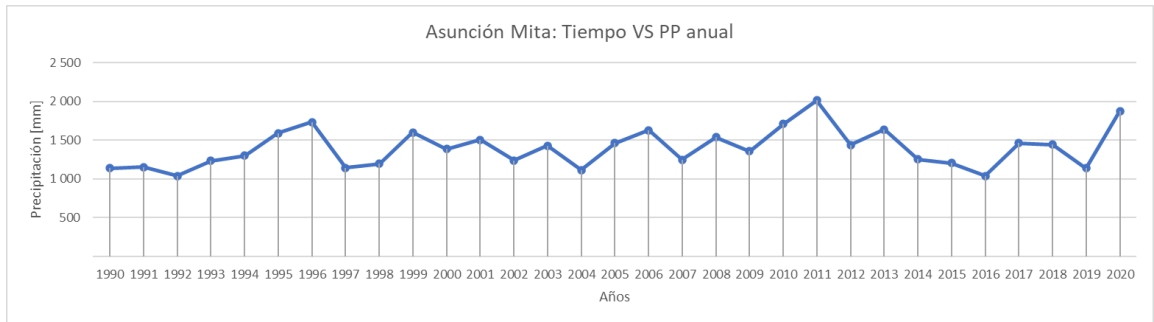
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 17. Gráfica PP vs Años Estación La Ceibita



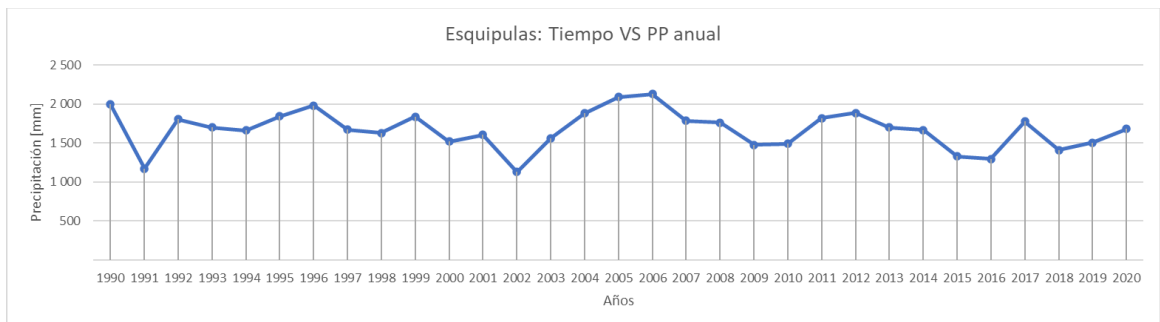
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 18. Gráfica PP vs Años Estación Asunción Mita



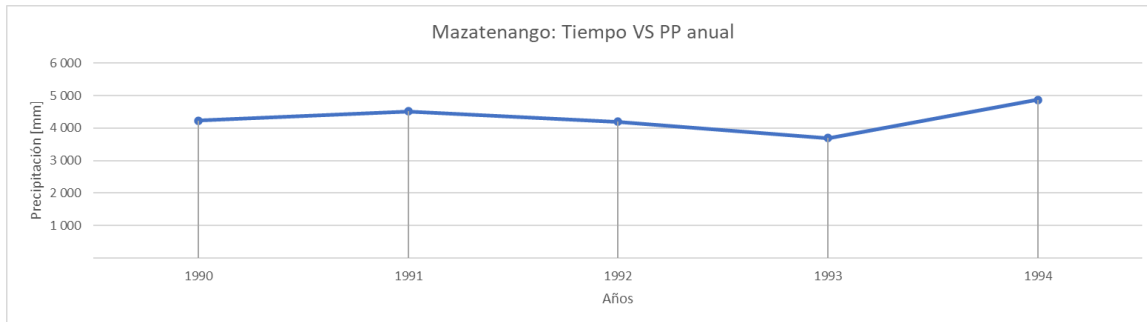
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 19. Gráfica PP vs Años Estación Esquipulas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 20. **Gráfica PP vs Años Estación Mazatenango**



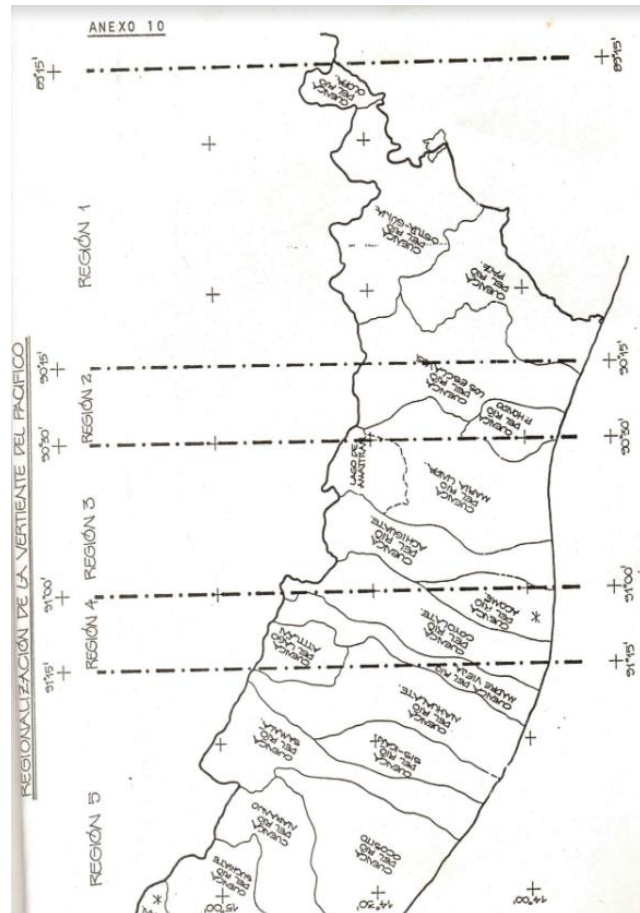
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.5. **Influencia de Fenómenos El Niño y La Niña**

Se puede observar en las figuras de la sección 3.4, basados en los conceptos definidos previamente en el capítulo 1, la influencia explícita de ambos fenómenos, así como los períodos de transición. En las gráficas podemos observar cambios de pendientes que no tienen una correlación directa con los períodos definidos en la tabla III para todas las estaciones, sin embargo, si utilizamos la regionalización propuesta en López Arriaga podemos ver una correlación con los cambios de temperatura respectivo de cada fenómeno.

El aumento de temperatura de los años 1991, 1997 y 2002 se observa como un aumento en la precipitación de estos años en las estaciones de la región 3 (figuras 6, 8 y 13). Así como para la región 5, las figuras 7, 9 y 11 muestran una disminución en la precipitación de años como 1993, 1994, 2005, 2006, 2013 y 2014. Todas las estaciones se rigen por un ciclo de 11 años aproximadamente, 4 años de lluvia, 3 años secos y 4 años de transición.

Figura 21. Regionalización Vertiente del Pacífico



Fuente: LÓPEZ, Víctor. *Análisis Regional Altura – Precipitación de Vertiente del Pacífico*. p. 68.

La regionalización establecida en 1990 por López Arriaga parece permanecer, sin embargo, ese estudio se llevó a cabo con una cantidad considerablemente mayor de estaciones para establecer un patrón, actualmente no se cuenta en el inventario de estaciones hidrométricas del INSIVUMEH con la cantidad suficiente para asegurar la continuidad de los patrones anteriores con la similitud necesaria para recrear las curvas Altura- Precipitación de los anexos del estudio mencionado anteriormente.

Tabla I. **Períodos de Fenómenos ENOS**

Período	Fenómeno
1990	Transición
1991-1992	El Niño
1993-1994	Transición
1995-1996	La Niña
1997-1998	El Niño
1998-2001	La Niña
2002-2005	El Niño
2005-2006	Transición
2006-2007	El Niño
2007-2009	La Niña
2009-2010	El Niño
2010-2012	La Niña
2013-2014	Transición
2015-2016	El Niño
2016-2018	La Niña
2019-2020	Transición

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.6. Modelo de Precipitación de la Vertiente del Pacífico

Finalmente, teniendo la precipitación media anual del período disponible para cada estación, calculamos el promedio de estas, lo que nos da como resultado un modelo general de la relación Altura-Precipitación de la Vertiente del Pacífico, dividida en dos regiones predominantes, un número menor a las regiones que estableció López Arriaga dada la reducción de cantidad de estaciones trabajando.

Debido a la orografía de la Vertiente del Pacífico, hay una gran variación entre la altura sobre el nivel del mar y la precipitación, la cadena montañosa que atraviesa y divide a la Vertiente afecta la altura de la precipitación que logra llegar o salir de ciertos valles como lo es en el que está la estación Suiza Contenta.

De igual manera, la estación Los Esclavos tiene una altura similar a la estación Sabana Grande, aunque cuenta con casi un 50 % de la precipitación de esta última, esto se debe a que la ubicación de Sabana Grande está justo antes de la frontera montañosa entre Sacatepéquez y Escuintla mientras Los Esclavos se encuentra rodeada de las montañas ubicadas en Santa Rosa.

Tabla II. **Promedios Precipitación Media Anual Región 1**

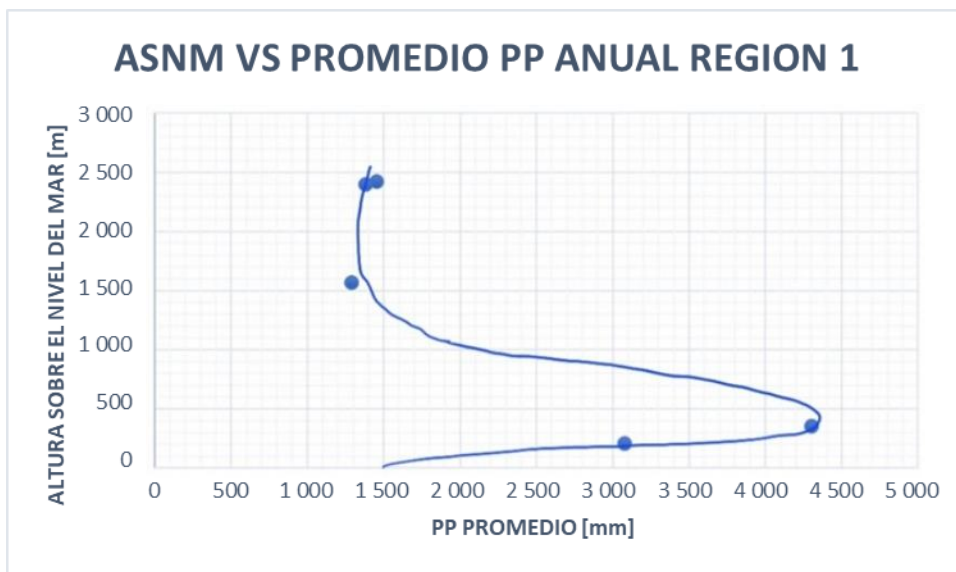
Estación	HSNM [m]	PP Anual Prom [mm]
Mazatenango	352	4 301,8
Retahuleu	205	3 075,9
San Marcos EFA	2 420	1 455,1
Santiago Atitlán	1 569	1 289,0
El Tablón	2 397	1 382,6

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La figura 22 muestra la tendencia de la relación entre la altura sobre el nivel del mar y el promedio anual de precipitación en cada estación, con una línea que establece la tendencia de la altura de precipitación registrada. Se observa que los máximos de precipitación se encuentran entre 400 y 900 metros sobre el nivel del mar. Siendo estas las estaciones que se ubican en la boca-costa del occidente del país, previas a la cadena montañosa que define los límites de la Cuenca del Río El Naranjo y el Lago de Atitlán.

En esta figura vemos que existe un déficit de estaciones en una zona con un amplio intervalo de valores de precipitación, con una disminución en esta en las alturas mayores a 1 500 metros, característico de la orografía del occidente de la Vertiente.

Figura 22. **ASNМ VS Promedio de Precipitación Anual Región 1**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Este modelo es una función de la altura sobre el nivel del mar de un punto cualquiera de la Región 1 para obtener la Precipitación Media Anual del mismo.

Tabla III. **Promedios Precipitación Media Anual Región 2**

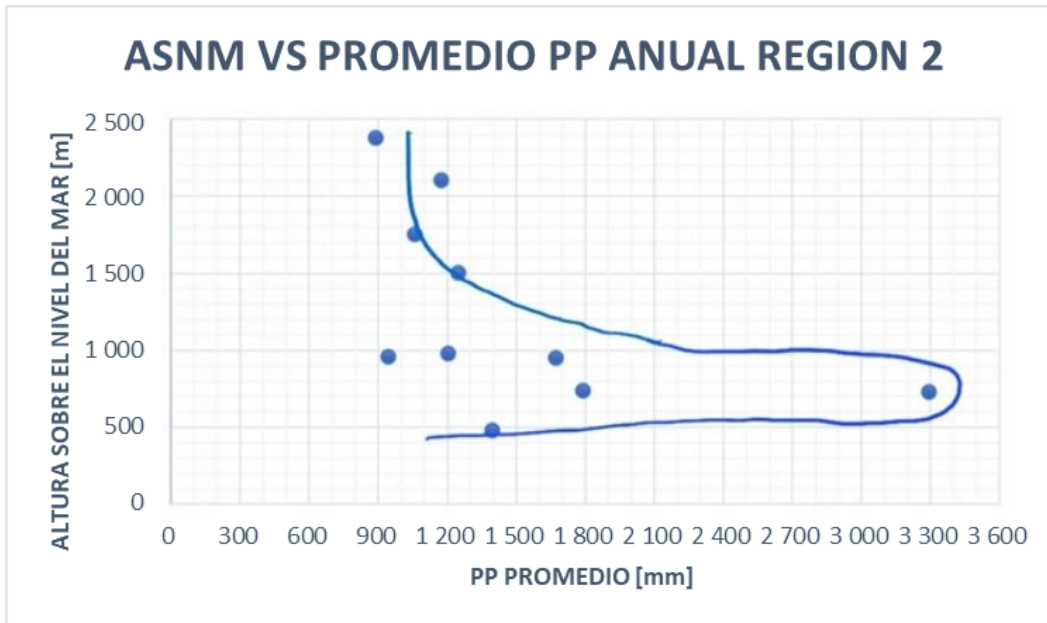
Estación	HSNM [m]	PP Anual Prom [mm]
Sabana Grande	730	3 292,6
Los Esclavos	737	1 788,9
Esquipulas	950	1 671,2
Asunción Mita	478	1 396,3
INSIVUMEH	1 502	1 246,7
Quezada	980	1 204,8
Suiza Contenta	2 105	1 174,3
Alameda Icta	1 750	1 058,3
La Ceibita	960	943,1
Labor Ovalle	2 380	888,4

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La figura 23 muestra la tendencia de la relación entre la altura sobre el nivel del mar y el promedio anual de precipitación en cada estación, con una línea que establece la tendencia de la altura de precipitación registrada. En esta figura vemos concentración de valores dentro del intervalo de 900 a 1 800 mm y solamente un valor que lo excede, esto puede ser explicado por la falta de estaciones que compartan la posición previa a la cadena montañosa que precede la estación Sabana Grande con 3 292,6 mm de promedio de altura de precipitación.

El máximo de precipitación se encuentra entre 500 y 1 000 metros sobre el nivel del mar, las estaciones que registran un mayor promedio de precipitación anual se encuentran en los valles previos a las cadenas montañosas de la región 2, mostrando el choque de las nubes capaces de formar precipitaciones contra las mismas formando una frontera natural en la región.

Figura 23. **ASNМ VS Promedio de Precipitación Anual Región 2**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Este modelo es una función de la altura sobre el nivel del mar de un punto cualquiera de la Región 2 para obtener la Precipitación Media Anual del mismo.

CONCLUSIONES

1. La relación Precipitación-Altura de la Vertiente del Pacífico actual fue determinada por medio de una regionalización de la misma a una escala menor, siendo esta de dos regiones, esto por la escasez de estaciones hidrometeorológicas del área lo cual se tradujo a gráficas muy pobres en información como para formar una tendencia en cada región, se estableció que la región uno actual está conformada por las regiones 4 y 5 de López Arriaga y la región dos actual está conformada por las regiones 1, 2 y 3, cada una con los máximos de precipitación definidos en los intervalos de altura respectivos de cada gráfica.
2. Las quince estaciones que forman parte del inventario del INSIVUMEH presentaban datos de precipitación que se comporta de manera similar en estaciones cercanas, por lo cual se escogió el método de proporción normal, sin embargo, el registro de la estación de Mazatenango presenta solamente 5 años de información, en general las estaciones presentan una cadena de información con magnitudes lógicas.
3. La regionalización llevada a cabo por López Arriaga en 1990 se ve convalidada por la escasa información presente en la actualidad, esto por el comportamiento de las estaciones de cada región, fenómeno que en la región 2 de López no es posible verificar como tendencia ya que actualmente cuenta solamente con la estación de Los Esclavos, por estos factores se realizó una separación de la Vertiente del Pacífico en solamente dos regiones, se establecieron líneas de tendencia para utilizar

en caso de necesitar saber la precipitación promedio de un punto cualquiera de la Vertiente en ambas regiones.

4. Los fenómenos de El Niño y La Niña influyen en la precipitación que presenta la Vertiente del Pacífico en un ciclo de promedio once años, en los cuales se presentan cuatro años de lluvia, cuatro años de transición y tres años secos, ciclo que se ve reflejado en las gráficas de precipitación media anual del capítulo 3, estos períodos dentro del ciclo son causados por la diferencia de temperatura que se presenta en la franja del Pacífico.

RECOMENDACIONES

1. Incrementar la inversión en infraestructura de medición hidrológica. Esta inversión se verá reflejada en construcciones mejor preparadas para las condiciones de lluvia a las que se verán expuestas durante su vida de diseño, así previendo las pérdidas materiales, económicas y humanas por infraestructura dañada.
2. Mejorar la de registros de precipitación para estaciones hidrométricas ya que la escasez de las mismas dificulta el uso de información general y la falta de datos en las estaciones presentes altera la confiabilidad de las estimaciones de un modelo general para la predicción de precipitación anual media de un punto cualquiera del área de interés.
3. Utilizar la información aquí descrita, usar esta tesis como una guía de estimación de la precipitación de un punto cualquiera de la Vertiente del Pacífico en conjunto con la regionalización previamente elaborada por López Arriaga dada la tendencia del clima a ser cíclico, para así obtener un estimado con bases en la mayor cantidad de registros disponibles.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR ORTIZ, Roberto Iván. *Influencia del fenómeno de “El Niño” en los recursos hídricos de la cuenca del río de Los Esclavos*. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. 119 p.
2. APARICIO MIJARES, Francisco Javier. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. México. Editorial Limusa. 2012. 302 p.
3. Banco Internacional de Desarrollo. *Estimación de la amenaza y el riesgo probabilista por Huracán en Guatemala, Incorporando el impacto asociado al cambio climático*. Guatemala: 2014. 262 p.
4. CASTAÑEDA, Ana del Rosario. *Estudio de la erosión de los suelos en la Cuenca baja Río Achíguate, Escuintla, Guatemala; diagnóstico y servicios realizados en la Dirección de información, Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos*. Trabajo de Graduación de Ing. agrónoma. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. 192 p.
5. CONTRERAS, Ana Beatriz. *Impactos Ambientales de la Producción de Agrocombustibles en base a caña de azúcar en la costa sur de Guatemala*. [en línea]. <<https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/rapidados2009/INF-2009-012.pdf>>. [Consulta: 18 de noviembre de 2021].

6. DE LEÓN, Francisco. *Clima y cambio climático*. [en línea]. <<https://www.tiempo.com/ram/7772/clima-y-cambio-climtico/>>. [Consultado: 19 de noviembre de 2022].
7. ESTRADA MONTIEL, Cindy Alaska. *Estudio regionalización climática de la vertiente del pacífico de Guatemala. Diagnóstico y servicios realizados en el Instituto Privado De Investigación sobre cambio climático, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, CA. Trabajo de Graduación de Ing. agrónoma, Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala*. 2015. 112 p.
8. GÓMEZ JORDÁN, Rosario del Carmen. *Evidencias del cambio climático en la vertiente del pacífico de Guatemala, período 1971-2010 con base en información estadística, diagnóstico y servicios prestado en el departamento de investigación y servicios climáticos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH, Guatemala, CA. Trabajo de Graduación de Ing. agrónoma. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala*. 2015. 173 p.
9. HERNÁNDEZ ÁVILES, Sammy Francisco. *Regionalización de crecidas para la vertiente del pacífico de la República de Guatemala. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala*. 2016. 190 p.
10. LINSLEY, Alice. *Hidrología para Ingenieros*. 2a ed. McGraw Hill. 1977. 382 p.

11. LÓPEZ ARRIAGA, Víctor Hugo. *Análisis Regional Altura-Precipitación de Vertiente del Pacífico*. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 1990. 116 p.
12. VÁZQUEZ MARTINEZ, Roberto Abraham y ELIZONDO, Eliseo Carrizosa. *Regionalización de Precipitaciones para la obtención de llluvias*. Buenos Aires, Argentina: XXVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, 2018. 2 p.
13. NOUVELOT, Jean-François; ALEMÁN, Miguel. *Análisis estadístico y regionalización de las precipitaciones en el Ecuador*. Ecuador: Institut de Recherche pour le Développement. 1995. 72 p.
14. RUANO, Sergio y MILÁN, Andrea. *Climate change, rainfall patterns, livelihoods and Migration in Cabricán, Guatemala*. Reporte No. 14. Bonn. United Nations University. 2014. 75 p.
15. Universidad Rafael Landívar. *Estado del uso de la tierra y ordenamiento territorial en Guatemala*. [en línea]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/IARNA/serie_ambi/03.pdf>. [Consulta: 24 de noviembre de 2021].

APÉNDICES

Apéndice 1. Registros Mensuales de Precipitación San Marcos EFA

San Marcos EFA	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	10,7	0	4	0	0	6,1	19,7	6,8	0,7
Febrero	7,4	1,7	18	0	0	3,9	0	20,4	6,4	0
Marzo	6,1	2,7	7,2	57,2	0	8,2	17,2	28,2	4,5	2,5
Abril	112,4	18,1	47,9	161,2	39	76,5	214,8	33,4	10,5	69,1
Mayo	105,6	146	87,6	193,2	135,9	149,3	285,4	171,4	54,6	77,9
Junio	246,8	206,9	184,9	240,7	206,8	203,9	189,9	218,6	203,8	655
Julio	102	71,1	82,6	84,3	107,8	127,1	148,9	131,3	333,1	322,3
Agosto	103,4	150,8	137,3	153,9	68,4	232,4	228,7	108,9	423,9	276,8
Septiembre	169,2	141,2	185,8	171	177	286	176,6	333,4	655,6	554,6
Octubre	101,3	103,6	99,2	148,3	75	136,1	93,4	130,7	242,8	102,6
Noviembre	3,8	24,5	36,2	0	20,6	14	32,9	106,6	97,1	5,8
Diciembre	3,7	6,5	1,5	0	13,9	34,8	6,1	33,3	4,6	16,9
PP Anual	961,7	883,8	888,2	1 213,8	844,4	1 272,2	1 400,0	1 335,9	2 043,7	2 084,2

San Marcos EFA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	10,8	0	2,4	0	0,3	0	6,5	1,5	0	0
Febrero	0	0	0	14	11,1	0	0	0	1,8	1,8
Marzo	32,7	1	0	74,4	82,8	118,5	26,6	9,9	7,7	1,6
Abril	66,6	5,5	13,2	5,7	10,2	10,8	68,9	103,6	56,9	79,7
Mayo	237,7	275	426,7	122,4	341	258,2	361	102,1	118,7	273,5
Junio	267,6	380,8	644,7	202,6	228,3	376,6	474,2	311,9	444	357,4
Julio	159,9	210,4	173,4	63,6	29,7	325,8	90,9	157,9	177	70,9
Agosto	321,5	307,4	188,7	130	133,1	129,6	95,5	196,9	213,6	100,5
Septiembre	321,4	186,6	443	168,3	310,1	308,7	262,4	301,1	279,1	99
Octubre	22,5	140,7	152,3	65,5	165,6	378	207,1	326,3	198,6	144,2
Noviembre	0	0	16	40,2	15,6	15,2	86,4	15	1,6	45,4
Diciembre	16,9	0	1,8	0	8	12,8	15,7	0	0	0
PP Anual	1 457,6	1 507,4	2 062,2	886,7	1 335,8	1 934,2	1 695,2	1 526,2	1 499,0	1 174,0

San Marcos EFA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	12	0	0,2	0,3	0	0,1	0	2,8	2	1,6	8,6
Febrero	33,6	25	28,7	1,6	0	24,4	0	4,6	0	0	1,5
Marzo	63,9	75,3	53,5	52,8	21,2	33,4	50	35,2	0	0,7	0
Abril	139,4	37,6	34,9	35,1	52,9	94,3	83,4	51	55,5	34,2	25,7
Mayo	487,3	171,6	298	177,4	279,3	137,6	147,4	204,2	213,5	163,6	227,1
Junio	475,1	306,5	245,7	277	481,2	251,8	317,1	401,6	244,3	267,5	484,2
Julio	411,9	368,1	202,5	234	107,1	126,4	104,4	158,3	27,1	107,7	130
Agosto	334,4	161,3	283,5	214,8	73,1	161,2	194,7	201,9	129,3	104	237,2
Septiembre	508	207,1	166	312,9	330,8	313,6	188,2	241,1	232,4	272,2	207,4
Octubre	95,8	413,4	204,7	241,8	236,6	206,4	110,5	189,1	201,8	268	112,5
Noviembre	33,7	2,8	30,4	70,6	2,1	30,8	44,2	13,2	24,3	2,1	61
Diciembre	0	0,7	2,9	1,3	1,2	5	2,2	1	1,7	0,1	0,6
PP Anual	2 595,1	1 769,4	1 551,0	1 619,6	1 585,5	1 385,0	1 242,1	1 504,0	1 131,9	1 221,7	1 495,8

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 2. Registros Mensuales de Precipitación Labor Ovalle

Labor Ovalle	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	7,2	0	0,4	0	0	12,4	23,8	0	0
Febrero	3,5	0,5	0	0	0	1,3	0,4	0	0	2,5
Marzo	72,1	0	24,7	3,8	0	14,8	17,7	4,8	4,9	1,5
Abril	93,2	9,5	32,1	58,6	58,9	79,2	175,7	14,5	0,4	70,5
Mayo	91,5	130	94,7	138,5	98,9	114	150,6	57,7	69,3	53,7
Junio	169,4	102,5	175,3	191	84,1	174,4	185,6	162,9	155,7	167,6
Julio	117,1	53,3	66,5	75,9	64,9	92,3	155,2	129,8	120,7	87,4
Agosto	43,6	83,2	83,6	140,8	134,6	141,1	125,9	38,4	256,5	136,2
Septiembre	164,2	139,5	123,9	245,9	140,5	240	121,5	230,6	166	213,8
Octubre	74,8	156,5	50,6	91,2	70,4	65,1	87,1	146,8	152,5	148,7
Noviembre	10,6	32,3	13,3	2,9	18,4	2,3	5,6	70,4	157,9	4,3
Diciembre	5,7	25,6	0,4	2	8,3	31	10	29,1	0	15,2
PP Anual	845,7	740,1	665,1	951,0	679,0	955,5	1 047,7	908,8	1 083,9	901,4

Labor Ovalle	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0	0	0	0	0	0	8,5	0	0	0
Febrero	0	0	2,4	9,5	7,3	0	0	1	9,9	0
Marzo	7,3	16,1	0	19,4	24,6	9,2	38,8	0	6,1	0,6
Abril	21,3	13,5	11,4	9,2	27	2,9	33,3	64,2	35,1	38,5
Mayo	181,8	205,1	119,3	84,1	123,6	238,5	147,9	99,8	103	259,4
Junio	138,4	83,4	142,4	177,5	101	267,3	289,4	198,2	241,7	168,3
Julio	117,3	110,4	68,7	70,3	98,9	135	72,2	114,9	149,4	60,4
Agosto	130,4	80,9	82,2	131,4	87	83,2	98,9	104,8	148,8	91,4
Septiembre	168,2	130	169,2	145,7	223	160,8	154,4	134,2	146,2	93,2
Octubre	40,8	76	108,8	81,6	67,7	290,1	67,7	199	157,7	19
Noviembre	3	2,1	13,8	16,7	10,6	11	23,8	5,8	0	46
Diciembre	1,8	9,6	0,2	0	18,9	5	16,2	0,8	0	54,6
PP Anual	810,3	727,1	718,4	745,4	789,6	1 203,0	951,1	922,7	997,9	831,4

Labor Ovalle	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0,9	0	0,1	4,7	0,1	0	0	0	0	0	0
Febrero	5,5	0	35,1	3,1	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	4,7	10,7	2,7	14,5	13,2	14,1	13	52,2	5	0	0
Abril	100	30	40,6	38,8	22,4	10,3	39,2	1,6	13,4	39,7	18,3
Mayo	395,9	104,8	180,5	93,4	219,9	79,3	70,2	124,3	114	103,4	213,2
Junio	165	190,5	117,1	114,4	259,4	157	172,9	205,4	203,3	147,4	103,2
Julio	169,9	177,7	77,7	125,2	72,9	80,9	46,7	99,3	27,6	67,6	109,8
Agosto	218	181,3	214,5	150,9	58,5	63,8	115,3	100,8	99,3	106	116,6
Septiembre	321,2	160	71,1	189,1	167,7	269,3	89,4	174,4	118	190,3	142,8
Octubre	90,7	278,8	133,9	160	68,2	152,4	53,3	148,2	118,2	207,1	53,9
Noviembre	6,1	4,1	11,6	23,4	1,3	36,2	3	3,4	3,2	4	52,5
Diciembre	0	0,6	0	1	0,2	3,7	3,1	0,7	2	0	0
PP Anual	1 477,9	1 138,5	884,9	918,5	883,8	867,0	606,1	910,3	704,0	865,5	810,3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 3. Registros Mensuales de Precipitación El Tablón

El Tablón	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	0	0	0	16,6	0	5	5,9	0,7	0,5
Febrero	0	0	0	0	1,7	0	1,6	23,9	0	5,2
Marzo	0	0	0	0	0	4,7	2,1	3,1	0	3
Abril	0	0	0	0	44	59,4	139,8	11,3	7,5	6,8
Mayo	0	0	0	0	170,5	100,1	148,4	117	84,4	74,3
Junio	0	0	0	0	179,1	299,6	263	323,8	206,7	378,8
Julio	0	0	0	156	120,7	157	214,7	116,9	255	236,8
Agosto	0	0	0	254,1	183,4	352,6	169,2	135,7	248,1	186
Septiembre	0	0	0	282,4	140,7	273,7	391	422,6	220,8	395,9
Octubre	0	0	0	119,9	125,1	156,9	145,4	191,3	287,5	262,7
Noviembre	0	0	0	2,3	40,4	1,1	47,6	95	279,4	8,9
Diciembre	0	0	0	3,2	26,8	25,8	19,2	45,9	2,3	16,3
PP Anual	0	0	0	817,9	1 049,0	1 430,9	1 547,0	1 492,4	1 592,4	1 575,2

El Tablón	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0	0	1,7	0	1	2,2	18,9	3,6	2,1	0
Febrero	0,4	0	2,8	7,7	16	0	0,2	0	5,8	0
Marzo	1,4	242,4	0,9	29,1	28,1	2,3	4,7	6	3,4	0
Abril	45,5	9,5	13,9	82,4	14	28,6	62	46,8	0	24,1
Mayo	275,1	226,8	115,3	120,3	245,2	166,1	181,3	94,8	139	264,2
Junio	340,4	223,2	181,7	391,4	202	469,1	359,7	275,1	468,1	307,7
Julio	67,2	216,8	130,6	176,8	113,9	222,2	195,1	127,5	297,1	80,5
Agosto	205,1	156,5	77,5	132,3	95,2	230,8	130,4	218,2	272,4	213,7
Septiembre	372,2	366	309,7	276	237,8	313,1	211,3	266,3	303,8	181,9
Octubre	111	63,9	102,6	123,4	131,4	376,5	212,3	180,5	143,3	45,9
Noviembre	12,3	19,7	27,1	29,4	10,5	9,9	113,9	7,5	6,3	64
Diciembre	0	5,2	2,9	0	2,1	6,8	26	1,7	0,3	2,4
PP Anual	1 430,6	1 530,0	966,7	1 368,8	1 097,2	1 827,6	1 515,8	1 228,0	1 641,6	1 184,4

El Tablón	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0	0	0	8,6	0	0	2,5	1,7	5,5	2,8	5,9
Febrero	12,7	6,3	0	5,6	0	0	0	0	4,4	3,9	0,4
Marzo	3,4	8	24,3	19,9	26,6	12,6	5,5	7,5	17,9	0	0,3
Abril	104,5	23,6	44,6	13,9	10	56	93	19,3	84,6	36,5	1,2
Mayo	527	59,2	262,2	149,9	232,5	54,3	95,7	216,2	268,5	154,2	129,1
Junio	313,2	255,6	228,7	273,5	448,2	242,2	267,8	408,9	406	235,2	184,4
Julio	253,5	368,8	68,6	208,4	44,9	70,9	111,2	146,5	67,7	187,1	131,9
Agosto	381,5	218,4	304,8	245,5	90,6	85,8	293,3	124,6	91,3	161,1	213,6
Septiembre	484,6	251,5	162,4	319,1	282,4	399,8	210,8	278,2	91,3	328,9	229
Octubre	59,6	403,6	137	191,1	137	157,7	21,9	180,7	288,6	456,1	101,8
Noviembre	17,2	0	25,2	15,6	14,2	39,7	4,8	0	6	3,9	64,1
Diciembre	0	0	1,2	4,3	1	55,5	9,1	11,1	10	0	4,5
PP Anual	2 157,2	1 595,0	1 259,0	1 455,4	1 287,4	1 174,5	1 115,6	1 394,7	1 341,8	1 569,7	1 066,2

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 4. Registros Mensuales de Precipitación Retalhuleu

Retalhuleu	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	0,2	5,4	12,2	1,5	0	17	20	0	0
Febrero	72,6	0	1	2	6	62,3	3	5,2	0,5	0,2
Marzo	65,8	49,6	83,8	52,4	91,8	86,4	0	30,1	30	52,4
Abril	273	16,4	92,1	83,4	67,9	325,5	259,8	217,3	5,1	85,5
Mayo	354,3	457,5	290	247,7	323,9	367,5	524,9	320,7	32,5	342,3
Junio	479,4	626,5	487,9	368,7	312,7	495,1	590,5	370,1	531,7	707
Julio	573,4	225,2	329,2	379,6	262,8	485,1	386,9	250,5	446,6	307
Agosto	480,8	277,5	358,3	498,2	258,2	459,1	206,8	180,1	581,1	352,6
Septiembre	619,1	391	536	442,6	390,3	868,3	598,8	596,8	441,6	653,2
Octubre	396,2	367,1	357,3	355	581,4	308,3	489,9	222,6	362	467,9
Noviembre	17,3	67,4	189,8	26,9	157	159	178,6	365	399	49,5
Diciembre	97,9	92	0	2	83	95,3	0	104,9	26	18,2
PP Anual	3 429,8	2 570,4	2 730,8	2 470,7	2 536,5	3 711,9	3 256,2	2 683,3	2 856,1	3 035,8

Continuación del apéndice 4.

Retalhuleu	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	14,4	30,8	25	0	1,8	1,6	51,7	3,3	2	5,1
Febrero	0	5,2	0	0	1,6	0,4	1,8	0	20,1	3,8
Marzo	5,2	71,3	1,2	71,9	4,9	49,2	24	14,6	54,7	34,5
Abril	60,4	154,7	131,4	112,7	56,3	109,4	166,6	150,5	285,2	4,1
Mayo	700,6	297,2	298,2	404,3	579,1	360,2	520,3	618,9	145,1	337,1
Junio	431,9	322,6	225,2	596,2	196,5	757,9	602,1	388,1	495,8	518,5
Julio	355,5	350,8	354,5	329	453,3	518,6	377	404,4	319,7	254,6
Agosto	392,6	282,6	324,5	409	271,1	314,4	358,4	455,2	478	442,2
Septiembre	620,1	418	644,3	407,1	460,3	622,4	456,9	529,7	857,9	299,1
Octubre	515,3	478,6	457	382,1	418,6	989	672,8	539,1	372,1	552,3
Noviembre	216,5	77,2	214,1	185,2	87	31,7	236	9,8	33,7	187,9
Diciembre	17	18,2	0,4	0	4	10,8	8,4	28,4	0	128,3
PP Anual	3 329,5	2 507,2	2 675,8	2 897,5	2 534,5	3 765,6	3 476,0	3 142,0	3 064,3	2 767,5

Retalhuleu	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0,5	0	1,8	11,8	0	0	38,2	8,6	0	59,7	29,3
Febrero	10,1	74	13,8	26,4	16,5	0	0,1	4,9	0	69,5	0,7
Marzo	0	61,6	55,6	11	60,4	41,9	36,9	24,3	9,6	51,8	3,6
Abril	193,8	192,9	171,3	119,9	190,3	168	107,7	124,7	395,4	25	70,9
Mayo	868,5	562,4	590,9	366,4	563,7	379,1	341,9	571,2	666,1	756,7	504,7
Junio	681,9	345,1	499,8	453,7	482,1	286,4	568,6	499,7	506,9	444,2	485,5
Julio	471,4	581,3	286,5	307,7	152,9	234,5	284,5	333,3	209,4	257,1	395,8
Agosto	619,3	746,3	479	557,3	358,3	251,1	332,7	357,8	468,5	333,3	456,8
Septiembre	949,3	400,1	335,3	336,7	453,2	577,5	405,8	603,2	558,3	337,1	619,3
Octubre	140,9	734,3	614,6	778,1	606,1	571,2	677,6	291,3	437,1	418	714,1
Noviembre	30,7	34,8	57	203,5	66,7	406,9	174,9	33,6	135	184,8	132
Diciembre	96,7	0	5	56,9	48,6	183,8	48,3	9,3	35,3	6,7	19
PP Anual	4 063,1	3 732,8	3 110,6	3 229,4	2 998,8	3 100,4	3 017,2	2 861,9	3 421,6	2 943,9	3 431,5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 5. Registros Mensuales de Precipitación Santiago Atitlán

Santiago Atitlán	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	0	0,1	19,5	0	1,7	15,8	21,3	4,4	2,5
Febrero	0,3	0	0,7	0	3,2	1,2	0,1	14,5	0,4	1
Marzo	14,2	4,5	20,1	16,1	0	56,7	6	75,4	48,3	0
Abril	49,8	6,5	92,8	48,6	115,3	116,3	200,5	108,6	0	31,4
Mayo	96,2	179,6	103,3	165	63	153,5	267,9	78,6	67,6	71,6
Junio	177,9	267,7	223,3	285,8	151,3	269,9	251,2	115,4	145,1	346,6
Julio	109	62	106,2	147,5	38,6	114,4	235,7	87,7	200,6	123,5
Agosto	70,5	86,5	79,7	215	146,4	221,2	221,4	74,2	128,2	136,7
Septiembre	213,1	132,3	96,4	141	130,8	262,3	180,5	298,2	347,4	372,1
Octubre	50,5	163,8	138,9	114,9	132,7	341,5	128,7	252,2	289,7	276,4
Noviembre	16,8	5,9	46,7	4,3	44,2	0,2	21,4	166,6	291,8	54,9
Diciembre	22,1	28,4	4,1	0	56,7	46,2	47,8	51,3	0	14,3
PP Anual	820,4	937,2	912,3	1 157,7	882,2	1 585,1	1 577,0	1 344,0	1 523,5	1 431,0

Santiago Atitlán	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0	1,1	3,4	1	4,8	0	20,8	0	2,8	0
Febrero	0	4	1,7	3,9	31,7	0	1,9	0	15,6	0
Marzo	28,4	15,7	0	51,5	35,3	87,7	20,2	1,5	3,3	0
Abril	38,9	1,9	82,6	42,2	99,7	8,3	39	168,8	30,1	85,1
Mayo	261,2	189,7	192,3	135,8	181,5	241,1	266,8	60,5	82,7	318,8
Junio	220,6	269,5	249,4	326,1	123,8	459,5	405,8	247,4	326,5	279,7
Julio	52,3	103,2	115,6	146,6	159,2	168,2	156,1	110	230,1	97,3
Agosto	197,2	111,1	50,9	83,7	58,2	111,1	153,9	243,3	244,8	71,5
Septiembre	284,6	317,7	357,4	169,4	170,7	233,4	167,7	156,5	235	135,5
Octubre	23,2	104,3	66	284,1	159,3	495,9	138,3	281	113,5	65,6
Noviembre	88,5	6,5	41,1	8,9	5,1	25,2	11,5	9,1	4,6	63,8
Diciembre	0	16	1,6	0	0	9,2	45,3	6,1	0,4	53,2
PP Anual	1 194,9	1 140,7	1 162,0	1 253,2	1 029,3	1 839,6	1 427,3	1 284,2	1 289,4	1 170,5

Santiago Atitlán	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	3,3	0	0	14,5	0	0	18,2	11,3	3,2	0	46,8
Febrero	133,9	45	7	0,7	0,4	60,3	0	1,4	0	3,3	29,2
Marzo	77	8,7	5,9	56,5	51,1	32,1	98,8	15,8	9,1	0	0
Abril	128,9	46,2	62	6,8	15,5	38,6	64,9	35,3	20,6	0	31,8
Mayo	459,1	87,7	243,3	221,4	135,8	109,7	52,3	177,7	113,5	184,5	208,2
Junio	461,6	353,5	332,9	353,2	362,7	150,2	298,8	375,4	255,9	164,4	309,1
Julio	501,2	273,5	40,5	238,5	28,7	63,5	91,5	87,3	20	82,5	120,3
Agosto	434,5	211,2	220,6	172,5	84,5	61,6	111,5	220,3	59,4	108,6	230,2
Septiembre	441,1	569,4	88	139,5	168,9	268,1	248	386,3	95,9	163,7	200,4
Octubre	112,2	478,6	106	217,6	137,5	173,5	56,3	80,9	93,1	267,9	177,4
Noviembre	62,6	1,5	12,4	29	21	31,1	4,4	9,9	6,1	2,5	28,2
Diciembre	0	0,3	0,7	2,2	0	16,4	0	1,2	25,2	2,9	11
PP Anual	2 815,4	2 075,6	1 119,3	1 452,4	1 006,1	1 005,1	1 044,7	1 402,8	702,0	980,3	1 392,6

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 6. Registros Mensuales de Precipitación Alameda Icta

Alameda Icta	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	2	40,2	0	9,7	0	6,7	0	0	0,6
Febrero	0	0	0	0	1,8	0	0	5	0	1,8
Marzo	1,7	0	23,8	0	4,8	23,5	0	0	2	1
Abril	21,1	7,6	24,2	23,5	23,5	46,5	91,9	17	0	17
Mayo	80	106,5	33,1	64,1	171,1	94,6	143,9	79,5	116	104,6
Junio	267,8	313,3	155,7	334,7	165,3	266,2	211,2	210,5	207,1	320,4
Julio	105,6	46,4	91,9	81	94,4	149,2	286,1	88	184,3	257,7
Agosto	78,9	57,2	84,8	207,5	213,6	149,3	149,2	80,2	149,1	119
Septiembre	155,8	182,1	174,1	67	117,8	232,9	227,7	288,9	165,2	285,3
Octubre	65,9	72,9	162,7	97,1	77,6	126,1	81,7	98,1	181,4	131,7
Noviembre	5,7	1,7	7,4	3,7	9,6	3,5	23,9	49,5	66,8	13,7
Diciembre	29,3	35,6	23,5	0,4	6,1	30,6	30,6	8	13,5	16,3
PP Anual	811,8	825,3	821,4	879,0	895,3	1 122,4	1 252,9	924,7	1 085,4	1 269,1

Alameda Icta	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0,3	0	25,5	3,6	3,9	1,3	14,7	4,8	0	0
Febrero	0	4,9	2,8	4,8	0	0	0	0	0	4,6
Marzo	44,5	0	1	75,6	29,7	4,4	6,2	1,29	0	0
Abril	24,8	17,9	0	35,5	33,1	6,1	56,3	0	12,4	7,9
Mayo	197,5	232,6	92,9	157,8	177,5	127,6	131	81,5	56	130,8
Junio	241,7	66,9	220,2	280,7	159,4	383,1	438,7	186,9	297,4	186,6
Julio	97	171,5	177,4	162	127,6	248	234,5	142,8	241,8	103,9
Agosto	115	119,6	68,1	98,3	89	183,9	148,5	175,4	169,1	111,4
Septiembre	136,9	160,4	133,7	385,3	279,5	148,4	231,8	215,4	275,3	155,6
Octubre	39,3	102,5	108,9	97,9	177,8	190,6	221,9	133,1	105,1	59,5
Noviembre	0	25,7	51,1	36,6	5	15,7	13,7	14,9	2,9	144,2
Diciembre	38,2	0,5	0,4	0,5	0	7,6	9	1,6	2,4	44,4
PP Anual	935,2	902,5	882,0	1 338,6	1 082,5	1 316,7	1 506,3	957,7	1 162,4	948,9

Alameda Icta	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	2,4	0,5	3,3	1,7	0	2,5	1,1	2,3	1,7	1,2	1
Febrero	1,3	5,3	2,4	0,7	0,3	1,4	1	3	3,7	0,8	1
Marzo	1,4	3,9	5,2	23,9	15,8	1,4	21,7	5	2,3	3,1	0
Abril	54,8	11,9	96,1	6,2	4,5	10,8	57,7	16,3	29,2	44,5	52,4
Mayo	507,1	152	210,7	156,6	120,7	80,8	45,6	120,8	149,1	92,1	145,9
Junio	315,6	177,2	74,2	174	360,9	217,7	173,3	199,1	197,1	93,1	119,2
Julio	284,9	176,8	91,2	117,2	25,2	144,3	133,9	135,2	26,9	48,3	150,7
Agosto	377,3	204	177,9	157,4	106,1	87,9	83,2	88,3	94,1	215,5	248,9
Septiembre	284,1	214,4	107,8	194,9	230,1	279	152,9	208,4	83	245,6	156,3
Octubre	46,4	325,7	246,8	175,5	219,1	170,1	30,1	80,8	114,6	259	182,1
Noviembre	26	18,5	7,8	0,2	43,3	82,4	8,6	0	1,6	4	90,3
Diciembre	2,6	0,3	1	17	0	3,5	5,5	0,2	0	2,1	0,6
PP Anual	1 903,9	1 290,5	1 024,4	1 025,3	1 126,0	1 081,8	714,6	859,4	703,3	1 009,3	1 148,4

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 7. Registros Mensuales de Precipitación Suiza Contenta

Suiza Contenta	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	0	0	0	3,9	0	24,4	11,8	0	0
Febrero	8	0	0	0	9,9	0	6,6	9,1	0	0
Marzo	0	0	59,8	22,8	52	5,3	1,5	1,7	4,3	8
Abril	0	10,6	22,2	16,2	3,7	43,8	93,2	24,8	0	17
Mayo	100,4	180,3	36,3	148,4	193	99,5	181,4	64,9	71	70,4
Junio	448,3	384,4	344,4	299,1	136,4	237,8	273,7	273,2	272,8	359
Julio	253,4	18,4	99,8	207,8	125,6	232,5	264,2	55,2	291,2	398,4
Agosto	245,7	101,6	116,5	395,7	284,3	276,2	222,2	101,3	271,4	274,4
Septiembre	146,9	41,8	259,5	102,9	126,4	374,3	272,4	399,7	179,5	214,4
Octubre	63,8	47,3	120,1	171	118,4	92,6	32,3	67,2	364,8	92,3
Noviembre	25,7	6,79	19	0	9	30,6	44,2	60,51	298,7	5,1
Diciembre	0	0	0	0	8	15,9	4,9	0	0	7,4
PP Anual	1 292,2	791,2	1 077,6	1 363,9	1 070,6	1 408,5	1 421,0	1 069,4	1 753,7	1 446,4

Suiza Contenta	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0	0	0	0	4,4	1,5	9,3	7,7	1,3	0
Febrero	0	4,9	0	13	6,9	0	2,1	0	5,4	2,88
Marzo	23,5	6,7	0	2,3	6,9	4	2,2	0	4	2,63
Abril	20	0	0	27,5	35,3	23	53,7	9,3	9,5	4,7
Mayo	188	105,3	60	229,7	136,56	72,4	204,5	32,5	108	137,9
Junio	232	89,2	122,2	231,7	192,5	186,9	361,5	217,5	432,8	188
Julio	97,8	239,5	55,1	240,2	206,16	344,1	169,5	241,6	367,9	99,8
Agosto	177,9	161,5	94	103,5	101,57	107,5	150,7	197	171,7	151,6
Septiembre	180,8	41,8	102,7	271,5	236,46	161,1	208,3	215	282,7	121,5
Octubre	24,2	56,7	44,6	145,3	176,1	100,4	221,2	88,7	124,5	69,8
Noviembre	2,5	11,2	13	11,5	9,2	9,6	34,4	14,5	0	123,5
Diciembre	4,4	11,3	0	0	1,1	11,7	18,9	4,6	5,39	38,9
PP Anual	951,1	728,1	491,6	1 276,2	1 113,2	1 022,2	1 436,3	1 028,4	1 513,2	941,2

Suiza Contenta	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0,6	0,9	6,2	3,2	0	0,7	1,1	0,4	5,8	5,9	6,2
Febrero	0	5,6	9,1	3,3	0,5	2,5	2,5	2,9	5,9	2,5	1,4
Marzo	0,3	6,9	3,7	3,9	0	10,9	4,5	25,5	0	3,8	0,2
Abril	40,5	19,3	75,1	20,9	26,2	16,6	25,1	48,8	19	32,2	66,8
Mayo	307,5	58,6	193,6	157,2	73,1	164,3	69	127,3	257,7	107,2	155,9
Junio	257,6	270,7	126,3	152	342	198,6	328,6	233,4	193,7	119,3	140,7
Julio	222,7	314,2	105,7	289	24,7	152,9	115,9	173	34,2	66,5	145,2
Agosto	353,9	282,8	264,2	265,5	130,2	67,5	176,3	153,3	130,2	204,8	202,2
Septiembre	253,4	219,5	161,5	190,8	272	382,3	257,4	249,5	203,9	263,3	214,5
Octubre	62,5	279,2	118,7	241,2	192,2	182,3	17,2	102,6	173,1	279,1	158,6
Noviembre	19,1	20,4	3,6	0,7	7,8	103,6	10,4	3,1	23,6	4,4	78,6
Diciembre	0,9	2,1	3,6	3,2	2,2	0,7	9,3	1	4,9	0,5	1,2
PP Anual	1 519,0	1 480,2	1 071,3	1 330,9	1 070,9	1 282,9	1 017,3	1 120,8	1 052,0	1 089,5	1 171,5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 8. Registros Mensuales de Precipitación INSIVUMEH

INSIVUMEH	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	4,5	7,1	1,5	0,1	5	0,2	13,4	10,6	0,1	1
Febrero	0,4	0,8	0	0	0,4	0,8	2	10,2	0	25,2
Marzo	0,7	0	11,7	11,4	1,2	3,4	2,3	2,1	21,1	0,4
Abril	21,9	14,4	32,5	97,4	12,5	72,6	80,9	13,4	0	6,4
Mayo	190,6	128,9	21,9	65,3	122,5	114,4	104,4	58,9	68,9	96,9
Junio	205,6	328,6	261,3	300,4	170	325,9	228,5	170,3	286,5	294,9
Julio	156,6	157,6	189,2	110,4	125	219,3	188,7	147,8	175,8	277,8
Agosto	64,1	68,3	210,5	233,9	252,9	236,6	111,6	91,2	210,6	221,8
Septiembre	242,6	180,8	151,5	229	188	394,7	339,3	268,4	127,6	336,9
Octubre	58,5	189,7	134	112,9	89,9	119,8	134,4	130,9	224,1	172,5
Noviembre	46,2	16,1	21,8	29,5	3,3	25,2	20,6	37	355,5	19,7
Diciembre	6,4	52,6	0,6	0,1	3	9,5	4,4	12,3	3,6	3
PP Anual	998,1	1 144,9	1 036,5	1 190,4	973,7	1 522,4	1 230,5	953,1	1 473,8	1 456,5

INSIVUMEH	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	1,5	1,1	0	0,9	0,2	2	11,3	1,4	3,3	0
Febrero	0	4,8	6,6	14,4	0,5	0	0,4	0	11,9	4
Marzo	14,3	2,6	0	20,3	23,9	6,7	6,3	0,9	3,4	0
Abril	40,9	4,1	12,7	36,8	5,2	2,6	32,9	30,2	22,4	17,3
Mayo	231,4	129,5	76,4	167,6	108,3	141,9	153,5	84,8	169,6	161
Junio	301,1	162,8	208,4	303,1	314,5	211,8	449,8	206,7	460,3	189,6
Julio	62,1	175,1	163,7	186,8	197,2	415,1	200,6	219,6	410,6	94,7
Agosto	130,4	223,7	109,3	109,4	97,6	278,3	93,3	333	187,3	141,5
Septiembre	220,2	152,7	242,9	374,2	228,2	180,2	211,7	287	354,8	90,2
Octubre	41,5	137,6	108,6	42,1	165,9	128,7	216,9	114,4	67,4	81,2
Noviembre	14,5	19,6	83,6	18,6	4,6	23	39,2	2,1	0	130,5
Diciembre	1,6	1,3	0,2	2	0,2	5,7	9,1	1,5	0	29,5
PP Anual	1 059,5	1 014,9	1 012,4	1 276,2	1 146,3	1 396,0	1 425,0	1 281,6	1 691,0	939,5

INSIVUMEH	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0	0	3,2	0,2	0	0,3	1,4	3,8	0,4	3,2	5,3
Febrero	1,3	7	5,3	2,6	2,1	0,4	0	10,7	10,5	3,3	0,9
Marzo	0	13,4	5,1	34,2	63,7	28,9	10	0,4	3,1	6,3	0
Abril	108,2	15,3	40,9	13,7	10,6	79,6	23,7	9	19,7	25	42,1
Mayo	429,4	101,5	130,4	167,1	178,4	194,4	62,4	311,5	196,3	58,1	213,4
Junio	376,9	222,6	165,5	166,9	358,3	174,3	225,8	220,6	293	97,4	110,3
Julio	317,4	238,6	121,1	262,1	52	157	97,7	115	18,7	71,9	155,1
Agosto	470,8	414,2	397,5	300,2	151,5	104,7	177,2	196,8	117,6	220,8	171,1
Septiembre	343,6	246,8	130,9	273,7	300,4	333,4	352,7	140,5	174,7	236,9	310,4
Octubre	26,8	384,5	71,9	224,3	239,8	156,9	41,3	117,4	178	286,6	238,8
Noviembre	6,4	14,1	3,2	4,9	6,3	69,3	4,3	0	10,33	21,1	58,1
Diciembre	0	1,5	1,1	2	2,3	2	3	0,1	0,1	5,3	0,3
PP Anual	2 080,8	1 659,5	1 076,1	1 451,9	1 365,4	1 301,2	999,5	1 125,8	1 022,4	1 035,9	1 305,8

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 9. Registros Mensuales de Precipitación Los Esclavos

Los Esclavos	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0,6	0	0	9,1	0	0	0	0	0	0
Febrero	14	2,1	0,6	0	0	0	13	3,5	0	9
Marzo	0,2	0	45,4	27,1	0	2	2	14,5	0	13
Abril	51,4	48,2	14,5	49,5	38,4	71,2	67,5	84,5	0	29
Mayo	248,2	159,9	40,6	221,5	307,4	120	374,5	119	87,5	195,8
Junio	331,2	91,1	366,2	316,8	239,8	417,7	313	338,4	271,5	311,7
Julio	144,2	91,1	211,8	185,1	110,9	316,2	318,5	157,6	253,5	106,1
Agosto	273,7	198,7	317,4	295,3	297	476,4	227	145,9	410,5	285,2
Septiembre	293,3	310,1	311,2	368,3	268,4	435,6	468,4	369,3	211,5	459,8
Octubre	149,1	353,9	215,4	160,7	203,3	194,5	248,1	95,5	465,8	294,5
Noviembre	94,1	43,4	59,2	0	60	12,5	60	149	235,7	11,5
Diciembre	0	101	0	0	0	27,5	0	0	0	0
PP Anual	1 600,0	1 399,5	1 582,3	1 633,4	1 525,2	2 073,6	2 092,0	1 477,2	1 936,0	1 715,6

Los Esclavos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,1	1,2
Febrero	0	0,6	1	2	0	0,2	1,6	0	23,2	5,8
Marzo	0	1,5	0	16,5	0	60,5	0,2	0	0	0,7
Abril	29	35,5	9,5	50	66	18,3	20	155,5	35,8	48
Mayo	215	247	224,5	329,5	357,5	215,9	157,9	161,7	102,5	349,9
Junio	293,5	198	242	320	184,2	410,2	376,4	291,3	435,6	380,7
Julio	123,4	339,6	153	206,7	190,2	250,9	340,7	241,7	362,2	192,1
Agosto	310,5	156,5	117	237	206,5	257,7	194,8	403,2	279,5	155,5
Septiembre	258,5	295,5	200,7	357,7	439,1	396	318,4	491,5	319,9	287,1
Octubre	112,5	122	228,5	194	187,7	407,9	300,7	322,9	234,3	134,1
Noviembre	26,5	15,6	26,5	48	7,9	10,2	37,8	23	0	103,8
Diciembre	0	19	14,5	5	2,6	16,7	13,3	0	5,1	18,8
PP Anual	1 368,9	1 430,8	1 217,2	1 766,4	1 642,2	2 044,5	1 761,8	2 090,8	1 798,2	1 677,7

Los Esclavos	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0	0	0	4,1	24,5	0	0	3,4	0,2	0,1	0
Febrero	0,6	44,8	21,4	0	1,9	0	0	0	6,8	43,5	0
Marzo	9,9	28,6	6,4	58,3	4	36,2	10,5	36,1	0	0	0,6
Abril	135,8	22,6	53	5,7	52,2	58,6	25,2	56,1	25,5	36,7	20,6
Mayo	498,6	228	426,5	223,6	326,7	229,4	675,3	223,2	347,9	184,7	284,8
Junio	432	612,6	256,5	285,9	382,4	159,3	392,6	332,9	473	149,4	333,3
Julio	493,9	361,9	113,6	207,4	33,4	184,7	214,9	171,3	42,5	146,5	281,1
Agosto	556,8	364,8	478,4	448,4	226,9	138,4	231,2	211	230,6	252,7	362,4
Septiembre	563,6	202,6	219,4	361	355	243	389,6	389,6	274,3	468,1	367,1
Octubre	68,8	789	247	290,9	301,4	429,9	226,2	149,3	236,3	256,7	316,9
Noviembre	1,7	15	5,8	35,1	40,2	97	23,5	0,4	17,2	22,8	98,3
Diciembre	0	0	0,2	15,3	0	17,4	25	6	1	9,1	0,1
PP Anual	2 761,7	2 669,9	1 828,2	1 935,7	1 748,6	1 593,9	2 214,0	1 579,3	1 655,3	1 570,3	2 065,2

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 10. Registros Mensuales de Precipitación Sabana Grande

Sabana Grande	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	7	9,1	0	28,1	32,4	0	45	11,2	2,9	12,8
Febrero	59,8	1,5	11	0	4,7	0	0	6,6	4,1	2
Marzo	85	1	87,3	9,9	56,5	56,5	6,6	16,8	3	39,7
Abril	233,1	37,7	209,1	139,4	172,2	453,2	396,4	221,4	40,6	126,7
Mayo	800,3	636,3	152,4	423,1	513,1	366	638,6	278,9	205,3	311,4
Junio	674,6	692,8	667,3	576,6	339,8	452,1	723,3	458,2	314,6	760,4
Julio	439,3	208,5	330,6	145,2	202,1	546	416,9	209	305,6	445
Agosto	192,2	376,8	374,4	788,9	427,2	981	436	235	552,2	293,8
Septiembre	449,1	323,2	580,2	374,8	335	642,4	741,1	543,8	597	665,6
Octubre	263,9	550,3	281,5	469,3	513,5	689,5	298,5	359,5	609,2	824,1
Noviembre	35,4	37,4	232,8	66,5	274,7	28,2	91,4	469	493,7	27,7
Diciembre	58,7	91,5	0	0,4	11,4	36,7	0	29,6	31	40,5
PP Anual	3 298,4	2 966,1	2 926,6	3 022,2	2 882,6	4 251,6	3 793,8	2 839,0	3 159,2	3 549,7

Sabana Grande	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	,	40,7	,	2,5	,	,	,	,	2,	13,
Febrero	,	2,7	,	,9	5,	,	76,	5,4	30,	9,
Marzo	29,8	66,7	8,	45,4	96,5	63,8	6,	20,9	66,9	12,
Abril	33,1	4,8	58,8	78,1	38,7	67,	169,6	112,2	79,1	94,6
Mayo	325,	470,3	352,4	367,6	491,6	418,6	456,7	356,5	456,2	610,8
Junio	656,3	321,6	593,4	576,3	476,6	757,	601,7	500,9	563,3	562,5
Julio	210,1	346,9	297,1	405,9	279,6	348,8	474,1	280,6	483,1	294,8
Agosto	395,9	324,5	264,6	387,6	147,9	337,8	341,5	604,1	536,3	328,3
Septiembre	717,5	562,2	750,8	549,8	530,6	644,2	328,9	567,9	777,2	472,9
Octubre	157,8	340,6	622,6	625,5	508,1	662,6	561,8	496,2	323,8	359,4
Noviembre	74,	86,	155,3	145,3	7,	27,5	182,1	13,1	9,	179,1
Diciembre	,	,	19,4	,2	1,	6,5	77,1	14,8	,	17,6
PP Anual	2 599,5	2 567,0	3 122,4	3 185,1	2 582,6	3 333,8	3 275,5	2 972,6	3 326,9	2 954,0

Sabana Grande	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0	2	15,6	6,4	3,5	14,7	38,7	6,8	0,5	5,6	38,3
Febrero	28,45	91,8	57,2	36,5	50,3	10,2	0,6	44	1,5	5,9	25,9
Marzo	14,1	50,8	35,7	83,1	91,1	43,3	62,1	65,9	95,2	0,2	27,2
Abril	429,2	129,7	385,1	104,6	121,2	210,5	248,6	175,1	202,8	241,7	68,5
Mayo	989,7	464,3	593,4	603,8	522,2	363,6	267,1	697	856,2	541,5	485,7
Junio	662,4	561,7	334,9	521,3	432,5	484,3	339,4	655,3	549,4	427,9	714,5
Julio	944,9	591	356,5	445,3	132,5	155,2	209,4	447,4	79,8	132,5	519,2
Agosto	1 127,2	488,6	634,6	604,8	367,1	325,8	374	305	275,2	433,7	458,8
Septiembre	817,9	675	451,2	827,6	883,2	568,7	704,3	779	518,9	594,8	829,7
Octubre	113,6	860,1	423,7	631,2	573,8	611	123,7	375,5	297,2	684,3	833,3
Noviembre	38,3	36	9,2	237,9	35,5	189,3	106,6	65,3	212,3	105,4	232
Diciembre	3	6,9	1,6	0,2	2,1	4,7	24,4	1,5	4,5	40,1	82
PP Anual	5 168,8	3 957,9	3 298,7	4 102,7	3 215,0	2 981,3	2 498,9	3 617,8	3 093,5	3 213,6	4 315,1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 11. Registros Mensuales de Precipitación Quezada

Quezada	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	0	0	0	4,5	0	2,5	20,4	0	0
Febrero	4,7	0,2	0	0	0,6	0	0	0	3,5	0
Marzo	0	0	1,2	0	4,5	0,3	0	0	0	5,3
Abril	47,9	4,3	37,9	10	19	21,7	154,8	14,2	0	0
Mayo	191,5	138,6	15,3	65,8	114,4	54,2	171,6	114,6	26,7	23,5
Junio	161,4	261,8	336,2	313,6	235,4	145,6	231	213,1	151,1	296,3
Julio	103,9	44,7	169,5	78,3	99,9	195,3	175,5	66,1	154,6	91,8
Agosto	122	104,7	195,2	247,5	186,6	253,6	211,5	108,7	267,3	249,7
Septiembre	357,6	140,7	196,4	223,7	160,8	352,4	559,5	104,3	45,8	218,5
Octubre	123,4	189,6	93,7	57	70,4	133,8	127,7	57,3	127	99,9
Noviembre	82,4	5,1	5,2	5,2	25,5	0	10,2	76,4	135,2	1,5
Diciembre	1,3	24,5	0	0	0,1	0,7	0	4,5	0	11
PP Anual	1 196,1	914,2	1 050,6	1 001,1	921,7	1 157,6	1 644,3	779,6	911,2	997,5

Quezada	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	0	0	0	0	11,2	8
Marzo	0	0	0	22,8	7,7	23	0	40,9	0	0
Abril	20	15	0	13	6,4	16,2	6,8	122,3	28,1	2,1
Mayo	142,9	94,5	72,1	41,4	79,6	100,3	119,3	27,8	102,7	173,3
Junio	19,1	41,8	230	220,1	154	341,7	345,4	172,5	353,6	191,1
Julio	93	135	156,6	66,9	285	219,1	327,3	245,9	341,1	235
Agosto	148,6	73,3	61,6	313,8	138	205,4	216,5	261,5	204,9	272,7
Septiembre	144,1	166,3	203,3	196,3	189	225	216	435,7	243	175,5
Octubre	39	18	192,5	54	56	388,4	191,6	249,5	257,7	96,4
Noviembre	5,5	5	5,2	0	7	3,7	75,6	0,1	0	67,1
Diciembre	0	0	0	1,8	0,1	0	0	0	0	21,8
PP Anual	612,2	548,9	921,3	930,1	922,8	1 522,8	1 498,5	1 556,2	1 542,3	1 243,0

Quezada	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0	0	0,1	0,4	0,2	0	0	0,6	0,3	0	0
Febrero	0	15,1	0	0	0,2	0	0	0	5,7	23,3	0,4
Marzo	0,5	1,4	0,5	0	0,4	2,6	15,7	0,9	2,8	0	0,3
Abril	108,3	66,2	47,2	5,8	1,5	95,6	46,8	32,8	91,7	54,4	12
Mayo	423,9	135,9	295,9	192,2	159,2	74,8	128,5	157,4	249,6	98,6	303,8
Junio	389,9	302,7	256,4	273,9	310,6	184,1	314	280,7	256	88,3	219,4
Julio	203,4	293,5	151,2	161,5	53,4	179	156	148,8	60,1	134,5	169,4
Agosto	459,4	238,9	286,4	401,9	198,9	85,8	127,2	147,5	203,6	243,4	194,4
Septiembre	411	220,5	150	376,3	355,6	276,1	227,9	315	206,7	311	185,7
Octubre	40	665,8	84	92,9	118,3	235,6	17,3	137,4	205,7	288,4	239
Noviembre	14,4	7,9	0	9	2,8	96,9	3	0,8	15,7	0,1	88,9
Diciembre	0	0	9	19,4	0	0	16,5	1,8	0	2,4	0
PP Anual	2 050,8	1 947,9	1 280,7	1 533,3	1 201,1	1 230,5	1 052,9	1 223,7	1 297,9	1 244,4	1 413,3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 12. Registros Mensuales de Precipitación La Ceibita

La Ceibita	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	0	0	0	0	6,2	0	0	0	0	0
Febrero	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	6	3,6	3,9	0	4,1	17,9	11,5
Abril	1,4	8,7	29	18,7	26,8	102,3	61,7	0	0,4	0
Mayo	81,3	253,8	78,5	95,5	44,4	68,5	38	78,2	53,7	222,9
Junio	238,2	207,7	129,3	146,6	229,3	157,1	183,2	262,5	144,3	252,2
Julio	126,8	86,5	189,2	110	78,8	200	301,6	117,6	186,7	162,9
Agosto	136,7	63,3	247,9	190,4	205,7	255,7	181,6	49,8	166,3	193,8
Septiembre	277,3	115,6	204,9	175,6	125,9	237,5	260,6	103,2	24,4	254,8
Octubre	70,7	185,5	125,9	32,8	76,6	97,1	120,8	117,7	340,6	157,5
Noviembre	71,2	0	8,9	7,2	2,9	0,4	9,4	32,8	223,3	1,8
Diciembre	12,1	70,7	5,9	0	0	1,6	0	6,7	0	3,3
PP Anual	1 016,7	991,8	1 019,5	782,8	800,2	1 124,1	1 156,9	772,6	1 157,6	1 260,7

La Ceibita	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,4
Febrero	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	2,2
Marzo	6,4	3,7	0,1	5,4	4,4	1,7	0	1	4,3	0
Abril	0	19,7	0	11,2	0,3	12,5	7,7	37	28	0,1
Mayo	173,1	143	106,6	143,8	53,5	104,7	113,9	101,6	23,8	108,2
Junio	296,9	115,5	229,4	264,8	151,2	330,9	345,9	247,6	254,5	171
Julio	63,1	154,4	109,2	77,3	177,5	145,3	169,6	150,7	314,6	171,4
Agosto	234,1	149,7	72,4	143,1	47,4	214,4	156,9	139,9	190,9	160,3
Septiembre	119,9	180,3	320,3	202,1	206,5	162,7	160,3	309,6	224,3	68,6
Octubre	32	46,3	61,6	29,2	140,2	163,1	128,1	157,6	111,5	101,6
Noviembre	0	10	78,7	6,7	3,5	15	37	3,5	0	7,7
Diciembre	0	0	0	0	0	0	1,7	0	0,1	0,1
PP Anual	925,5	822,6	978,3	883,6	784,5	1 150,3	1 121,1	1 149,5	1 159,4	791,6

La Ceibita	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0,5	0	7	0	0	0	0	0	0,1	0	0
Febrero	0	0	0	0	1,6	0	0	0	1,6	30	0
Marzo	0	10,6	0	6	2,2	5	0	2,2	0	0	0
Abril	8	9,7	10,1	7,4	11,2	36,2	2,5	5,2	16,1	30,2	14,4
Mayo	123,3	97,4	218,8	85,6	118,5	39	49,4	157,2	128,6	56,7	38,1
Junio	213,5	221	112,8	98,8	150	55,2	104,7	197,6	221,5	135	127,4
Julio	168,8	286,5	100,4	81,3	21	49,2	60,6	179,4	47,6	110,4	152,8
Agosto	358,1	148,2	298,5	129,2	113,9	59,7	177,6	145,9	99,6	89,3	133,9
Septiembre	202,6	122,1	92,2	251,1	250,5	176,3	123,2	135,1	191,7	158,4	118,1
Octubre	43,7	318,1	65,1	154,7	122,4	109,9	9,2	139,4	120,4	150,9	141,7
Noviembre	5	0	0	0	4,4	77,2	0,6	0	15,8	0	106,1
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PP Anual	1 123,5	1 213,6	904,9	814,1	795,7	607,7	527,8	962,0	843,0	760,9	832,5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 13. Registros Mensuales de Precipitación Asunción Mita

Asunción Mita	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	1,4	0	0	0	6,2	0	1,7	3,8	0	0,1
Febrero	24,1	0	0	0	0	0	0	4,2	0,2	0,3
Marzo	0	2	0	2,8	0	8	0	10,1	17,7	22,3
Abril	19,6	14,1	7,3	24,3	14,7	125,7	128,5	15,9	0	10,1
Mayo	234,7	189,7	10,7	274,2	145,5	144,4	179,8	198,2	46,9	157
Junio	99,4	223,9	295,2	252	399,3	261,8	286,4	287,1	352,5	305
Julio	179,9	120,3	150,7	151,1	47,1	220,2	243	128,1	183,3	168,4
Agosto	202,9	137,9	220,7	192	391,3	330,6	173,3	101,2	160,1	304,2
Septiembre	238,1	193,4	251,9	223,1	134,3	392	461,7	263,5	91,4	323,1
Octubre	94,6	157,8	77,3	106,6	152,8	103,8	248,6	91,9	302,3	309,9
Noviembre	42,8	41,6	27,9	8,7	10,5	1,9	11,3	34,8	41	0
Diciembre	4,2	74,5	0	0	0	3,5	0	7,1	0,7	0
PP Anual	1 141,7	1 155,2	1 041,7	1 234,8	1 301,7	1 591,9	1 734,3	1 145,9	1 196,1	1 600,4

Asunción Mita	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	0	0	0	1	0,5	0	0	0	1,4	0
Febrero	0	0	0,8	0	5	0	1,7	0	7,3	4,4
Marzo	8	0	0	21,9	0	7,5	0	7,8	3,5	0
Abril	30,4	37,6	4,1	14,6	0,6	5,4	21,7	48,8	30,9	5,9
Mayo	273,3	256,5	114,1	154,8	239,2	106,5	197,4	54	101,2	311,2
Junio	447,2	95,5	296,2	290,2	175,6	320,4	405,8	330,1	391	180,9
Julio	127,9	365,4	203,2	209,8	221,2	282,9	217,3	245,2	337,5	267,4
Agosto	234,8	150,1	181,2	184,6	78,9	222,1	167	159,8	221,4	291
Septiembre	212,1	401,2	316,4	443,4	250,8	308,7	263	320,1	289	120
Octubre	52,1	184,4	110,3	100,8	136,8	201,2	243,3	82,6	156,9	104
Noviembre	0	5,1	11	6,2	7,8	9,4	109,9	1,1	0	60
Diciembre	0	9,1	0	0	0	0	0,2	0,3	0	12,4
PP Anual	1 385,8	1 504,9	1 237,3	1 427,3	1 116,4	1 464,1	1 627,3	1 249,8	1 540,1	1 357,2

Asunción Mita	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,2
Febrero	0	29,6	1,3	0	0,3	0	0	0	12,5	41,9	0
Marzo	0,6	8,3	0,6	11,9	13,3	15,5	11,9	3,7	26,3	0	1
Abril	91,6	19,1	44,3	32	4,9	95,8	0,7	0	68,4	26,7	117,8
Mayo	306,5	296,5	311,2	139,4	176,7	117,7	117,1	223,5	243,9	49	372,5
Junio	305,3	283,5	54,3	252,4	299,1	104,3	259,6	254,6	500,8	202,1	180,9
Julio	334,1	364,4	160,2	207,4	25,8	107,9	134,2	333,7	51,7	88,8	235,2
Agosto	373,4	348,9	508,1	154,6	250,1	126,1	226,4	186,1	204,5	164	311,6
Septiembre	215,4	268,8	238,8	491	344	322,6	271,2	347,6	242,9	308,3	232,5
Octubre	44,9	372,2	108,8	323,3	133,2	225,4	9,9	113,3	90,6	245	267,9
Noviembre	37	22,7	0	21,7	6,6	89,2	1,6	0,2	4,2	3,1	159,4
Diciembre	0	0	13,6	7,3	0	2,5	5,7	1,2	0	10	0
PP Anual	1 708,8	2 014,0	1 441,2	1 641,0	1 254,0	1 207,0	1 038,3	1 464,2	1 445,8	1 138,9	1 879,0

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 14. Registros Mensuales de Precipitación Esquipulas

Esquipulas	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	6,4	6,3	3,2	3,4	3,3	0,7	2,7	23,4	8,8	3,6
Febrero	13,1	8,3	1,5	0	6,8	8,3	11,2	4,9	0	2,4
Marzo	2	0	0,7	53,5	7,3	0	0,3	41,1	12	6,8
Abril	5	34,2	113,5	66,2	112,6	71	185,4	0	23,6	39
Mayo	377,3	121,4	109,7	190,8	149,4	74,9	213,5	112	177,2	67
Junio	346,8	255,7	442,5	260,8	361,1	217,3	224	366,3	309,5	277
Julio	300,3	87,4	184,9	234,4	74,7	344,7	423,4	264,9	179,1	325,4
Agosto	157,5	228,3	367	274	462,9	366,1	169,2	77,5	337,9	454
Septiembre	634,1	129,8	230,3	410,8	267,6	500,4	431,2	516,8	158,5	349
Octubre	56,5	215,7	267	174,8	155,6	145,5	268,3	220,5	289,6	274,7
Noviembre	70	12,9	58	15,1	52	78,6	42,5	37,7	117,5	11,4
Diciembre	25,4	71,8	25,3	17,2	8,4	36	11,7	7,1	13,9	28,1
PP Anual	1 994,4	1 171,8	1 803,6	1 701,0	1 661,7	1 843,5	1 983,4	1 672,2	1 627,6	1 838,4

Esquipulas	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	8,8	10	8,6	20,4	11,3	6,4	16,9	14	17,8	8,3
Febrero	8,3	8,2	8,7	2,3	5,7	0,7	6,8	7,2	2	10
Marzo	0,2	5,2	5,8	42,3	13	79,3	1,1	1,4	11,9	0,4
Abril	5	58,5	0	13,4	75,6	14,5	40,4	31,2	45,9	9,6
Mayo	351,4	120,5	87,6	141,2	73	199,9	216,6	88,9	121,3	215
Junio	340,5	125,1	156,1	363,5	383,3	418,6	550,7	305	202,3	210,6
Julio	144,5	402,8	192	93,5	316,9	441,1	265	325,7	549,2	207,7
Agosto	217,1	351,7	150,6	164,7	357,8	355,3	312,3	277,6	298,4	331,7
Septiembre	358,2	343	229,6	479,5	326,3	275,3	401	544	360,2	256,6
Octubre	60,2	140,7	188,5	202,1	279,5	256,2	261,8	171,6	139,9	162,1
Noviembre	15	27,9	85,3	37,6	25,2	37,1	40,1	16,5	3,3	38,2
Diciembre	13,2	9,8	19,2	3,5	14,1	4,6	15,1	2,5	8,6	27,9
PP Anual	1 522,4	1 603,4	1 132,0	1 564,0	1 881,7	2 089,0	2 127,8	1 785,6	1 760,8	1 478,1

Esquipulas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	5,5	7,2	13,1	10,1	5,3	19,6	5	17,1	11,4	15,6	10,8
Febrero	4,8	31,4	4,3	9,7	4,2	3,8	10,4	2,1	7,3	22	24,2
Marzo	0	19,2	10,2	57,8	27,8	19,3	2,8	7,3	4,3	0,8	7,3
Abril	113,5	29,6	125,2	2,5	178,2	60,8	27,9	86,5	45,6	45,6	91
Mayo	211,2	163	221,8	249,4	80,1	48,5	131,7	313,9	130,4	187	230,9
Junio	260,9	274,1	285,5	234,6	360,9	144,6	390,6	307	451,2	141,4	170
Julio	273,3	317,6	235,8	176,5	52,7	148,8	144,6	367,6	71,1	216,6	209,4
Agosto	312,3	361,5	454,5	211,7	259	116,9	256,5	263,1	211	425,4	153,1
Septiembre	255,7	282,8	314,9	282,5	427,8	512,7	261,5	320	295,2	282	290,6
Octubre	43,5	261	201,6	432,5	192,7	167,7	25,8	71,2	140	146,9	172,4
Noviembre	4,1	54,7	12,6	19,8	57,5	76,5	12	10,4	34,5	12,5	309,3
Diciembre	6	16,8	9,2	13,3	19,5	9,4	28,6	12,7	8,3	8,2	13,3
PP Anual	1 490,8	1 818,9	1 888,7	1 700,4	1 665,7	1 328,6	1 297,4	1 778,9	1 410,3	1 504,0	1 682,3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 15. **Registros Mensuales de Precipitación Mazatenango**

Mazatenango	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	71,3	46,5	104,4	11,9	256,9
Febrero	2,5	49,3	16,5	72,6	38,2
Marzo	39	39,2	62,7	40,4	56,4
Abril	89,8	131,9	165,3	87,8	87,2
Mayo	363,9	748,6	1162,4	843,2	542,7
Junio	742,9	724,9	582,2	415,9	669,5
Julio	522,3	395,1	340,8	285,7	458,4
Agosto	654	619,1	677,6	449,5	656,3
Septiembre	1 062,1	1 010,7	438,5	620,2	1118
Octubre	545,8	642,7	480	769,2	746,1
Noviembre	99,1	91,5	109,1	81	156,8
Diciembre	36,1	16,1	61,4	20,2	79,4
PP Anual	4 228,8	4 515,6	4 200,9	3 697,6	4 865,9

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

