UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

"DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO DE CONTUMAZÁ DURANTE EL PERÍODO 1965 – 2018"

Autores:

Br. Balcázar Ruíz, Fiorella Yóselin

Br. Lozano Hernández, Cristhian Miguel

Asesor:

Dr. Ing. Vera Zelada, Persi

Cajamarca – Perú

2019

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

"DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO DE CONTUMAZÁ DURANTE EL PERÍODO 1965 – 2018"

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos

Br. Balcázar Ruíz, Fiorella Yóselin

Br. Lozano Hernández, Cristhian Miguel

Asesor: Dr. Ing. Vera Zelada, Persi

Cajamarca – Perú

2019

COPYRIGHT © 2019 BY

Balcázar Ruíz, Fiorella Yóselin

Lozano Hernández, Cristhian Miguel

Todos los derechos reservados.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULOPROFESIONAL

DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO DE CONTUMAZÁ DURANTE EL PERÍODO 1965 – 2018

Presidente: _____

Secretario: _____

Vocal: _____

Asesor: _____

DEDICATORIA

A nuestros padres, profesores y todos aquellos que contribuyeron con la realización de la presente investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Dr. Persi Vera Zelada y al Mg. Iván Veneros por su orientación y apoyo.

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en el distrito de Contumazá, provincia de Contumazá, ubicada en la región de Cajamarca, al norte de Perú. El objetivo principal fue determinar la variabilidad climática interanual y el cambio climático expresado en los valores de temperatura y de precipitación, en el distrito de Contumazá desde 1965 hasta 2018. Mediante un estudio de tipo descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño no experimental, se analizó una serie de 54 años de datos de temperaturas máximas, temperaturas mínimas y precipitaciones. La información básica se obtuvo de los registros diarios de la estación Climatológica Ordinaria Contumazá, ubicada a 7º 21’ 55” de latitud sur, 78º 49’ 22” de longitud oeste y 2450 m.s.n.m., la cual forma parte de la red de estaciones meteorológicas de SENAMHI. Se trabajó bajo la hipótesis que los valores de temperatura y precipitación, en el distrito de Contumazá, han experimentado cambios durante el período 1965-2018, ocasionando variabilidad climática interanual y cambio climático en la localidad. Los resultados determinaron que existe una gran variabilidad climática interanual en los promedios anuales de la temperatura máxima y mínima, así como en los acumulados anuales de precipitación, la misma que está asociada a la ocurrencia del fenómeno “El Niño Oscilación Sur”. Asimismo, aplicando el test de Mann Kendall se encontró que existe una tendencia creciente en los datos de temperatura mínima y en los datos de precipitación, experimentando una variación de 0,012ºC/año y 3,6mm/año respectivamente.

Palabras clave: Cambio climático, Variabilidad climática, tendencia climática.

ABSTRACT

This research was carried out in the district of Contumazá, province of Contumazá, located in the Cajamarca region, north of Peru. The main objective was to determine the interannual climatic variability and climate change expressed in the temperature and precipitation values, in the Contumazá district from 1965 to 2018. Through a descriptive study, quantitative approach and non-experimental design, an analysis was analyzed. 54-year series of data on maximum temperatures, minimum temperatures and rainfall. The basic information was obtained from the daily records of the Contumazá Ordinary Climatological station, located at 7º 21' 55" south latitude, 78º 49' 22" west longitude and 2450 meters above sea level, which is part of the network of meteorological stations of SENAMHI The hypothesis was that the temperature and precipitation values in the Contumazá district have undergone changes during the 1965-2018 period, causing interannual climate variability and climate change in the locality. The results determined that there is a great inter-annual climatic variability in the annual averages of the maximum and minimum temperature, as well as in the annual accumulated rainfall, which is associated with the occurrence of the phenomenon "Child Southern Oscillation". Also, applying the Mann Kendall test, it was found that there is an increasing trend in the minimum temperature data and in the precipitation data, experiencing a variation of 0.012ºC/year and 3.6mm/year respectively.

Keywords: Climate change, Climate variability, climate trend.

CONTENIDO

DEDICATORIA…… v

AGRADECIMIENTO…….. vi

RESUMEN…… vii

ABSTRACT…….. viii

CONTENIDO…… ix

LISTA DE TABLAS…… xi

LISTA DE TABLAS……. xii

CAPITULO I: INTRODUCCIÒN……. 13

1. Planteamiento del problema…….. 13

1.1. Descripción de la realidad problemática…….. 13

1.2. Definición del problema…….. 15

1.3. Objetivos de investigación…… 15

1.3.1. Objetivo general…… 15

1.3.2. Objetivos específicos…… 15

1.4. Justificación de la investigación…… 15

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO…….. 17

2. Fundamentos teóricos de la investigación…… 17

2.1. Antecedentes teóricos……. 17

2.2. Marco teórico…… 21

2.3. Discusión teórica……. 48

2.4. Definición de términos básicos……... 50

2.5. Hipótesis de investigación 53

2.5.1. Operacionalización de variables 54

CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN…….. 55

3.1. Tipo de investigación……. 55

3.2. Diseño de investigación…… 55

3.3. Unidad de análisis, universo y muestra…… 56

3.4. Métodos de investigación…….. 56

3.5. Técnicas de investigación…….. 57

3.6. Instrumentos…….……..…….. 57

3.7. Técnicas de análisis de datos…….……... 57

3.8. Área de estudio…….…… 61

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN…… 63

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados……. 63

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…….. 77

5.1. Conclusiones…… 77

5.2. Recomendaciones……. 78

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS…… 79

LISTA DE ABREVIATURAS…… 93

GLOSARIO……... 94

ANEXOS…… 96

LISTA DE TABLAS

Nº	Título de Tabla	Pág.
Tabla 1.	Operacionalización de variables	52
Tabla 2.	Rango de intensidad de las anomalías de precipitación	57
Tabla 3.	Rango de intensidad de las anomalías de temperatura	58
Tabla 4.	Ubicación de la estación Climatológica Contumazá	60
Tabla 5.	Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima con respecto a la temperatura máxima normal en la estación CO-Contumazá	61
Tabla 6.	Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura mínima con respecto a la temperatura mínima normal en la estación CO-Contumazá	64
Tabla 7.	Variabilidad interanual de los acumulados de precipitación anual con respecto a la precipitación normal en la estación CO-Contumazá.	68
Tabla 8.	Resultados del análisis de tendencias según el test de Mann Kendall	71

LISTA DE FIGURAS

Nº	Título de figura	Pág.
Figura 1.	Caseta meteorológica con termómetros en su interior	27
Figura 2.	Termómetros de medición de la temperatura del aire.	28
Figura 3.	a) Desarrollo de una precipitación convectiva. b) Desarrollo de una precipitación ciclónica producida por el ingreso de frentes. C) Precipitación orográfica.	31
Figura 4.	Pluviómetro tipo Hellmann	34
Figura 5.	Anomalía del promedio global de temperaturas en superficie terrestres y oceánicas combinadas	40
Figura 6.	Promedio global de concentración de gases de efecto invernadero.	40
Figura 7.	Serie temporal de los promedios anuales de temperatura máxima y temperatura máxima normal en la estación CO-Contumazá.	62
Figura 8.	Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima expresada por sus anomalías en la estación CO-Contumazá	63
Figura 9.	Serie temporal de los promedios anuales de temperatura mínima y temperatura máxima normal en la estación CO-Contumazá.	66
Figura 10.	Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura mínima expresada por sus anomalías en la estación CO-Contumazá.	67
Figura 11.	Serie temporal de los acumulados anuales de precipitación y precipitación anual normal en la estación CO-Contumazá.	69
Figura 12.	Variabilidad interanual de los acumulados anuales de precipitación expresada por sus anomalías en la estación CO-Contumazá.	70

Figura 13.	Serie temporal de los promedios anuales de la temperatura máxima correspondientes a la Estación CO-Contumazá.	72
Figura 14.	Serie temporal de los promedios anuales de la temperatura mínima correspondientes a la Estación CO-Contumazá.	73
Figura 15.	Serie temporal de los acumulados anules de la precipitación correspondiente a la Estación CO-Contumazá.	74

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción de la realidad problemática

En los últimos años se incrementaron las evidencias que indican cambios en la composición química de la atmósfera terrestre, como consecuencia del uso de combustibles fósiles, de tal manera que, un cambio climático a escala mundial, puede ser el resultado del incremento en la concentración de gases de efecto invernadero. En 1995, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), menciona que un aumento en la concentración de gases de efecto invernadero conduce, en promedio, a un calentamiento adicional de la atmósfera y la superficie de la tierra. De este modo, muchos gases de efecto invernadero permanecen en la atmósfera durante mucho tiempo y afectan el clima.

Se tiene conocimiento que, para determinar tendencias o cambios en el clima, es necesario obtener registros de los elementos que lo caracterizan, a través de un monitoreo sistemático y frecuente durante muchos años (SENAMHI, 2005).

Actualmente, para realizar estudios cuyo objetivo es determinar la magnitud del cambio climático, se usan los datos de los registros instrumentales observados en las estaciones meteorológicas. Análisis de este tipo existen a escala global y nacional; sin embargo, en el Perú los estudios a escala regional y local son limitados.

Los estudios sobre cambio climático, mayormente, utilizan la temperatura del aire y la precipitación, por ser los elementos que caracterizan el clima de una zona y porque se observan y registran en todas las estaciones meteorológicas (SENAMHI, 2013).

Generalmente, en los estudios de cambio climático, se analiza la temperatura media a largo plazo; sin embargo, las variaciones encontradas en este tipo de análisis, sugieren variaciones en las temperaturas extremas[1] y en la oscilación térmica, por lo tanto, un análisis de las temperaturas extremas, definiría con mayor claridad los impactos en los ecosistemas (SENAMHI, 2018).

Asimismo, la precipitación es otra variable climática cuyo comportamiento temporal y espacial, determina la ocurrencia de eventos extremos como sequías, inundaciones y los procesos de desertificación (SENAMHI, 2018).

El distrito de Contumazá, es uno de los ocho distritos de la provincia del mismo nombre, donde en los últimos años, se ha observado variaciones en las temperaturas extremas, así como en la intensidad y frecuencia de las precipitaciones, lo cual, se ha manifestado en la ocurrencia impredecible de sequías y heladas con un fuerte impacto en la agricultura y la salud; por lo que es necesario, desde el punto de vista académico, estudiar el comportamiento, en los últimos años, de los principales indicadores meteorológicos del cambio climático, como son la temperatura y la precipitación.

[1] Las temperaturas extremas, son valores de temperatura que, estadísticamente, se encuentran más apartados del promedio en un historial o registro meteorológico. Se presentan en escasa cantidad, debido a sus características inusuales de intensidad.

1.2. Definición del problema

¿Cuál es la variabilidad climática interanual y la magnitud del cambio climático expresados en los valores de temperatura y precipitación, en el distrito de Contumazá, durante el período 1965 - 2018?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la variabilidad climática interanual y el cambio climático expresados en los valores de temperatura y de precipitación, en el distrito de Contumazá durante el período 1965 hasta el año 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

- Definir la variabilidad térmica interanual durante el período 1965 hasta el 2018 en el distrito Contumazá.

- Definir la variabilidad de la Precipitación interanual durante el periodo 1965 hasta el 2018 en el distrito de Contumazá.

- Comprobar la ocurrencia del fenómeno de cambio climático durante el periodo 1965 hasta el 2018 en el distrito de Contumazá.

1.4. Justificación de la investigación

En la actualidad, se desconoce cuánto ha crecido o disminuido el valor de las variables meteorológicas de temperatura y precipitación en el distrito de Contumazá, con relación a un valor promedio o normal durante los últimos 53 años. Esto se debe

a que las investigaciones que evalúan el comportamiento de estos indicadores meteorológicos, durante un período de tiempo amplio, son escasas en esta zona del país. Con este estudio, se espera aportar información relevante para identificar la variabilidad climática, así como cambios y tendencias en la temperatura y la precipitación en Contumazá.

El estudio se ha propuesto para el distrito de Contumazá, por ser uno de los más afectados durante los eventos ENOS (El Niño Oscilación Sur) de 1982-1983, 1997-1998 y durante el último fenómeno denominado “El Niño Costero 2017”. Con los resultados obtenidos, se espera que instituciones públicas y privadas que llevan a cabo actividades de desarrollo rural, gestión de riesgos y protección ambiental; dispongan de una base técnica y científica para orientar sus acciones y promover procesos que faciliten la adaptación y mitigación al cambio climático, beneficiando a la población del distrito de Contumazá.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Fundamentos teóricos de la investigación

2.1. Antecedentes teóricos

Conforme a la investigación realizada por del Salto, Gálvez y Regalado (2013) en Ecuador, titulada "Análisis del comportamiento climático de los últimos 30 años, en las costas de Esmeralda, Manta y Puerto Bolívar durante la época húmeda", en la que se efectuó un análisis de la serie de datos mensuales promedio del período 1981 – 2010, correspondientes a los parámetros de precipitación, temperatura superficial del aire y temperatura superficial del mar de las estaciones que, el Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador (INOCAR), posee a lo largo de la costa para evaluar posibles cambios de temperaturas y precipitación en el comportamiento de la serie de datos; se determinó un ligero aumento en la media y la desviación estándar de la temperatura superficial del aire y del mar, con respecto a la época húmeda entre los periodos de 1975-2000 al de 1981-2010, siendo consistentes con la tendencia de un aumento de temperaturas. Sin embargo, los resultados para la precipitación, difieren en las estaciones y periodos antes mencionados, pues, en los análisis, proyectan aumentos en el acumulado medio de la época húmeda solo en Puerto Bolívar; mientras que, en Esmeraldas y Manta, hay una disminución del valor de esta variable.

De acuerdo a la investigación efectuada en Cuba por Brown, Gallardo, Correa y Barrios (2015), intitulada “El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones”, se analizó una serie de 30 años de precipitaciones y número de días con lluvia desde 1977 al 2006, aplicando métodos de análisis de la serie temporal como porcentaje medio, promedios móviles y suavización exponencial; y se determinó una tendencia que indicaba la disminución de las precipitaciones y el número de días con lluvia a partir del año 2000, no solo a nivel anual sino también en el periodo húmedo.

Según la Tesis realizada en Colombia por Montoya (2015), nombrada “Análisis de la variabilidad climática de precipitación, temperatura, radiación solar y nubosidad y su incidencia en los caudales medios del río Fonse en San Gil (Santander)”, en la cual se analizó, utilizando técnicas estadísticas, una serie de 59 años de datos meteorológicos de las estaciones meteorológicas El Cucharo, Sangil y Charalá; se obtuvo como resultado un aumento de la temperatura y la precipitación conforme pasan los años.

Conforme a la Tesis de Maestría realizada en Perú por Huamán (2011), “Efectos de la deforestación sobre el cambio climático en la región de San Martín”, mediante la cual se analizó una serie de 45 años de datos de temperatura y precipitación; se concluyó que, en la región San Martín, en Perú, la tendencia de la temperatura media es ascendente, habiéndose incrementado en 45 años $0{,}8°C$, a razón de $0{,}18°C$ por década; también la temperatura máxima se incrementó en $0{,}9°C$, a razón de $0{,}2°C$ por década; mientras que, la temperatura mínima, ha tenido el mayor incremento con

$1{,}3°C$ a razón de $0{,}29°C$ por década. Señala también que, a nivel regional, la tendencia de la precipitación es descendente, habiendo disminuido en 45 años $6{,}25\%$ a razón de $1{,}39\%$ por década.

Conforme a la Tesis de Doctorado realizada en Perú por Alva (2011), "Variaciones térmicas y pluviométricas como indicadoras del cambio climático en el valle de Cajamarca", en cuyo proceso se analizó una serie temporal de datos de temperatura de 60 años, y de precipitación de 45 años, correspondientes al período 1950-2009 y 1963-2009 respectivamente; los cuales fueron registrados en la estación Meteorológica Augusto Weberbauer, ubicada en el valle de Cajamarca en el Perú. Se demostró que, los datos de temperatura mínima, máxima y media, presentan una gran variabilidad diaria, mensual y anual durante el período de análisis; concluyendo de esta manera que, la temperatura mínima, se ha incrementado en $0{,}26°C$, mientras que, la temperatura máxima, lo ha hecho en $0{,}60°C$ en los últimos 60 años. Este hecho, evidencia un cambio climático relevante. Además, la precipitación total anual ha aumentado en $54{,}75mm/año$ durante los últimos 22 años. Por lo tanto, se concluye que, efectivamente, en el valle de Cajamarca existe una variabilidad climática y un cambio climático evidente.

De igual manera, el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2016), en su tercera comunicación sobre el Cambio Climático en el Perú, determinó, junto a la participación de otras instituciones como SENAMHI, las proyecciones del clima para el Perú, mediante un estudio realizado desde al año 2010 hasta el 2015, en el cual, utilizando dos escenarios de emisiones (RCP 45 y RCP 80) y tres modelos climáticos

globales (CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR); se concluyó que los promedios de precipitación y temperatura se incrementarán para el período 2036 – 2065. Asimismo, concluyeron también que la temperatura mínima se incrementará más que la temperatura máxima, es decir, entre $4{,}0°C$ y $6{,}0°C$ la temperatura mínima, y entre $2{,}0°C$ y $3{,}0°C$ la temperatura máxima. Además, según el estudio, el incremento de las temperaturas no será homogéneo en el espacio, pues se determinó que los mayores incrementos se producirán en la sierra sur. En cuanto a la precipitación, se observó incrementos promedio de 10% y 30%, señalando que, estos incrementos, mayormente se notan en la sierra norte y costa norte.

Asimismo, el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en su informe de Perspectiva Ambiental Global 5 (GEO 5), a menudo denominado evaluación ambiental emblemática de la ONU para el Medio Ambiente, afirma que los cambios que actualmente se observan en el sistema tierra, no tienen precedentes en la historia de la humanidad. Por otra parte, manifiesta que todos los esfuerzos por reducir la velocidad o la magnitud de los cambios, solamente han dado resultados moderados, pero no han conseguido revertir los cambios ambientales adversos; también, a medida que aumenta el impacto de los seres humanos en el sistema tierra, se superan los umbrales críticos de temperatura y precipitación, en consecuencia, se está incrementando la frecuencia de fenómenos meteorológicos adversos en el mundo. Tanto es así que, aun dando cumplimiento a los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París, las temperaturas globales aún podrían aumentar hasta $3{,}4°C$ este siglo, superando la meta propuesta por la comunidad mundial que es

$2{,}0°C$, lo cual, obligaría a las personas a adaptarse a nuevos patrones climáticos extremos (PNUMA, 2012).

2.2. Marco teórico

2.2.1. El clima y el sistema climático

El clima se entiende como el conjunto de condiciones meteorológicas normales correspondientes a un lugar y período de tiempo determinados. Asimismo, puede explicarse mediante descripciones estadísticas de la variabilidad y las tendencias principales de elementos como la temperatura, la precipitación, la presión atmosférica, la humedad y los vientos, o mediante combinaciones de elementos, tales como tipos y fenómenos meteorológicos, que son característicos de un lugar o región, o del mundo en su conjunto durante cualquier período de tiempo (Organización Meteorológica Mundial-OMM, 2011a).

Generalmente se define el clima como el "tiempo medio" o como la descripción estadística del tiempo en términos de la media y la variabilidad de ciertas magnitudes importantes durante períodos de varios decenios (OMM, 1997).

Brenes y Saborío (1995) también definen el clima como el estado medio de la atmósfera, o bien como el promedio de los estados del tiempo en un área determinada, calculado sobre observaciones hechas durante muchos años.

El clima es la respuesta del "sistema climático" al estímulo exterior de la radiación solar incidente, es decir, el resultado del balance energético entre la

radiación solar absorbida por el “sistema climático” y la manera como esta energía se distribuye en los continentes, océanos y atmósfera (Casas & Alarcón, 1999a).

El sistema climático está formado por cinco subsistemas que interactúan entre ellos intercambiando constantemente masa, energía y cantidad de movimiento. Estos subsistemas son la atmósfera, la hidrósfera, la criósfera, la litósfera y la biósfera (Casas & Alarcón, 1999b).

2.2.1.1. Factores que determinan el clima.

El clima es determinado por factores cósmicos como la insolación y por factores geográficos como la latitud, la distribución de los continentes y mares, las corrientes marítimas, la altitud y la vegetación (Del Campo, Chagollán, Del Campo I., López, Gonzales, Romo y Rosalío, 2006).

Los factores del clima modifican las condiciones físicas que caracterizan el estado de la atmósfera (Errázuriz, Cereceda, Gonzáles, Gonzáles M., Henríquez, Rioseco, 1998a).

2.2.1.2. Elementos que caracterizan el clima.

Las diferentes condiciones físicas que caracterizan cada uno de los estados de la atmósfera, se denominan elementos climáticos (Errázuriz, Cereceda, Gonzáles, Gonzáles M., Henríquez, Rioseco, 1998b).

Los elementos más comúnmente usados en la climatología, son la temperatura del aire, la precipitación, la humedad, el viento, la presión atmosférica, la evaporación, la insolación (OMM, 2011b).

2.2.1.3. El clima del Perú.

El Perú, por su ubicación geográfica, es un país tropical y debería tener clima cálido y lluvioso en todo su territorio; sin embargo, es un país de variados climas subtropicales y tropicales, fundamentalmente, por la existencia de la cordillera de los andes y las corrientes marinas de Humboldt y del Niño. Por estos factores, el Perú posee casi todas las variantes climatológicas que se presentan en el mundo. Así tenemos que, el clima de la costa, es templado y húmedo debido a la corriente marina de Humboldt. En la sierra, por otro lado, el clima varía desde templado hasta frío glacial y, en las planicies selváticas trasandinas, es cálido y húmedo con abundantes lluvias (Chavarri, 2004).

2.2.1.4. Aspectos climatológicos del distrito de Contumazá

En el distrito de Contumazá, ubicado en la cuenca del río Jequetepeque, a una altitud media de $2610m$, la temperatura máxima promedio oscila desde $18{,}9°C$ en febrero, hasta $21{,}6°C$ en agosto, mientras que, la temperatura mínima, oscila desde $7{,}4°C$ en julio, hasta $10{,}3°C$ en febrero; asimismo, el mes de marzo es el que presenta más lluvias anualmente, pues, en este lapso, se acumula en promedio $207{,}7mm$ de agua proveniente de tal precipitación, es decir, el 28% del total que se acumula en el año. Agosto, por otro lado, es el mes más seco, debido a que acumula alrededor de $2{,}2mm$, es decir, el $0{,}3\%$ del total anual. Normalmente, en Contumazá, se acumula $731{,}4mm$ de lluvia en un año (SENAMHI & MINAGRI, 2013).

2.2.2. La temperatura del aire

En meteorología se mide las temperaturas de numerosos medios, la variable más comúnmente medida es la temperatura del aire, que es la temperatura leída en un termómetro expuesto al aire, protegido de la radiación solar directa. Las unidades de medida son el grado Kelvin (°K) y el grado Celsius (°C) (OMM, 2010a).

La temperatura del aire o temperatura ambiental, es la temperatura del aire libre a una altura comprendida entre $1{,}5m$ y $2{,}0m$ sobre el nivel del suelo. (Instituto Hidrología, Meteorología y Estudio Ambientales-IDEAM, 2001a).

La temperatura del aire es controlada por la radiación solar incidente, la cual está muy influenciada por la naturaleza de la superficie terrestre y, particularmente, por las diferencias entre tierra, agua, altitud y vientos dominantes (Elías & Castellvi, 2001a).

2.2.2.1. Variación de la temperatura del aire

Las variaciones de temperatura, son originadas por diferencias en la cantidad de energía solar recibida, la cual, no es uniforme en cualquier región del planeta y varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI, 2004a).

Por otro lado, ejercen influencia sobre la temperatura: la variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional, tipos de superficie terrestre y la variación con la altura. De esta manera, la variación diurna se debe al cambio de la temperatura entre el día y la noche, producida por la rotación de la tierra sobre su

propio eje; por otra parte, la variación de la temperatura por efecto de la latitud, se produce por una distribución natural de la temperatura sobre la esfera terrestre, debido a que el ángulo de incidencia de los rayos solares varía con la latitud geográfica; por último, la variación estacional de la temperatura, se debe a que la Tierra circunda al Sol en su órbita una vez al año, dando lugar a las cuatro estaciones: verano, otoño, invierno y primavera. Según este movimiento, el hemisferio norte es más cálido que el hemisferio sur durante los meses de junio, julio y agosto y, en orden contrario, el hemisferio sur es más cálido que el hemisferio norte durante los meses de enero, febrero y marzo. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2004b).

La variación diurna de la temperatura produce la variación diaria de la temperatura del aire, la cual, es controlada por la energía que ingresa a la atmósfera procedente del sol, y la energía saliente de la de superficie de la tierra. La temperatura aumenta si la energía entrante es mayor que la energía saliente. En promedio, la energía entrante es mayor que la energía saliente desde que el sol sale, hasta antes que se oculte. La mayor energía es recibida por la tierra al mediodía. Esto genera que se produzca un valor mínimo de la temperatura del aire, es decir, una temperatura mínima, ubicada, generalmente, entre las 4 y las 8 de la mañana; y un valor máximo de la temperatura del aire, o sea, una temperatura máxima, entre las 12 y las 16 horas (Silva, 2007a). Sin embargo, la oscilación diaria de la temperatura, varía con la latitud y está relacionada con la variación del ángulo de elevación solar a través de las estaciones del año (Ereño & Núñez, 2006).

2.2.2.2. La temperatura mínima y la temperatura máxima.

La temperatura mínima del aire, es el valor más bajo de la temperatura en una jornada, mientras que, la temperatura máxima del aire, es el valor más alto que alcanza la temperatura en un día (Silva, 2007b).

2.2.2.3. Medida de la temperatura del aire.

La temperatura del aire en superficie, se mide en las estaciones meteorológicas, dentro de una caseta meteorológica, utilizando el termómetro seco, el termómetro de máxima y el termómetro de mínima (Instituto Hidrología, Meteorología y Estudio Ambientales-IDEAM, 2011b).

En las estaciones meteorológicas, los observadores meteorológicos son los encargados de observar, medir y registrar las temperaturas del aire; esta actividad se realiza siguiendo un protocolo de observación y durante tres veces al día: la primera observación se realiza a las 7 horas, la segunda, a las 13 horas y la tercera y última, a las 19 horas; durante estas horas también se realiza la medición y el registro de los termómetros de máxima y mínima (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI, 2005a).

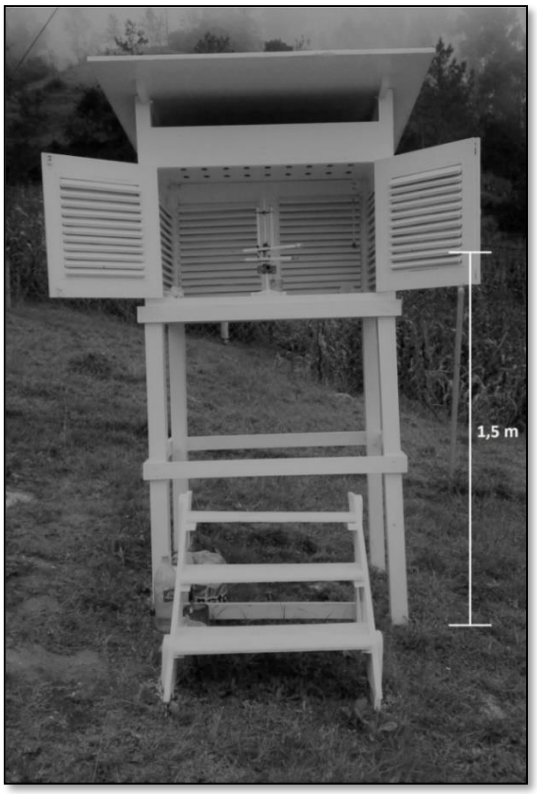


Figura 1. **Caseta meteorológica con termómetros en su interior**
Fuente: Google (2018).

La temperatura máxima y la temperatura mínima se miden en grados Celsius (°C) con los termómetros de extremas, estos son dos:

a) El termómetro de máxima, el cual es un termómetro de mercurio con columna interrumpida, que posee una varilla de vidrio soldada al depósito, su extremo libre deja, en el capilar, una estrecha columna vacía que el mercurio invade cuando se dilata y que abandona cuando se contrae, permaneciendo entonces confinado en la parte más elevada. Después de la lectura, es necesario volver a unirlo al mercurio de la cubeta para que imprima al termómetro un corto movimiento de honda.

b) El termómetro de mínima (termómetro de alcohol). En este termómetro, dentro del capilar que está sumergido en el alcohol, se encuentra un índice de vidrio, el cual, cuando la columna retrocede, es arrastrado por la tensión superficial del líquido, mientras que, cuando la columna avanza, el índice permanece fijo. El índice señala en todo momento, por su extremo más alejado del depósito, la temperatura más baja ocurrida durante un cierto intervalo de tiempo. Su puesta en estación se consigue inclinando el aparato (Müller, 2015).

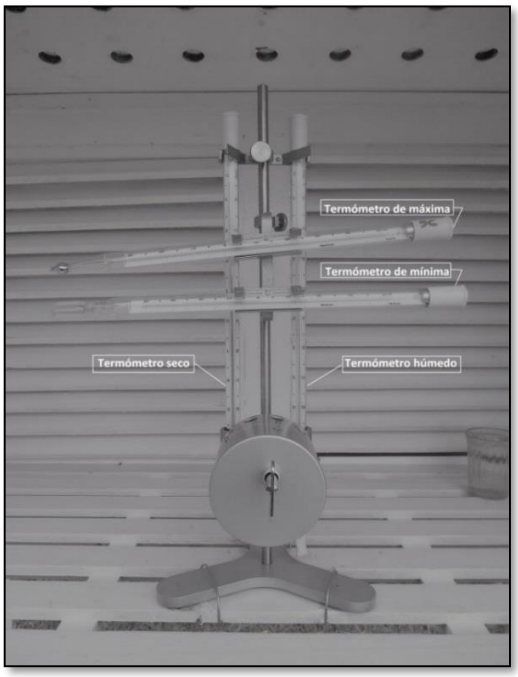


Figura 2. **Termómetros de medición de la temperatura del aire.**
Fuente*:* Google (2018).

La temperatura máxima se mide durante la última observación del día, es decir, a las 19 horas, debido a que comúnmente se presenta 2 o 3 horas después del mediodía. Por el contrario, La temperatura mínima, se mide durante la primera observación del

día, es decir, a las 7 horas, porque usualmente ocurre en las primeras horas del día (SENAMHI, 2005b).

2.2.3. La precipitación

La precipitación es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo (Villón, 2002). Siendo agua meteórica que llega hasta la superficie terrestre, la precipitación incluye básicamente a la lluvia, llovizna, nieve, granizo, rocío y escarcha (Sánchez, 2008a).

2.2.3.1. Origen de la precipitación.

Cuadrat y Pita (2004a) consideran que cualquier forma de precipitación de agua desde la atmósfera, se produce como consecuencia de la condensación del vapor de agua presente en las masas de aire, cuando dichas masas son forzadas a elevarse y enfriarse. Además, también afirma que, para que se produzca la condensación, deben ocurrir dos condiciones:

a) El aire debe estar saturado de vapor de agua, considerando que el estado de saturación se alcanza normalmente por enfriamiento del aire.

b) El aire debe contener los núcleos de condensación, que son partículas sólidas microscópicas suspendidas que permiten la condensación del vapor y la formación de nubes.

En esta parte, conviene resaltar que, la cordillera de los Andes, influye en la formación y la distribución de las precipitaciones, las cuales se producen cuando el

aire es forzado a elevarse y sufre una expansión de carácter adiabático[2] que provoca su enfriamiento, la condensación del vapor de agua, la formación de gotas de agua y su precipitación (Pourrut, 1995).

2.2.3.2. Clasificación de la precipitación.

Las precipitaciones se pueden clasificar, según su origen, en tres tipos:

a) Convectivas, cuando se producen por el ascenso de bolsas de aire caliente.

b) Ciclónicas, cuando son provocadas por los frentes asociados a una borrasca o ciclón, es decir, cuando dos masas de aire con diferente temperatura se encuentran.

c) Orográficas, que son producidas cuando masas de aire húmedo son obligadas a ascender al encontrase con una cadena montañosa (Sánchez, 2008b).

[2] Un proceso adiabático es aquel que se produce "sin intercambio de calor entre el sistema y los alrededores", es decir, en este proceso el sistema termodinámico gasta su propia energía para lograr expandirse y, como resultado del trabajo realizado, disminuye su temperatura. Véase Atarés Huerta, LM. (2019). *Proceso isotérmico vs proceso adiabático*, p. 2. Disponible en http://hdl.handle.net/10251/120627

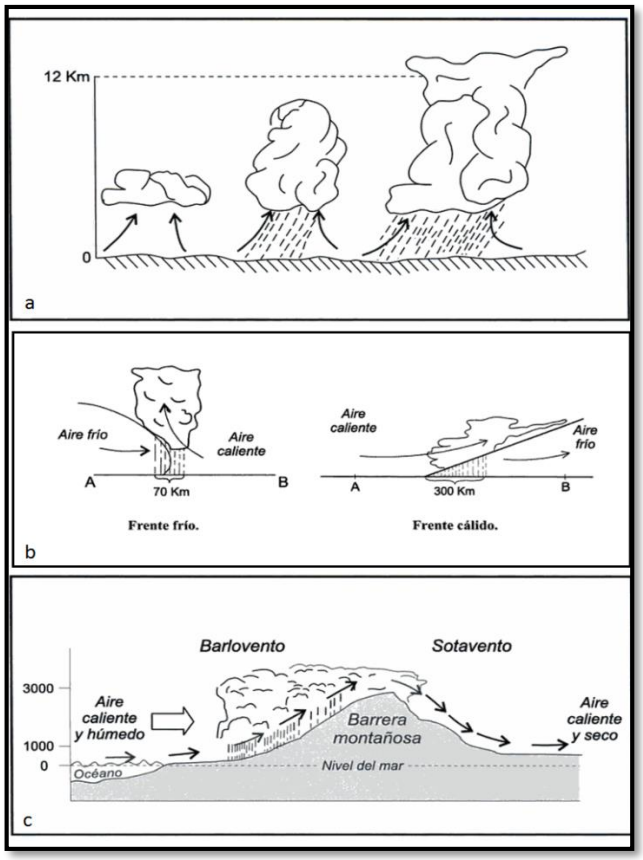


Figura 3. **a) Desarrollo de una precipitación convectiva. b) Desarrollo de una precipitación ciclónica producida por el ingreso de frentes. C) Precipitación orográfica.**
Fuente*:* Maderey (2005).

2.2.3.3. Variación de la precipitación.

La precipitación varía geográfica, temporal y estacionalmente. La variación geográfica y temporal es muy importante para estudios hidrológicos y en planificación del uso del agua (Elías & Castellvi, 2001b).

La variación espacial y temporal de las precipitaciones, hacen que esta no sea uniforme y presente variaciones de acuerdo con el patrón general de circulación atmosférica y con factores locales propios de cada región. Desde el punto de vista

espacial, se sabe que las precipitaciones son más abundantes cerca de la línea ecuatorial y van disminuyendo conforme aumenta la latitud. Desde el punto de vista temporal, las precipitaciones varían de acuerdo a ciertos ciclos temporales, determinados por los movimientos de rotación y traslación terrestres y por la localización astronómica y geográfica del lugar, lo cual, hace que durante el año existan meses más lluviosos que otros. (Ponce, 1977).

3.2.3.4. Medición de la precipitación.

Elías y Castellvi (2001c) afirman que la precipitación se mide con pluviómetros o pluviógrafos situados en zonas despejadas, de forma que ningún obstáculo se proyecte dentro de la superficie cónica invertida con vértice en el pluviómetro o pluviógrafo y pendiente de 30°.

Además, Cuadrat y Pita (2004b) mencionan que la precipitación se expresa como la altura de agua recogida a nivel del suelo o cerca de él, indicada en milímetros (mm) o litros por metro cuadrado (L/m^2).

En el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, la precipitación se mide con el pluviómetro tipo Hellmann, que es un recipiente metálico de forma cilíndrica instalado a la intemperie en un poste de madera, de tal forma que, la boca del pluviómetro, este nivelado de forma paralela con la horizontal y se encuentre a $1{,}20m$ del suelo. La lluvia acumulada en el pluviómetro se mide a las 7 horas y a las 19 horas, debido a que el “día pluviométrico” se extiende desde las 7 horas del día

hasta las 7 horas del siguiente día, por una disposición de la OMM que pretende estandarizar las distintas redes pluviométricas en el mundo (SENAMHI, 2005c).

El pluviómetro tipo Hellmann es el instrumento que más se utiliza para medir la precipitación, es un cilindro metálico de paredes rectas y consta de tres partes:

a) El receptor, que capta la precipitación y está formado por una boca constituida por un aro de bronce que tiene un área de $200cm^2$, además, en su fondo presenta un embudo cuyas paredes están inclinadas de tal manera que, las gotas de lluvia que caen, rebotan en la pared enfrentada y se introducen rápidamente por el embudo al otro recipiente que se llama colector.

b) El colector, que es un recipiente metálico galvanizado cuya boca está debajo del pico del embudo, recolecta la precipitación que es captada por el receptor.

c) El protector, que es un cilindro metálico cuya función es contener el colector en su interior y proporcionar una cámara de aire que evite que el agua contenida se evapore (OMM, 2010b).

Para realizar la lectura de la precipitación en el pluviómetro Hellmann, se debe retirar el receptor del pluviómetro y extraer el recipiente colector, donde se acumula la precipitación, luego, se procede a vaciar el agua acumulada en una probeta que está graduada en milímetros (SENAMHI, 2005d).

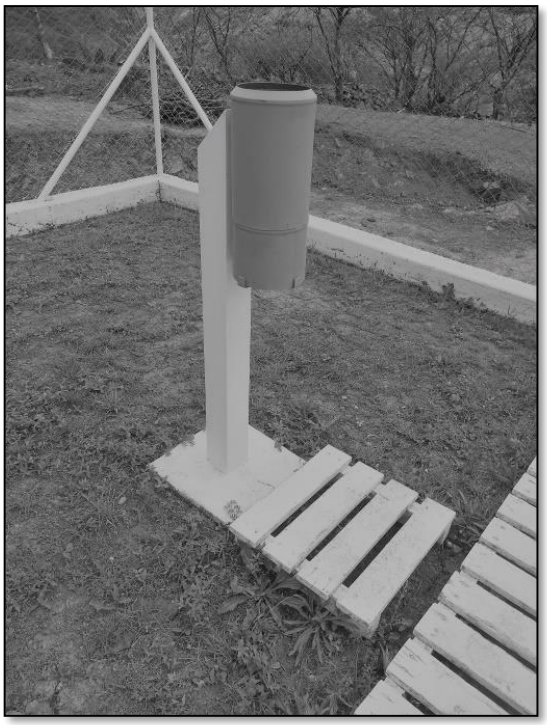


Figura 4. **Pluviómetro tipo Hellmann.**
Fuente: Google (2018).

2.2.4. La variabilidad climática

La variabilidad climática es una medida del rango en que los elementos climáticos, como temperatura o lluvia, varían de un año a otro. Incluso puede incluir las variaciones en la actividad de condiciones extremas, como las variaciones del número de aguaceros de un verano a otro. Asimismo, la variabilidad climática es mayor a nivel regional o local, que al nivel hemisférico o global (CIIFEN, 2016). Puede suceder en cualquier momento y en cualquier parte del planeta y, al igual que el cambio climático, puede deberse a procesos naturales internos o a variaciones en el forzamiento externo natural o antropógeno (León, 2014a).

También se entiende como variabilidad climática, a aquellos cambios sobre el clima que dependen de condiciones más extremas y que exceden en mucho a los promedios normales. Estas condiciones extremas pueden ser: frentes fríos muy organizados, células estacionarias secas, células muy húmedas, huracanes, el fenómeno El Niño y La Niña (Serrano et al, 2012a).

La variabilidad climática se suele estudiar en escalas de tiempo interdecadal, interanual, estacional o intraestacional (León, 2014b).

2.2.5. Métodos para determinar variabilidad climática interanual.

Para determinar la variabilidad climática, los científicos utilizan los promedios de aproximadamente 30 años de la variable a analizar, a los cuales se denominan condiciones climáticas medias, climatología o normales climatológicas. Por tanto, para conocer la variación de un evento extremo o de un período de tiempo en particular, se compara la normal climatológica para así conocer su variación respecto a la media (León, 2014c).

2.2.6. El cambio climático

"El cambio climático es el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables" (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - CMNUCC, 1992, p. 3).

Desde otra perspectiva, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático - IPCC, considera que:

El término cambio climático, denota un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Significa todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural cuanto si es consecuencia de la actividad humana (IPCC, 2007a, párr. 23).

El segundo Informe de evaluación del IPCC sobre Cambio Climático, en 1995, indica que se ha observado un incremento de los gases de efecto invernadero desde la época pre industrial (1750) y que estas tendencias pueden atribuirse a actividades humanas. Asimismo, el informe también muestra una relación directa entre el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) y un calentamiento adicional de la atmósfera y la superficie de la tierra. En este sentido, se sabe que los gases de efecto invernadero permanecen en la atmósfera durante mucho tiempo y producen un efecto en el clima (IPCC, 1995).

La Organización Meteorológica Mundial - OMM, afirmó en el año 2016, que dieciséis de los diecisiete años más cálidos de los que se tiene registro se produjeron en el siglo XXI, 1998 fue el otro. El 2016 fue el año más cálido del que se tiene constancia; a escala global, las temperaturas registradas de enero a setiembre del 2016 fueron superiores en $0{,}88°C$ a la media de $14{,}0°C$, correspondiente al período

que la OMM utiliza como referencia (1961 - 1990). Los otros años más cálidos fueron 2015, 2014, 2010 y 2005, con temperaturas mundiales superiores al promedio histórico, desde aproximadamente $0{,}55°C$ en 2005 hasta $0{,}73°C$ en 2015 (OMM, 2016).

2.2.7. Consecuencias del cambio climático en el mundo.

El Cambio Climático puede provocar un aumento en la frecuencia y/o intensidad de eventos climáticos extremos, como son las sequías severas y precipitaciones intensas (Riebeck, 2005, Citado por Serrano et al, 2012b). Así, tenemos que en el año 2015, un informe de la Organización de las Naciones Unidas - ONU, señala que los desastres naturales provocados por el cambio climático, se han incrementado en frecuencia e intensidad en las últimas 3 décadas, por lo que, actualmente, los desastres atribuidos a factores climáticos se cifran en 335 en promedio por año y representan un 14% más que en el decenio 1995 – 2005, y el doble que en el decenio 1985 - 1995 (ONU, 2015).

2.2.8. Consecuencias del cambio climático en el Perú.

Vargas (2009) afirma que los principales efectos del incremento de la temperatura en el Perú, estarán asociados al retroceso glaciar, el aumento de la frecuencia e intensidad del fenómeno “El Niño”, el aumento del nivel del mar, el incremento de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas y el impacto en la salud púbica con el incremento de enfermedades como influenza, malaria, cólera, infecciones respiratorias agudas e hipertermia en recién nacidos. También se impactará en la

pesca, afectando la disponibilidad de los recursos pesqueros como anchoveta, sardina, caballa, jurel, pota, merluza entre otras. Finalmente, la ocurrencia del evento "El Niño" afectará la infraestructura como carreteras, puentes, canales, encauzamientos y otros.

2.2.9 El efecto invernadero.

El "efecto invernadero", es un fenómeno natural que influye en el calentamiento de la superficie de la Tierra, por acción de la radiación solar. Se manifiesta por el hecho de que gases atmosféricos, como el dióxido de carbono (CO_2), los óxidos de nitrógeno, el vapor de agua, el metano (CH_4) y el ozono troposférico, los cuales están en la atmósfera en pequeñas proporciones y son llamados gases de efecto invernadero; son capaces de modificar el balance energético de la Tierra y el Sol. Sin el efecto invernadero, la temperatura media de la Tierra sería de $-18°C$ (Gonzales, 2003).

Los gases que forman la atmósfera, no pueden absorber la radiación solar de alta energía (onda corta), dejando pasar la mayor parte hacia la superficie terrestre. De toda la radiación solar que llega al tope de la atmósfera, el 30% es reflejado al espacio, el 20% es absorbido por la atmósfera y el 50% llega a la superficie terrestre calentándola. Al calentarse, la superficie de la Tierra transforma la luz solar de alta energía (onda corta), en radiación de baja energía (onda larga) que es reflejada hacia la atmósfera. Esta energía de onda larga o infrarroja, sí puede ser absorbida por los gases atmosféricos, siendo esta la principal fuente de calor para la atmósfera, a esto se conoce como efecto invernadero (Caballero, Lozano & Ortega, 2007).

De Felipe (sin fecha) menciona que en el siglo XIX Tyndel (1863) y Archenius (1896) publicaron por primera vez artículos en donde mencionan la relación entre la concentración de dióxido de carbono (CO_2), y la temperatura del planeta. Además menciona que la física del impacto de la concentración de CO_2 sobre la temperatura de la atmósfera es bien conocida y no produce dudas en la comunidad científica.

2.2.10. Calentamiento global.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2014a) considera que el calentamiento global es el aumento gradual, observado o proyectado, en la temperatura global de la superficie, como consecuencia del forzamiento radiactivo provocado por las emisiones antropógenas, es decir, fundamentalmente debido a actividades humanas.

La comunidad científica considera que existe una relación entre el aumento de la temperatura global y el incremento en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, porque las temperaturas medias de la superficie terrestre y de los océanos se incrementaron, con más énfasis, desde 1950, tal como lo demuestran las anomalías de temperatura (figura 5); del mismo modo en que lo hizo la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (figura 6), (IPCC, 2014b).

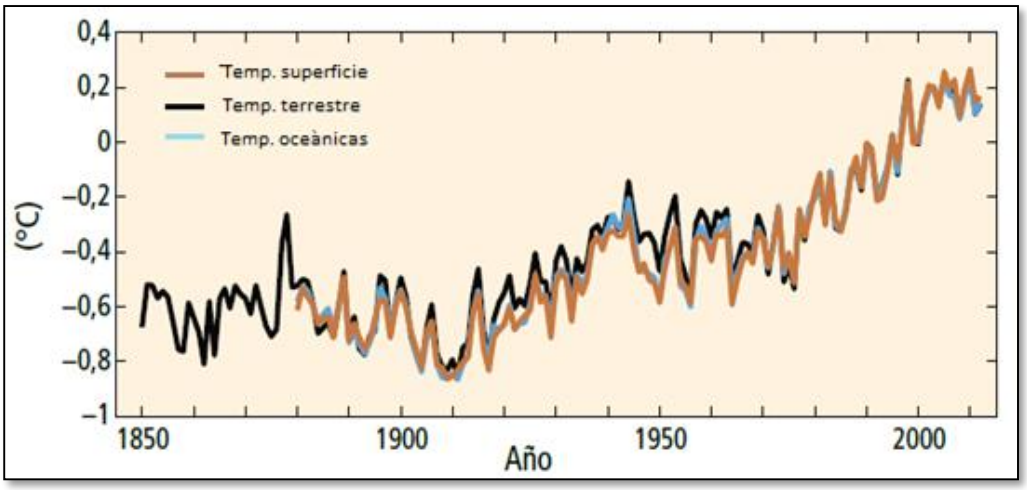


Figura 5. Anomalía del promedio global de temperaturas en superficie terrestres y oceánicas combinadas.

Fuente: IPCC (2014).

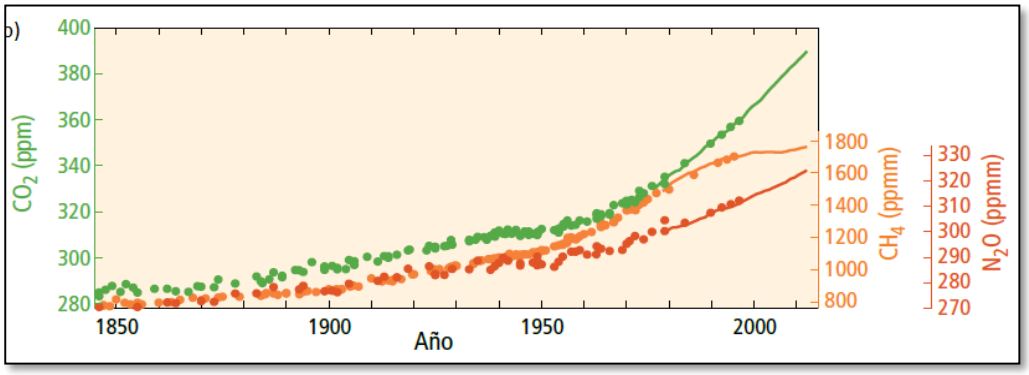


Figura 6. Promedio global de concentración de gases de efecto invernadero.

Fuente: IPCC (2014).

El calentamiento global es un fenómeno que se ha producido por los cambios promedio en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas; asimismo, las actividades humanas son responsables de la mayor parte del calentamiento ocurrido en los últimos 50 años (Gonzales, 2007).

2.2.11. Indicadores y métodos para determinar el cambio climático

Indicadores meteorológicos del cambio climático.

El Panel Intergubernamental sobre el cambio climático, en el año 2013, definió los indicadores mediante los cuales se pueden identificar o encontrar las evidencias del cambio en el clima, estos se agrupan en indicadores relacionados con la temperatura y otros relacionados con la precipitación pluvial. Los indicadores de cambio climático tienen el objetivo de ser elementos matemáticos (índices) que se utilizan para identificar, registrar, conocer y hacer evidente el cambio climático (Bautista, Pacheco & Ayala, 2016a).

Entre los indicadores que manifiestan el cambio climático a nivel mundial, **el principal es la temperatura media superficial global** (promedio de la temperatura del aire cerca de la superficie del suelo y la temperatura superficial del mar), que es usado generalmente por las principales organizaciones internacionales (OMM, IPCC) y centros de investigación para sustentar el calentamiento de la baja atmósfera. Otros indicadores importantes que manifiestas el cambio climático a nivel mundial, son los cambios en los patrones de la precipitación en zonas terrestres, sin incluir las precipitaciones en los océanos. Estos cambios, al igual que la temperatura media superficial global, no se han producido de manera homogénea en todo el mundo (en la precipitación estos cambios son mucho más evidentes y diferenciados), sino que han variado según las diferentes regiones (Benavides & Rocha, 2012).

En la actualidad, la identificación de las tendencias de cambio climático, se lleva a cabo mediante el análisis de series de tiempo de los indicadores de cambio climático, este análisis se realiza utilizando tres de las pruebas más robustas, seleccionadas entre la mayor diversidad de pruebas posibles, estas son: la prueba de Mann Kendall, la prueba de *Sen* y la prueba de correlación de Pearson (Bautista, Pacheco & Ayala, 2016b).

Prueba de Mann-Kendall

El test no-paramétrico de Mann-Kendall, se utiliza con el fin determinar si las series reflejan evidencias significativas de tendencias de aumento o disminución en el tiempo para cada una de las variables climáticas analizadas (Rojas, 2011).

La prueba tiene como objetivo detectar una tendencia al incremento o al decrecimiento en la serie de datos. La prueba de Mann - Kendall está basada en el cálculo del estadístico S el cual está definido como sigue: (Cantor, 2011)

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+0}^{n} sgn(X_j - X_i) = 1$$

Si $(X_j - X_i) > 0 \qquad sgn(X_j - X_i) = 1$

Si $(X_j - X_i) = 0 \qquad sgn(X_j - X_i) = 0$

Si $(X_j - X_i) < 0 \qquad sgn(X_j - X_i) = -1$

Donde:

n $\quad$ $Tamaño\ de\ la\ muestra$

$X_j\ y\ X_i$ $\quad$ $Datos\ secuenciales$

Cada par de valores observados $Y_i,\ Y_j\ (i > j)$ de la variable aleatoria es inspeccionado para encontrar cuando $Y_i > Y_j\ o\ Y_i < Y_j$.

Si el número de pares positivos es P, y el número del tipo de pares negativos es M, entonces la S es definida como $S = P - M$.

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & Si\ S > 0 \\ 0 & Si\ S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & Si\ S < 0 \end{cases}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}}$$

$P - value$: Es la posición de Z en la distribución normal, permite determinar si se acepta o rechaza la hipótesis nula.

El test tiene hipótesis nula $H_0 =$ no hay tendencia, y la hipótesis alternativa es $H_1 =$ existe tendencia a cierto nivel de significancia a elegir. (Análisis Estadístico de Datos Climáticos, s.f.)

Prueba de Sen

La prueba T de Sen es una prueba de rango alineado que sugiere remover el ciclo estacional de la serie mediante la substracción a cada dato de la media mensual

promediada en los años y la posterior asignación de rangos a cada diferencia. Con esta información se calcula el estadístico T como se presenta a continuación (Sen, 1968; Farrell, 1980; Van Belle & Hughes, 1984; Kahya & Kalay, 2004; citado por Cantor, 2011).

$$T = \left(\frac{12m^2}{n(n+1)\sum\sum\left(R_{ij-}R_{.j}\right)^2}\right)^{\frac{1}{2}} * (\sum_{i=1}^{n}(i - \frac{n+1}{2})(R_{i.} - \frac{nm+1}{2}))$$

Donde:

n $\quad$ $Años\ de\ periodo\ de\ registro.$

m $\quad$ $Número\ de\ meses\ o\ estaciones\ a\ evaluar.$

R_{ij} $\quad$ $Rango\ de\ cada\ dato\ donde\ con\ i = 1, \dots, n, y\ j = 1, \dots, m.$

$R_{.j}$ $\quad$ $Promedio\ de\ los\ rangos\ sobre\ los\ años$

$R_{i.}$ $\quad$ $Promedio\ de\ los\ rangos\ sobre\ los\ meses$

Se rechaza la hipótesis de no tendencia si “T” excede un percentil especificado de la distribución.

Asimismo, el estimador de pendiente de Sen es un procedimiento no paramétrico que estima cambios por unidad de tiempo en una serie cuando existe en ella tendencia lineal. Para N pares de datos, la pendiente de Sen se estima como sigue: (Cantor, 2011)

$$Q_i = \frac{X_j - X_k}{j - k}$$

Donde:

$i = 1, \dots, N.$

$X_j \; y \; X_k \qquad Son\ datos\ en\ los\ tiempos\ j\ y\ k\ (j > k), respectivamente.$

La mediana de los N valores de Q_i es el estimador de pendiente de Sen.

Prueba de correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson, para variables cuantitativas, es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. El coeficiente de correlación de Pearson es un índice de fácil ejecución e, igualmente, de fácil interpretación. Digamos, en primera instancia, que sus valores absolutos oscilan entre 0 y 1. Esto es, si tenemos dos variables X e Y, y definimos el coeficiente de correlación de Pearson entre estas dos variables como r_{XY} entonces:

$$0 \leq r_{XY} \leq 1$$

Hemos especificado los términos "valores absolutos" ya que en realidad si se contempla el signo el coeficiente de correlación de Pearson oscila entre -1 y $+1$. No obstante ha de indicarse que la magnitud de la relación viene especificada por el valor numérico del coeficiente, reflejando el signo la dirección de tal valor. En este sentido, tan fuerte es una relación de $+1$ como de -1. En el primer caso la relación es perfecta positiva y en el segundo perfecta negativa. Pasamos a continuación a desarrollar algo más estos conceptos.

Decimos que la correlación entre dos variables $X\ e\ Y$ es perfecta positiva cuando exactamente en la medida que aumenta una de ellas aumenta la otra. Se dice que la relación es perfecta negativa cuando exactamente en la medida que aumenta una variable disminuye la otra.

El coeficiente de correlación de Pearson viene definido por la siguiente expresión:

$$r_{XY} = \frac{\sum Z_X Z_Y}{N}$$

Esto es, el coeficiente de correlación de Pearson hace referencia a la media de los productos cruzados de las puntuaciones estandarizadas de $X\ y\ de\ Y$. Esta fórmula reúne algunas propiedades que la hacen preferible a otras. A operar con puntuaciones estandarizadas es un índice libre de escala de medida. Por otro lado, su valor oscila, como ya se ha indicado, en términos absolutos, entre 0 y 1. (Coeficiente de correlación lineal de Pearson, s.f.)

Pruebas estadísticas paramétricas

Las pruebas estadísticas paramétricas analizan las variables cuantitativas continuas; además se debe utilizar este tipo de prueba cuando los datos muestran una distribución normal (es decir, semejante a una curva de Gauss). Este tipo de pruebas presenta como ventaja que se utilizan para muestras grandes, tiene menor probabilidad de errores porque los cálculos son muy exactos. Entre las más conocidas tenemos a la prueba T de Student, el análisis de varianza ANOVA, entre otras. (Flores, Miranda & Villasis, 2017)

Pruebas estadísticas no paramétricas

Las pruebas estadísticas no paramétricas analizan las variables cualitativas (ya sean nominales u ordinales) y las cuantitativas discontinuas. Este tipo de prueba se utiliza cuando la distribución de datos cuantitativos no sigue una distribución normal. Este tipo de prueba presenta como ventaja que tiene una mayor potencia estadística con relación a las pruebas paramétricas, y su cálculo es menos complicado, además sus hipótesis se basan en rangos, medianas y frecuencia de datos, aunque también presenta algunas desventajas como que se utiliza para muestras pequeñas y tiene una mayor probabilidad de errores porque sus cálculos no son exactos. Entre las pruebas no paramétricas más conocidas tenemos: La prueba de Wilcoxon que se utiliza para comparar un grupo antes y después, es decir, muestras relacionadas. Para la comparación de grupos independientes se debe emplear U de Mann-Withney. En el caso de 3 o más grupos independientes se debe utilizar la prueba de Kruskal-Wallis. Para determinar tendencias se utiliza las pruebas de Sen y Mann kendall. (Flores, Miranda & Villasis, 2017)

Análisis de consistencia de doble masa

El análisis de consistencia de doble masa se utiliza para completar los datos de una serie meteorológica que no han sido registrados en una estación meteorológica por diversas causas, como fallos en el equipo de medición, errores humanos, etc. Esta metodología consiste en revisar un registro alternativo hecho por otra estación meteorológica dentro de una misma cuenca, para comparar los datos meteorológicos de los parámetros estudiados como, en el caso del actual estudio, temperatura y

precipitación. De esta manera, se estima el promedio de dichas series y, posteriormente, a través de una regla de tres simple; se calcula el valor del dato faltante. (SENAMHI, 2010) Ejemplo:

	$T°\ (Estación\ 1)$	$T°\ (Estación\ 2)$
Mes 1	15	16
Mes 2	¿?	17
Mes 3	13	15
(…)		
Mes n	18	17
Promedio	$\boldsymbol{x_1}$	$\boldsymbol{x_2}$

Una vez obtenidos los promedios, aplicamos la regla de tres:

$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{¿?}{17}$$

$$¿? = \frac{17 \times X_1}{X_2}$$

Por último, añadimos el valor resultante en el registro.

2.3. Discusión teórica

Según el Panel de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2007), la variabilidad climática es el conjunto de variaciones en las condiciones climáticas medias del clima, producidas, mayormente, por fenómenos extremos en todas las

escalas temporales y espaciales, que van más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular.

Por el contrario, el "cambio climático" es un cambio en el clima como consecuencia directa o indirecta de la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (ONU, 1992).

Actualmente, la comunidad científica internacional ha determinado que, cada uno de los tres últimos decenios, ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la Tierra, que cualquier decenio anterior desde 1850 (IPCC, 2013a). Además, se sabe que la temperatura superficial media global, ha aumentado entre $0{,}3°C$ y $0{,}6°C$ desde finales del siglo XIX, cambio que, tal vez, no tenga un origen totalmente natural (IPCC, 1995a).

En consecuencia, el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado (IPCC, 2013b).

Sin embargo, determinar los cambios en las precipitaciones a partir de los registros disponibles es más difícil, debido a que no es fácil tomar muestras de las precipitaciones a nivel mundial y también porque se espera que las precipitaciones experimenten un cambio fraccional menor que el contenido de vapor de agua del aire

a medida que se calienta el clima (IPCC, 2013c). No obstante, se entiende que el aumento de las temperaturas, producirá que el ciclo hidrológico sea más vigoroso, lo que se traduce en perspectivas de sequías y/o precipitaciones más severas en unos lugares y menos severas en otros. Varios modelos indican un aumento de la intensidad de las precipitaciones, lo que sugiere la posibilidad de fenómenos de precipitaciones más extremos (IPCC, 1995b).

2.4. Definición de términos básicos

2.4.1. Análisis de datos

Analizar significa establecer categorías, ordenar, manipular y resumir los datos, en esta etapa del proceso de investigación se procede a racionalizar los datos colectados, a fin de explicar e interpretar las posibles relaciones que expresan las variables estudiadas (Kerlinger, 2002).

2.4.2. Anomalía climática

Desviación de un elemento meteorológico con relación a su valor promedio de un período de tiempo mayor a 10 años (SENAMHI, 2018).

2.4.3. Clima

Es el estado promedio de los elementos meteorológicos de una localidad, considerando un período largo de tiempo (Arroyo, 2016).

2.4.4. Normal climatológica

Son medias de datos climatológicos calculadas para periodos consecutivos de 30 años, a saber: desde el 1 de enero de 1901 hasta el 31 de diciembre de 1930, desde el 1 de enero de 1931 hasta el 31 de diciembre de 1960, desde el 1 de enero de 1961 hasta el 31 de diciembre de 1991, etc. (OMM, 2007).

2.4.5. Precipitación

La precipitación se define como el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes o del aire y se deposita en el suelo. Dicho término comprende la lluvia, el granizo, la nieve, el rocío, la cencellada blanca, la escarcha y la precipitación de la niebla (OMM, 2010c).

2.4.6. Serie temporal

Son observaciones ordenadas según la secuencia en que se efectuaron (OMM, 2011c).

2.4.7. Temperatura

La temperatura se define como la magnitud física que caracteriza el movimiento aleatorio medio de las moléculas de un cuerpo físico (OMM, 2010d).

2.4.8. Variabilidad interanual

A esta escala corresponden las fluctuaciones que se presentan en las variables climatológicas de año en año. La variabilidad climática, enmarcada dentro de esta escala, podría estar relacionada con alteraciones en el balance global de radiación.

Un ejemplo típico corresponde a los fenómenos enmarcados dentro del ciclo El Niño y La Niña -Oscilación del Sur (Ramírez, 2015).

2.5. Hipótesis de la investigación

Los valores de temperatura y precipitación, en el distrito de Contumazá, han experimentado cambios durante el período 1965-2018, ocasionando variabilidad climática interanual y cambio climático en la localidad.

2.5.1. Operacionalización de las variables

Tabla 1. **Operacionalización de variables.**

Variable	Definición	Indicador	Ítem	Instrumento
Independiente				
Temperatura	Cualidad de la atmosfera, que indica el estado energético del aire y se traduce en un determinado grado de calentamiento	Temperatura máxima promedio anual	Grados Celsius (°C)	Registro documental Planilla Climatológica
		Temperatura mínima promedio anual	Grados Celsius (°C)	Registro documental Planilla Climatológica
Precipitación	Cantidad de agua meteórica que cae sobre la superficie terrestre	Precipitación total anual	Milímetros (mm).	Registro documental Planilla Climatológica
Dependiente				
Variabilidad climática	Variaciones del rango medio de las condiciones climáticas y otras estadísticas del clima en un espacio geográfico a lo largo del tiempo, que se extienden más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular	Anomalía climática de temperatura	Grados Celsius (ºC)	Análisis estadístico
		Anomalía climática de precipitación	Porcentaje del valor normal (%)	Análisis estadístico
Cambio climático	El cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables	Cambios en la tendencia	Ascendente Descendente	Análisis de Mann-Kendall

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptivo porque interpreta y explica la ocurrencia de un fenómeno por medio de los conocimientos adquiridos, confrontando la teoría con la realidad (Vargas, 2009, p. 159). Además, porque se describirán variables por medio de mediciones, tal y como se presentan al momento de su observación, es decir, en su ambiente natural (Hernández, Fernández & Baptista, 2010c, p. 80).

La investigación tiene un enfoque cuantitativo porque utilizó información cuantificable, además, buscó relaciones causales que supongan una explicación del objeto de investigación, midiendo la influencia de una variable en un fenómeno (Hernández, Fernández & Baptista, 2010a, p. 6).

Finalmente tiene una dimensión longitudinal, porque analizó los cambios a través del tiempo (Hernández, Fernández & Baptista, 2010d, p. 119), y retrospectiva, porque analizó los datos desde el presente al pasado (Hernández & García, 2008, p. 6 y 8).

3.2. Diseño de investigación

El diseño es no experimental porque no se ejerció ningún tipo de control sobre las variables independientes, ya que estas se estudiaron tal y como se presentaron en su contexto natural (Hernández, Fernández & baptista, 2010b, p. 149).

3.3. Unidad de análisis, universo y muestra

La unidad de análisis son los datos de temperatura máxima diaria, temperatura mínima diaria y precipitación total diaria, medidos y registrados en la estación Climatológica Ordinaria Contumazá (CO-Contumazá).

El universo está conformado por:

- 19358 datos de temperatura máxima diaria de la serie 1965 – 2018.
- 19358 datos de temperatura mínima diaria de la serie 1965 – 2018.
- 19358 datos de precipitación total diaria dela serie 1965 – 2018.

La muestra está conformada por:

- 636 datos de temperatura máxima media mensual de la serie 1965 – 2018.
- 636 datos de temperatura mínima media mensual de la serie 1965 – 2018.
- 636 datos de precipitación total mensual dela serie 1965 – 2018.

3.4. Métodos de investigación

La investigación utilizó el método cuantitativo, porque determinó los valores del clima (temperatura y precipitación) para determinar variabilidad climática y cambio climático; es decir, para poder definir los fenómenos: variabilidad climática y cambio climático, se descompondrá el clima en sus elementos que lo caracterizan: temperatura y precipitación, con la finalidad de estudiarlos de forma independiente, para luego determinar su influencia conjunta en la ocurrencia del fenómeno.

3.5. Técnicas de investigación

Para la recolección de datos, la investigación utilizó la técnica documental, porque los datos de temperatura y precipitación se obtuvieron de los registros climatológicos, también llamados “Planillas Climatológicas”, correspondientes a la estación Climatológica Ordinaria Contumazá (CO-Contumazá), las cuales forman parte de los archivos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, y corresponden al período comprendido de enero de 1965 hasta diciembre de 2018.

3.6. Instrumentos.

Como instrumentos de recolección de datos se utilizó las fichas de registro diario y mensual de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación de la estación Climatológica Ordinaria Contumazá (CO-Contumazá).

Como instrumentos para sistematizar y analizar los datos se utilizó el software EXCEL, con el cual se realizó cálculos estadísticos y gráficos.

3.7. Técnicas de análisis de datos

Los datos de temperatura máxima diaria, temperatura mínima diaria y precipitación total diaria, se codificó y tabuló en orden cronológico, luego se elaboró tablas y gráficos utilizando el programa EXCEL, después se realizó el análisis según las variables de estudio y los objetivos.

Análisis de variabilidad climática

Para este análisis los datos diarios de temperatura mínima, máxima y precipitación, se ordenaron de forma cronológica, luego se obtuvieron promedios mensuales y anuales para el caso de las temperaturas; y para la precipitación se obtuvieron los totales acumulados mensuales y anuales. Con esta información se elaboraron las series temporales de temperatura y precipitación, se graficaron y se analizaron para determinar variabilidad climática mediante la comparación con sus normales climatológicas.

Las normales climatológicas de temperatura y precipitación se calcularon para el período 1981 – 2010, siguiendo la recomendación de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de normales climatológicas reglamentarias (OMM, 2011).

Las anomalías de precipitación se calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$Ap = \left[\left(\frac{P}{Pn}\right) - 1\right] 100$$

Donde:

A_p: anomalía anual de precipitación en porcentaje.

P: Precipitación total anual en milímetros.

P_n: precipitación normal en milímetros.

Las anomalías de temperatura se obtuvieron mediante la siguiente fórmula:

$$At = T - Tn$$

Donde:

A_t: anomalía de temperatura en °C

T: promedio de temperatura anual en °C

T_n: Promedio de temperatura normal en °C

Con las anomalías de precipitación se determinó la variabilidad climática interanual según el rango de intensidad de las anomalías, para lo cual se utilizó la siguiente escala:

Tabla 2. Rango de intensidad de las anomalías de precipitación

Porcentaje de anomalía	Clasificación
I > 60%	Extremadamente excesivo
60% > I > 40%	Intensamente excesivo
40% > I > 20%	Moderadamente excesivo
20% > I > -20%	Normal
-20% > I > -40%	Moderadamente seco
-40% > I > -60%	Intensamente seco
I < -60%	Extremadamente seco

Fuente: Hurtado (1996)

Con las anomalías de temperatura se determinó la variabilidad climática interanual según el rango de intensidad de las anomalías, para lo cual se utilizó la siguiente escala:

Tabla 3. **Rango de intensidad de las anomalías de temperatura**

Anomalía °C	Clasificación
>3,5	Extremadamente cálido
+2,0 a + 3,5	Cálido
+0,5 a +2,0	Ligeramente cálido
+0,5 a -0,5	Templado
-2,0 a -0,5	Ligeramente frío
-3,5 a -2,0	Frío
<-3,5	Extremadamente frío

Fuente: SENAMHI (2002)

Análisis de tendencia y cambio climático

Se utilizó las series temporales de los acumulados anuales de precipitación y de los promedios anuales de temperaturas para detectar las tendencias de aumento significativas mediante el test no-paramétrico de Mann-Kendall, que permitió establecer la existencia de tendencias en los datos mediante el cálculo de los estadígrafos "Z" y "$p - valor$". El valor que tome el estadístico de prueba ($p - valor$) permitió ubicarlo en la zona de rechazo de la hipótesis nula que afirma la no existencia de tendencia en la serie estadística, aceptando la hipótesis alternativa que indicaría la existencia de tendencia. El signo del estadístico "Z" indica si la tendencia es positiva o negativa.

Para determinar la existencia de tendencias en la serie de datos se utilizó las hipótesis: nula (Ho) y alternativa (Ha), según el siguiente criterio de análisis para $\alpha = 0{,}05$:

- Si $p - valor > \alpha$; se acepta la hipótesis nula (Ho) entonces no hay tendencia.
- Si $p - valor < \alpha$; se rechaza la hipótesis nula (Ha) entonces si hay tendencia.

Luego se obtuvieron sus tendencias lineales para analizar su comportamiento a través del tiempo y determinar cambios significativos en la tendencia de la serie temporal de datos de precipitación y temperaturas.

3.8. Área de estudio

La investigación se desarrolló en el distrito de Contumazá, uno de los ocho distritos de la provincia del mismo nombre, en la región de Cajamarca, ubicada en la sierra norte del Perú.

El distrito de Contumazá limita por el norte con las provincias de Cajamarca, San Pablo y el distrito de Chilete, por el sur con la provincia de Gran Chimú, región La Libertad, por el este con la provincia de Cajamarca y por el oeste con los distritos de Santa Cruz de Toledo, Guzmango y San Benito.

El distrito tiene un área de $358,28Km^2$, a lo largo de su superficie presenta una variedad de pisos ecológicos, microclimas y zonas de vida, debido a la diferencia de altitudes que existen en su territorio, las cuales van desde los $1000m$ hasta los $4050m$. Según esto, se distinguen tres tipos climáticos: hasta los $1800m$ de altitud, predomina un clima semi cálido desértico, con temperaturas mínimas que en promedio superan los $15°C$ todo el año y escasas precipitaciones, sobre todo durante el invierno. Desde los $1800m$ hasta los $3000m$ de altitud, predomina un clima semi seco frío, donde las temperaturas mínimas muestran gran variación entre el verano y el invierno, época donde las temperaturas mínimas pueden descender considerablemente, asimismo, el invierno es seco y las lluvias son más abundantes en

verano. A partir de los $3000m$ hasta los $4050m$ de altitud, prevalece un clima frío, con temperaturas mínimas inferiores a los $6°C$ durante todo el año, y lluvias abundantes en verano y escasas en invierno.

La investigación utilizó información meteorológica de la Estación Climatológica Ordinaria Contumazá, la cual integra la red de estaciones meteorológicas de la Dirección Zonal 3 SENAMHI Cajamarca, cuya ubicación política y geográfica es la siguiente:

Tabla 4. **Ubicación de la estación Climatológica Contumazá**

Estación	Categoría	Región	Provincia	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud
Contumazá	Climatológica Ordinaria (CO)	Cajamarca	Contumazá	Contumazá	7º21’55”	78ª49`22”	2450 m

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.1. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima durante el período 1965 hasta el 2018 en el distrito de Contumazá.

Tabla 5. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima con respecto a la temperatura máxima normal en la estación CO-Contumazá.

Año	Temp.[3] Máxima promedio °C	Temp. normal °C	Anomalía °C	Condición	Año	Temp. Máxima promedio °C	Temp. normal °C	Anomalía °C	Condición
1965	19.6	20.5	-0.9	Lig.[4] frío	1992	22.3	20.5	1.8	Lig. cálido
1966	19.5	20.5	-1.0	Lig. frío	1993	20.7	20.5	0.2	Normal
1967	19.1	20.5	-1.4	Lig. frío	1994	21.0	20.5	0.5	Normal
1968	19.5	20.5	-1.0	Lig. frío	1995	20.9	20.5	0.4	Normal
1969	20.2	20.5	-0.3	Normal	1996	20.6	20.5	0.1	Normal
1970	19.0	20.5	-1.5	Lig. frío	1997	21.3	20.5	0.8	Lig. cálido
1971	18.7	20.5	-1.8	Lig. frío	1998	21.4	20.5	0.9	Lig. cálido
1972	19.6	20.5	-0.9	Lig. frío	1999	19.7	20.5	-0.8	Lig. frío
1973	20.5	20.5	0.0	Normal	2000	19.0	20.5	-1.6	Lig. frío
1974	20.2	20.5	-0.3	Normal	2001	19.6	20.5	-0.9	Lig. frío
1975	20.0	20.5	-0.5	Normal	2002	20.0	20.5	-0.5	Normal
1976	19.4	20.5	-1.1	Lig. frío	2003	20.1	20.5	-0.4	Normal
1977	19.4	20.5	-1.1	Lig. frío	2004	19.9	20.5	-0.6	Lig. frío
1978	20.8	20.5	0.3	Normal	2005	20.0	20.5	-0.5	Normal
1979	20.5	20.5	0.0	Normal	2006	19.9	20.5	-0.6	Lig. frío
1980	21.1	20.5	0.6	Lig. cálido	2007	19.6	20.5	-0.9	Lig. frío
1981	20.3	20.5	-0.2	Normal	2008	18.9	20.5	-1.6	Lig. frío
1982	20.3	20.5	-0.2	Normal	2009	19.8	20.5	-0.8	Lig. frío
1983	20.5	20.5	-0.1	Normal	2010	19.9	20.5	-0.6	Lig. frío
1984	21.7	20.5	1.2	Lig. cálido	2011	19.4	20.5	-1.1	Lig. frío
1985	22.9	20.5	2.4	Cálido	2012	19.8	20.5	-0.7	Lig. frío
1986	21.6	20.5	1.1	Lig. cálido	2013	19.7	20.5	-0.8	Lig. frío
1987	22.4	20.5	1.9	Lig. cálido	2014	20.2	20.5	-0.3	Normal
1988	20.9	20.5	0.4	Normal	2015	20.9	20.5	0.4	Normal
1989	19.7	20.5	-0.8	Lig. frío	2016	21.0	20.5	0.5	Normal
1990	20.5	20.5	0.0	Normal	2017	20.2	20.5	-0.3	Normal
1991	20.9	20.5	0.4	Normal	2018	20.5	20.5	0.0	Normal

Fuente: Elaborado por los autores.

En la tabla 5 se muestra la variabilidad interanual de la temperatura máxima en la estación CO-Contumazá desde 1965 hasta el 2018, donde se muestra que los promedios anuales de la temperatura máxima oscilaron desde $18{,}7°C$ en 1971, hasta

[3] Temperatura
[4] Ligeramente

$22{,}9°C$ en 1985, asimismo también se observan 23 años con anomalías de temperatura máxima ligeramente frías con respecto a su normal climática, 8 años con anomalías de temperatura máxima ligeramente cálidas con respecto a su normal climática y un año con anomalías de temperatura máxima cálida en relación a su normal climática. Además, se nota que la variabilidad climática de la temperatura máxima en la estación CO-Contumazá está asociada a la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos como el fenómeno "El Niño Oscilación Sur" (ENOS), tanto en su fase cálida como en su fase fría, tal y como sucede con las anomalías térmicas de los años 1971, cuyo valor es $-1{,}8°C$; y 1985, cuyo valor es $+2{,}4°C$, ambas relacionadas a la fase fría del ENOS, fenómeno conocido como "La Niña".

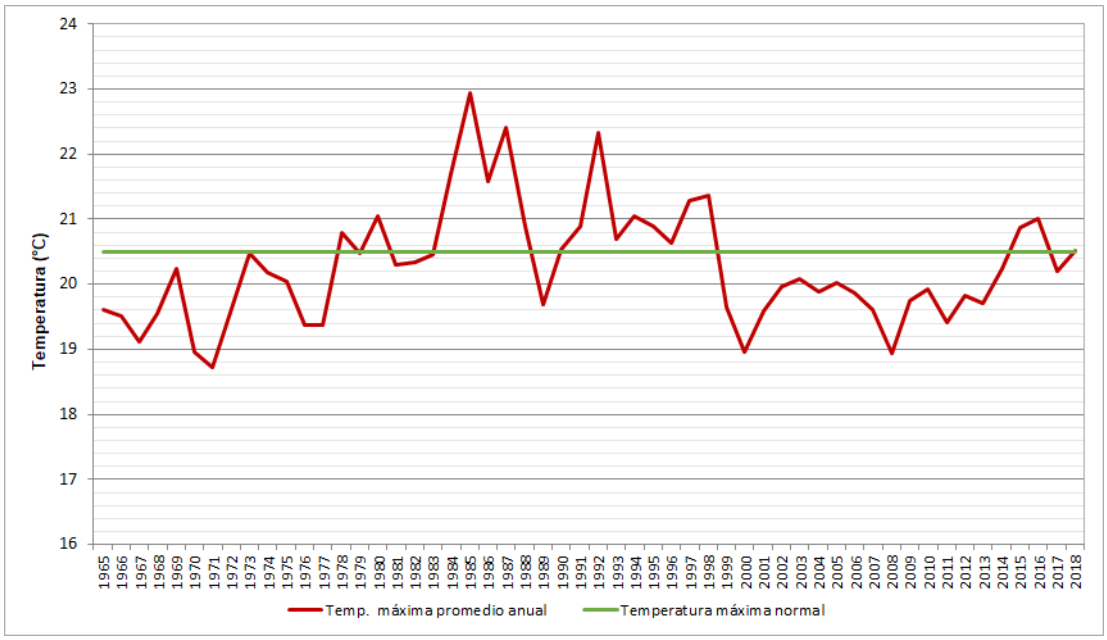


Figura 7. Serie temporal de los promedios anuales de temperatura máxima y temperatura máxima normal en la estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 7 se muestra la serie temporal de las temperaturas máximas (línea de color rojo) con respecto a la temperatura máxima normal (línea de color verde), calculada para el período 1981-2010 según recomendación de la OMM; donde se puede observar las oscilaciones por debajo del valor normal de 1965 a 1977, en 1979, de 1981 a 1983, en 1989, de 1999 a 2014 y en 2017; asimismo se nota las oscilaciones sobre el valor normal en 1978, 1980, de 1984 a 1987, de 1990 a 1998, de 2015 a 2016 y en 2018.

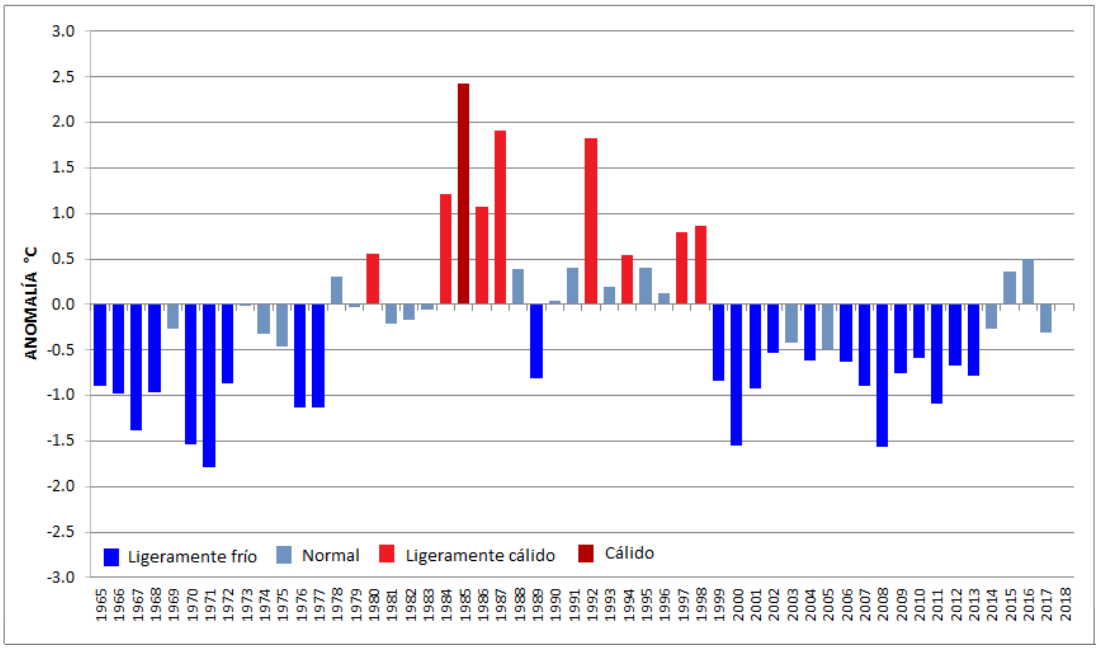


Figura 8. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima expresada por sus anomalías en la estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 8 se muestra la serie temporal de las anomalías térmicas de la temperatura máxima desde 1965 hasta 2018 en la estación CO-Contumazá, donde se observa que la temperatura máxima promedio anual resultó con anomalías ligeramente frías de 1965 a 1968, de 1970 a 1972, de 1976 a 1977, en 1989, de 1999

a 2001, en 2004 y de 2006 a 2013. También se nota anomalías ligeramente cálidas en 1980, en 1984, de 1986 a 1987, en 1992, en 1994 y de 1997 a 1998. Además, se muestra que en el año 1985 la anomalía térmica tuvo un comportamiento cálido.

4.2. Variabilidad interanual de la temperatura mínima durante el período 1965 hasta el 2018 en el distrito de Contumazá.

Tabla 6. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura mínima con respecto a la temperatura mínima normal en la estación CO-Contumazá.

Año	Temp. Mínima promedio °C	Temp. normal °C	Anomalía °C	Condición	Año	Temp. Mínima promedio °C	Temp. normal °C	Anomalía °C	Condición
1965	11.7	9.3	2.4	Cálido	1992	8.4	9.3	-0.9	Lig. frío
1966	9.9	9.3	0.6	Lig[5]. cálido	1993	9.0	9.3	-0.3	Normal
1967	8.9	9.3	-0.4	Normal	1994	8.6	9.3	-0.7	Lig. frío
1968	9.0	9.3	-0.3	Normal	1995	8.7	9.3	-0.6	Lig. frío
1969	9.7	9.3	0.4	Normal	1996	8.2	9.3	-1.1	Lig. frío
1970	8.6	9.3	-0.7	Lig. frío	1997	9.1	9.3	-0.2	Normal
1971	8.0	9.3	-1.4	Lig. frío	1998	10.2	9.3	0.9	Lig. cálido
1972	9.0	9.3	-0.3	Normal	1999	9.1	9.3	-0.2	Normal
1973	8.6	9.3	-0.8	Lig. frío	2000	9.0	9.3	-0.3	Normal
1974	6.6	9.3	-2.7	Frío	2001	9.6	9.3	0.3	Normal
1975	5.8	9.3	-3.5	Ext. frío	2002	9.8	9.3	0.5	Normal
1976	8.1	9.3	-1.2	Lig. frío	2003	9.6	9.3	0.3	Normal
1977	8.4	9.3	-0.9	Lig. frío	2004	9.5	9.3	0.2	Normal
1978	8.4	9.3	-0.9	Lig. frío	2005	9.4	9.3	0.1	Normal
1979	8.8	9.3	-0.5	Normal	2006	9.7	9.3	0.4	Normal
1980	8.9	9.3	-0.4	Normal	2007	9.3	9.3	0.0	Normal
1981	7.9	9.3	-1.4	Lig. frío	2008	9.2	9.3	-0.1	Normal
1982	9.4	9.3	0.1	Normal	2009	9.6	9.3	0.3	Normal
1983	10.1	9.3	0.7	Lig. cálido	2010	9.3	9.3	0.0	Normal
1984	10.2	9.3	0.9	Lig. cálido	2011	8.9	9.3	-0.4	Normal
1985	11.5	9.3	2.2	Cálido	2012	9.2	9.3	-0.1	Normal
1986	11.4	9.3	2.1	Cálido	2013	9.3	9.3	0.0	Normal
1987	9.0	9.3	-0.3	Normal	2014	9.6	9.3	0.2	Normal
1988	8.4	9.3	-0.9	Lig. frío	2015	9.9	9.3	0.6	Lig. cálido
1989	9.2	9.3	-0.1	Normal	2016	9.5	9.3	0.2	Normal
1990	8.5	9.3	-0.8	Lig. frío	2017	9.5	9.3	0.2	Normal
1991	7.1	9.3	-2.2	Frío	2018	9.1	9.3	-0.2	Normal

Fuente: Elaborado por los autores

En la tabla 6 se muestra la variabilidad interanual de la temperatura mínima en la estación CO-Contumazá desde 1965 hasta el 2018, donde se puede notar que las temperaturas mínimas promedios oscilaron desde $5{,}8°C$ en 1975, hasta $11{,}7°C$ en

[5] Ligeramente

1965, asimismo con relación a su normal climática se observa 1 año con anomalía de temperatura mínima extremadamente fría, 2 años con anomalías de temperatura mínima fría, 13 años con anomalías de temperatura mínima ligeramente fría, 5 años con anomalías de temperatura mínima ligeramente cálida y 3 años con anomalías de temperatura mínima cálida. Además se nota que la variabilidad climática de la temperatura mínima en la estación CO-Contumazá está relacionada con la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos como el fenómeno "El Niño Oscilación Sur" (ENSO), tanto en su fase cálida como en su fase fría; tal y como sucede con la anomalía térmica más baja determinada en 1975, la cual está asociada a la ocurrencia de la fase fría del ENSO, fenómeno conocido como "La Niña", donde se obtuvo una anomalía de $-3{,}5°C$; también con la anomalía térmica más alta determinada en 1965, la cual está relacionada con la ocurrencia de la fase cálida del ENSO, fenómeno conocido como "El Niño", donde se obtuvo una anomalía de $+2{,}4°C$.

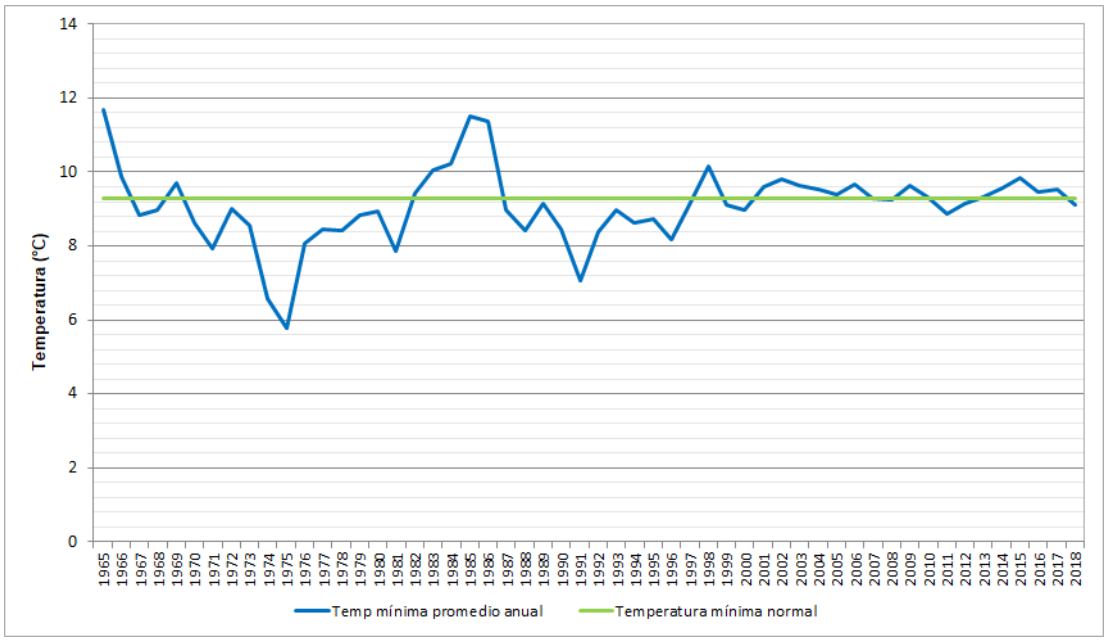


Figura 9. Serie temporal de los promedios anuales de temperatura mínima y temperatura máxima normal en la estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 9 se muestra la serie temporal de las temperaturas mínimas (línea de color azul) con respecto a la temperatura mínima normal (línea de color verde), calculada para el período 1981-2010 según recomendación de la OMM; donde se aprecia las oscilaciones por debajo del valor normal de 1967 a 1968, de 1970 a 1981, de 1987 a 1997, de 1999 a 2000, de 2007 a 2008, de 2011 a 2012 y en 2018; asimismo se nota las oscilaciones sobre el valor normal de 1965 a 1966, en 1969, de 1982 a 1986, en 1998, de 2001 a 2006, de 2009 a 2010 y de 2013 a 2017.

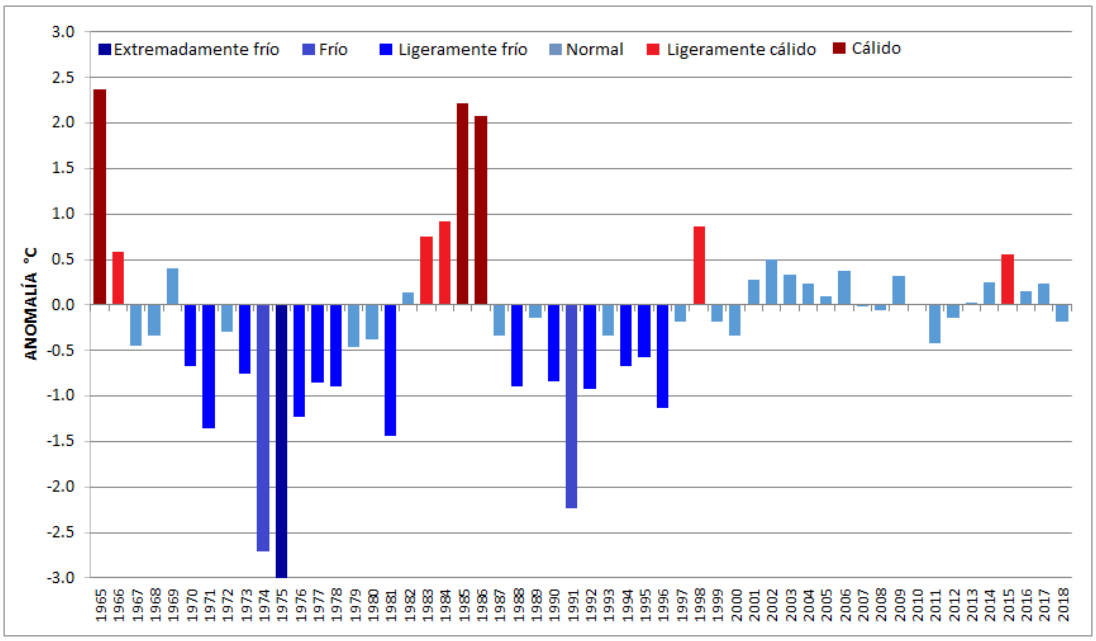


Figura 10. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura mínima expresada por sus anomalías en la estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 10 se muestra la serie temporal de las anomalías térmicas de la temperatura mínima desde 1965 hasta 2018 en la estación CO-Contumazá, donde se observa que la temperatura mínima promedio anual resultó con anomalías extremadamente frías en 1975, con anomalías frías en 1974 y 1991, con anomalías ligeramente frías de 1970 a 1971, en 1973, de 1976 a 1978, en 1981, en 1988, en 1990, en 1992 y de 1994 a 1996. También se nota anomalías ligeramente cálidas en 1966, de 1983 a 1984, en 1998 y en 2015. Además, se muestra anomalías cálidas en 1965 y de 1985 a 1986.

4.3. Variabilidad interanual de la precipitación durante el período 1965 hasta el 2018 en el distrito de Contumazá.

Tabla 7. Variabilidad interanual de los acumulados de precipitación anual con respecto a la precipitación normal en la estación CO-Contumazá.

Año	Precip. Total mm	Precip. normal mm	Anomalía %	Condición	Año	Precip. Total mm	Precip. normal mm	Anomalía %	Condición
1965	402.5	726.5	-44.6	Int. seco	1992	537.9	726.5	-26.0	Mod. seco
1966	372.3	726.5	-48.8	Int. seco	1993	1033.6	726.5	42.3	Int. excesivo
1967	595.3	726.5	-18.1	Normal	1994	551.3	726.5	-24.1	Mod. seco
1968	287.6	726.5	-60.4	Ext. seco	1995	490.8	726.5	-32.4	Mod. seco
1969	580.3	726.5	-20.1	Mod. seco	1996	574.1	726.5	-21.0	Mod. seco
1970	472.0	726.5	-35.0	Mod. seco	1997	804.4	726.5	10.7	Normal
1971	631.1	726.5	-13.1	Normal	1998	1560.6	726.5	114.8	Ext. excesivo
1972	937.7	726.5	29.1	Mod. excesivo	1999	874.6	726.5	20.4	Mod. excesivo
1973	739.0	726.5	1.7	Normal	2000	953.6	726.5	31.3	Mod. excesivo
1974	297.1	726.5	-59.1	Int. seco	2001	1114.2	726.5	53.4	Int. excesivo
1975	401.8	726.5	-44.7	Int. seco	2002	847.9	726.5	16.7	Normal
1976	404.3	726.5	-44.3	Int. seco	2003	421.0	726.5	-42.0	Int. seco
1977	588.9	726.5	-18.9	Normal	2004	405.9	726.5	-44.1	Int. seco
1978	1137.3	726.5	56.6	Int. excesivo	2005	250.3	726.5	-65.5	Ext. seco
1979	1467.0	726.5	101.9	Ext. excesivo	2006	868.0	726.5	19.5	Normal
1980	526.1	726.5	-27.6	Mod. seco	2007	627.8	726.5	-13.6	Normal
1981	497.0	726.5	-31.6	Mod. seco	2008	954.7	726.5	31.4	Mod. excesivo
1982	345.5	726.5	-52.4	Int. seco	2009	897.8	726.5	23.6	Mod. excesivo
1983	1748.5	726.5	140.7	Ext. excesivo	2010	540.0	726.5	-25.7	Mod. seco
1984	826.4	726.5	13.8	Normal	2011	440.9	726.5	-39.3	Mod. seco
1985	402.5	726.5	-44.6	Int. seco	2012	844.8	726.5	16.3	Normal
1986	619.4	726.5	-14.7	Normal	2013	648.7	726.5	-10.7	Normal
1987	1086.8	726.5	49.6	Int. excesivo	2014	535.0	726.5	-26.4	Mod. seco
1988	361.0	726.5	-50.3	Intensamente seco	2015	737.0	726.5	1.4	Normal
1989	788.5	726.5	8.5	Normal	2016	500.1	726.5	-31.2	Mod. seco
1990	278.3	726.5	-61.7	Ext. seco	2017	1544.8	726.5	112.6	Ext. excesivo
1991	531.9	726.5	-26.8	Mod. seco	2018	544.0	726.5	-25.1	Mod. seco

Fuente: Elaborado por los autores

En la tabla 7 se muestra la variabilidad interanual de la precipitación anual en la estación CO-Contumazá desde 1965 hasta el 2018, donde se puede notar que las precipitaciones anuales oscilaron desde $250{,}3mm$ en 2005, hasta $1748{,}5mm$ en 1983, asimismo con relación a su normal climática se observa 3 años con anomalía de precipitación extremadamente seco, 10 años con anomalías de precipitación intensamente seco, 14 años con anomalías de precipitación moderadamente seco, 5 años con anomalías de precipitación moderadamente excesivo, 4 años con anomalías de precipitación intensamente excesivo y 4 años con anomalías de precipitación extremadamente excesivo. Además se nota que la variabilidad climática de la precipitación en la estación CO-Contumazá está relacionada con la ocurrencia de

eventos meteorológicos extremos como el fenómeno “El Niño Oscilación Sur” (ENOS), tanto en su fase cálida como en su fase fría; tal y como sucede en el año 2005, donde se determinó la precipitación acumulada más baja ($250{,}3mm$), que representa una anomalía de $-65{,}5\%$, la cual estuvo asociada a la ocurrencia de un fenómeno “El Niño” de intensidad leve; asimismo en el año 1983, donde se registró la precipitación acumulada más alta ($1748{,}5mm$), que representa una anomalía de $+140{,}7\%$, la cual está relacionada con la ocurrencia de un fenómeno “El Niño” muy intenso.

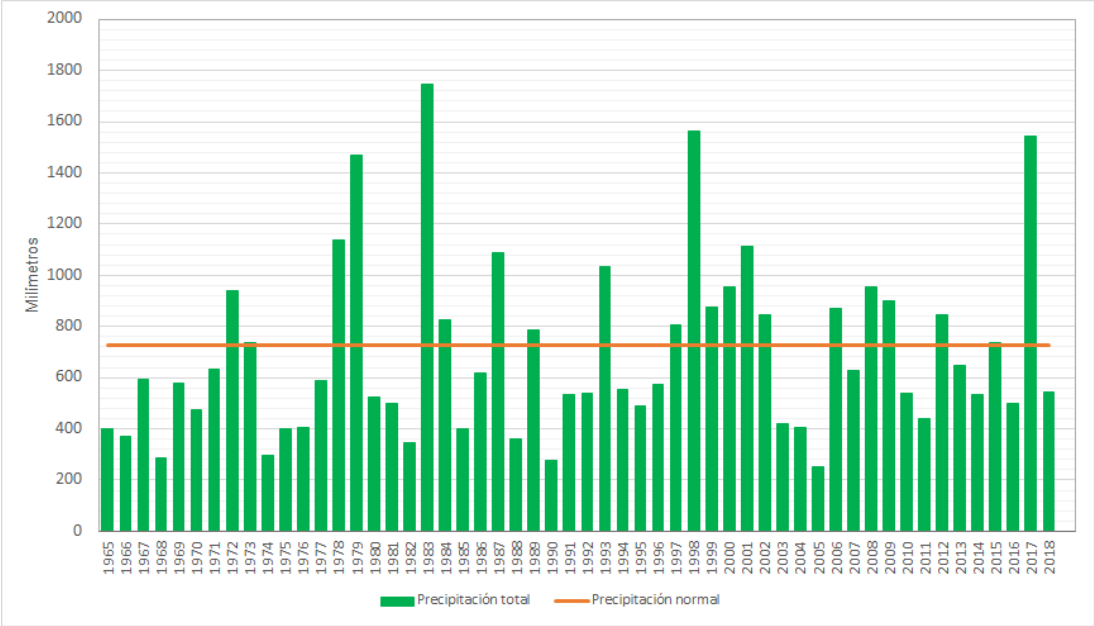


Figura 11. Serie temporal de los acumulados anuales de precipitación y precipitación anual normal en la estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 11 se observa la serie temporal de las precipitaciones anuales acumuladas y la precipitación anual normal (línea de color naranja), calculada para el período 1981-2010 según recomendación de la OMM; donde se aprecia las

oscilaciones por debajo del valor normal de 19665 a 1971, de 1974 a 1977, de 1980 a 1982, de 1985 a 1986, en 1988, de 1990 a 1992, de 1994 a 1996, de 2003 a 2005, en 2007, de 2010 a 2011, de 2013 a 2014, en 2016 y en 2018; asimismo se nota las oscilaciones sobre el valor normal de 1972 a 1973, de 1978 a 1979, de 1983 a 1984, en 1987, en 1989, en 1993, de 1997 a 2002, en 2006, de 2008 a 2009, en 2012, en 2015 en 2017.

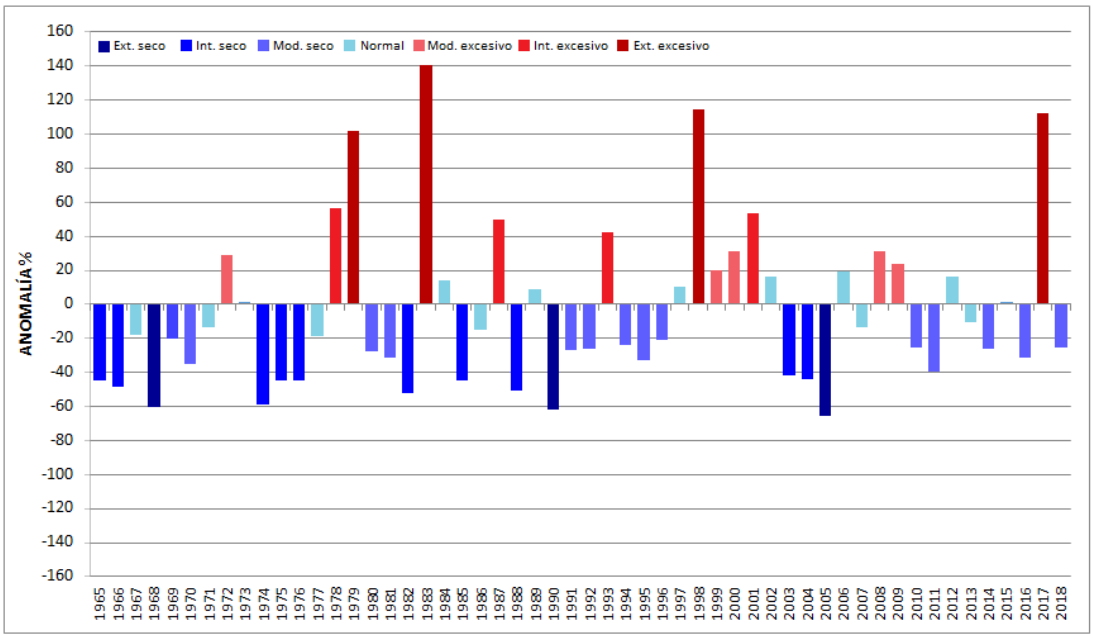


Figura 12. Variabilidad interanual de los acumulados anuales de precipitación expresada por sus anomalías en la estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 12 se muestra la serie temporal de las anomalías de las precipitaciones anuales acumuladas desde 1965 hasta 2018 en la estación CO-Contumazá, donde se observa que la precipitación anual manifiesta anomalías extremadamente secas en 1968, en 1990 y en 2005, anomalías intensamente secas de 19665 a 1966, de 1971 a 1976, en 1982, en 1985, en 1988 y de 2003 a 2004,

anomalías moderadamente secas de 1969 a 1970, de 1980 a 1981, de 1991 a 1992, de 1994 a 1966, de 2010 a 2011, en 2014, en 2016 y en 2018. También se nota anomalías moderadamente excesivas en 1972, de 1999 a 2000 y de 2008 a 2009, anomalías intensamente excesivas en 1978, en 1987, en 1993 y en 2001, anomalías extremadamente excesivas en 1979, en 1983, en 1998 y en 2017, todas estas últimas asociadas a la presencia de un fenómeno "El Niño".

4.4. Análisis de tendencias y cambio climático durante el período 1965 hasta el 2018 en el distrito de Contumazá

Tabla 8. Resultados del análisis de tendencias según el test de Mann Kendall.

Parámetro climático	n	Z	p-valor	α	Resultado	Tendencia	Variación
Temperatura máxima	54	0,6416	0,521	0,05	P-valor > α	Sin tendencia	----
Temperatura mínima	54	2,6261	0,009	0,05	P-valor < α	Tendencia creciente	0,012 °C/año
Precipitación anual	54	2,0889	0.036	0,05	P-valor < α	Tendencia creciente	3,6 mm/año

Fuente: Elaborado por los autores.

En la tabla 8 se observa que, de acuerdo al test de Mann Kendall, la temperatura máxima no presenta tendencia, dado que el "$P - valor$" de $0{,}521$ es mayor que $0{,}05$; en consecuencia, se acepta la hipótesis nula (Ho: no hay tendencia). Contrariamente la temperatura mínima presenta tendencia creciente, puesto que el estadígrafo "Z" es positivo y el "$p - valor$" es menor que $0{,}05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (Ho: no hay tendencia), por consiguiente, se encontró que la temperatura mínima varía $0{,}012°C/año$. Asimismo, la precipitación anual también

presenta tendencia creciente, debido a que el estadígrafo "Z" es positivo y el "$P - valor$" es menor a $0{,}05$; por lo tanto, se demostró que la precipitación anual acumulada varía $3{,}6mm/año$.

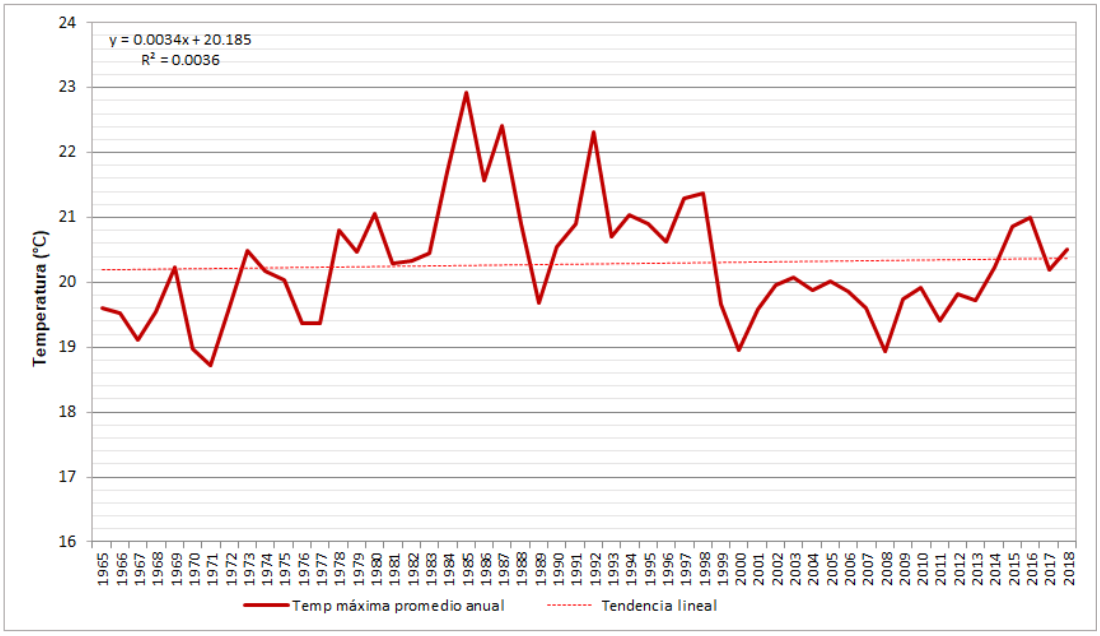


Figura 13. Serie temporal de los promedios anuales de la temperatura máxima correspondientes a la Estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 13 se muestra que los promedios anuales de la temperatura máxima presentan fluctuaciones a través de los años, sin embargo, la línea de tendencia no muestra un cambio significativo tal y como lo define el test de Mann Kendall.

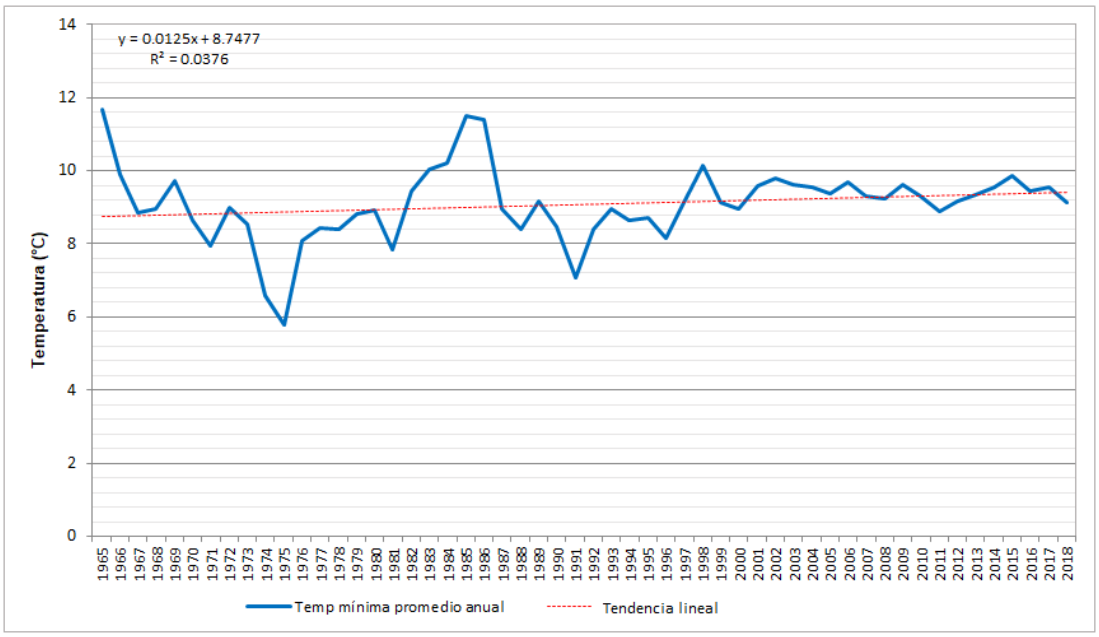


Figura 14. Serie temporal de los promedios anuales de la temperatura mínima correspondientes a la Estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 14 se muestra que los promedios anuales de la temperatura mínima también ostentan fluctuaciones a través de los años, asimismo se observa que la línea de tendencia muestra un cambio significativo ascendente tal y como lo demostró el test de Mann Kendall.

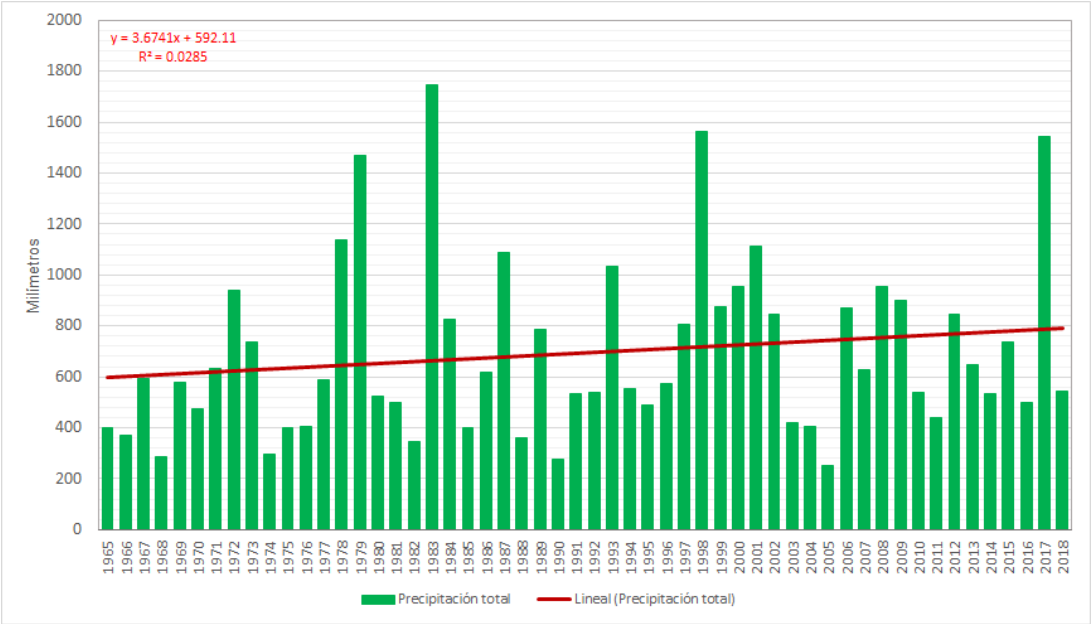


Figura 15. Serie temporal de los acumulados anules de la precipitación correspondiente a la Estación CO-Contumazá.

Fuente: Elaborado por los autores.

En la figura 15 se aprecia que los acumulados anuales de precipitación fluctúa a través de los años, asimismo se observa que la línea de tendencia también muestra un cambio significativo ascendente tal y como lo define el test de Mann Kendall.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los promedios anuales de la temperatura máxima y de la temperatura mínima presentaron una gran variabilidad térmica interanual asociada a la ocurrencia del fenómeno “El Niño Oscilación Sur”, pues las anomalías térmicas extremas en ambas temperaturas se presentaron cuando ocurrió este fenómeno climático.

Los promedios anuales de temperatura máxima presentan fluctuaciones a través de los años, no obstante, la línea de tendencia no muestra un cambio significativo; pues, como se muestra en la tabla 8: “Resultados del análisis de tendencias según el test de Mann Kendall”, el resultado de “p – valor” es mayor a α.

Los acumulados anuales de precipitación presentaron una gran variabilidad climática interanual relacionada con la presencia del fenómeno “El Niño Oscilación Sur”, puesto que las anomalías extremas de precipitación se hallaron cuando se produjo este fenómeno climático.

Se encontró mediante el test de Mann Kendall que la temperatura mínima y la precipitación poseen una tendencia creciente, experimentando una variación de $0{,}012°C/año$ y $3{,}6mm/año$ respectivamente.

Los resultados del análisis de la temperatura mínima y precipitación mediante el test Mann Kendall, muestran evidencia de cambio climático en el distrito de Contumazá.

5.2. Recomendaciones

Recomendamos realizar investigaciones sobre la variabilidad climática y el cambio climático en otras localidades de la región Cajamarca ubicadas en pisos altitudinales diferentes, para comparar resultados y tener una mayor apreciación sobre el fenómeno de cambio climático en nuestra región.

Recomendamos realizar una investigación sobre los impactos de la variabilidad climática y el cambio climático en el sector agrícola del distrito de Contumazá, debido a la especial repercusión que tienen las condiciones climáticas sobre dicho sector.

Recomendamos socializar los resultados de esta investigación con la finalidad que sirva de fundamento para que las autoridades locales definan mecanismos de adaptación al cambio climático en el distrito de Contumazá, principalmente en el sector agropecuario, considerando que este distrito es eminentemente rural y su población mayoritariamente desarrolla actividades ligadas al sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva, E. (2011). *Variaciones térmicas y pluviométricas como indicadoras del cambio climático en el valle de Cajamarca*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Análisis Estadístico de Datos Climáticos (s.f.). *Análisis Estadístico de Datos Climáticos.* Recuperado de http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/Analisis_Estadistico_de_Datos_Climaticos/practico_AEDC/Practico6/Pr6_An%C3%A1lisis%20Estad%C3%ADstico%20de%20Datos%20Clim%C3%A1ticos.pdf

Arroyo, J. (2016). Climatología. Recuperado de https://es.slideshare.ne Fuente: Elaborado por los autores.t/VenArroyo/clase-climatologa-1

Bautista F., A. Pacheco y G. Ayala. (2016a). *Indicadores de cambio climático con datos diarios. Skiu*. México, D.F., México, p. 7. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/ Fuente: Elaborado por los autores.Francisco_Bautista/publication/301221667_Indicadores_de_cambio_climatico_con_datos_diarios_ICC/links/570d3c5008aec783ddce1b39/Indicadores-de-cambio-climatico-con-datos-diarios-ICC.pdf

Bautista F., A. Pacheco y G. Ayala. (2016b). *Indicadores de cambio climático con datos diarios. Skiu*. México, D.F., México, p. 38. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Bautista/publication/301221667_Indicadores_de_cambio_climatico_con_da Fuente: Elaborado por los

autores.tos_diarios_ICC/links/570d3c5008aec783ddce1b39/Indicadores-de-cambio-climatico-con-datos-diarios-ICC.pdf

Benavides, H. y Rocha, C. (2012). *Indicadores que manifiestan cambios en el sistema climático de Colombia (años y décadas más calientes y las más y menos lluviosas). Nota técnica del Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales de Colombia-IDEAM*. METEO 2012. Recuperado de http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Indica.dores+de+cambio+climatico+en+el+.pa%C3%ADs.pdf/5ac540b8-e3f7-4076-91fe-d876f31101f9.

Brenes, A. y Saborío V. (1995). Elementos de climatología y su aplicación en didáctica a Costa Rica. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?i Fuente: Elaborado por los autores.sbn=997764828X

Brown, O., Gallardo, Y., Correa, A. y Barrios, S. (2015). "El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones". Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.p.hp?script=sci_art Fuente: Elaborado por los autores.text&pid=S1680-03382015000100007

Caballero, M., Lozano, S., y Ortega, B. (s. f.). Efecto Invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. Revista Digital Universitaria, *8* (10). Recuperado de http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10 /art78/oct_art78.pdf.

Cantor, D. (2011). *Evaluación y análisis espaciotemporal de tendencias de largo plazo en la hidroclimatología colombiana*. Recuperado de: http://bdigital.unal.edu.co/9375/1/Informe_TDG_DC_v15%5B1%5D.pdf

Casas, M. y Alarcón, M. (1999a). *Meteorología y clima*. Editor Universidad Politécnica de Catalunya, p. 117. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?isbn= 848301355X

Casas, M. y Alarcón, M. (1999b). *Meteorología y clima*. Editor Universidad Politécnica de Catalunya, p. 118. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?isbn= 848301355X

Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño-CIIFEN. (2016). Variabilidad climática y extremos. Recuperado de http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=article&id=573:variabilidad-climatica-y-extremos&catid=98&Itemid=131&lang=es

Chavarri, E. (2004). El ciclo hidrológico y la clasificación climática del Perú. Recuperado de http://tarwi.lamolina.edu.pe/~echavarri/clase_ii_ciclo _hidrologico_ clasif _clima_peru.pdf.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático-CMNUCC. (1992). Texto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de http://unfccc.int/files/essential _background/background_publications _htmlpdf/ application/pdf/convsp.pdf.

Coeficiente de correlación lineal de Pearson (s.f.). *Coeficiente de correlación lineal de Pearson*. Recuperado de https://personal.us.es/vararey/adatos2/correlacion .pdf

Cuadrat, J., y Pita, M. (2004a). *Climatología*, p. 135. Madrid, España: Cátedra.

Cuadrat, J., y Pita, M. (2004b). *Climatología*, p. 155. Madrid, España: Cátedra.

De Felipe, J. (Sin fecha). Capítulo 1. Emisiones de gases de efecto invernadero y cambio climático. Recuperado de http://www.tdx.cat/ bitstream/handle/10803/6734/03Jjfb03 de13.pdf;sequence=4

Del Campo, J., Chagollán, F., Del Campo, I., López, I., Gonzales, F., Romo, L., y Rosalío, A. (2006). Geografía. Ediciones Umbral. Recuperado de https://books.google.com. pe/books?isbn= 9685607389

Del Salto, M., Gálvez, H. & Regalado, J. (2013). "Análisis del comportamiento climático de los últimos 30 años, en las costas de esmeralda, Manta y Puerto Bolívar durante la época húmeda". Recuperado de https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta 18/ OCE1801_1.pdf.

Elías, F., y Castellvi, F. (2001a). *Agrometeorología*. 2da edición, pp. 185-187. Madrid, España: Ediciones Mundi - Prensa.

Elías, F., y Castellvi, F. (2001a). *Agrometeorología*. 2da edición, p. 147. Madrid, España: Ediciones Mundi - Prensa.

Elías, F., y Castellvi, F. (2001a). Agrometeorología. 2da edición, p. 142. Madrid. España: Ediciones Mundi - Prensa.

Ereño, C., y Núñez, S. (2006). Climatología. Recuperado de http://www.filo.uba.ar/contenidos/ carreras/geografia/catedras/climatologia/sitio/Unidad_02_3_2006.pdf

Errázuriz, A., Cereceda, P., Gonzáles, J., Gonzáles, M., Henríquez, M. y Rioseco, R. (1998a). Manual de Geografía de Chile. Ediciones Andrés Bello, p. 45. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?isbn=9561315238

Errázuriz, A., Cereceda, P., Gonzáles, J., Gonzáles, M., Henríquez, M. y Rioseco, R. (1998b). Manual de Geografía de Chile. Ediciones Andrés Bello, p. 45. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?isbn=9561315238

Gonzales, F. (2003). El efecto invernadero, el cambio climático, la crisis medioambiental y el futuro de la Tierra. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=glfC79hD7NoC&dq=efecto+invernadero&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Gonzáles, C. (2007). Calentamiento global. Recuperado de http://agricultura.uprm.edu/calentamiento/pdf/Calentamiento%20global.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio Climático-IPCC. (1995). Segunda evaluación cambio climático 1995. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-sp.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático-IPCC, (2007). Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Ginebra, Suiza: IPCC, p. 30. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático-IPCC (2007b). Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Ginebra, Suiza: IPCC, p. 30. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio Climático-IPCC. (2014a). Anexo II. Glosario [Mach, K.J., S. Planton y C. von Stechow (eds.)]. En: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, pp. 127-141. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático-IPCC. (2014b). Cambio climático 2014 informe de síntesis. p. 3. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010a). Metodología de la investigación científica, p. 6. Recuperado de http://www.esup.edu .pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3 %B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010b). Metodología de la investigación científica, p. 149. Recuperado de http://www.esup.edu.pe /descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3% B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010c). Metodología de la investigación científica, p. 80. Recuperado de http://www.esup.edu.pe /descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3% B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010d). Metodología de la investigación científica, p. 119. Recuperado de http://www.esup.edu.pe/ descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B 3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Huamán, F. (2011). *Efectos de la deforestación sobre el cambio climático en la región de San Martín*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

Hurtado, G. (1996a). Estadísticas de sequías y heladas meteorológicas en Colombia. Bogotá, Colombia: IDEAM. P 4.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. (2001a). Manual del observador meteorológico. Medellín. Colombia, p. 25. Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/013353/ManualOMeteorologico.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. (2001b). Manual del observador meteorológico. Medellín. Colombia, p. 25. Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/013353/ManualOMeteorologico.pdf

Kerlinger, F. (2002). Investigación del comportamiento. Cuarta edición. México: McGraw Hill. Recuperado de http://psicologiauv.com/portal/RMIPE/vol_8_num_2_ may_2017/documentos/investigacion_del_comportamiento.pdf

León, K. (2014a). Análisis espacio-temporal de las precipitaciones y caudales durante los eventos el niño (1982-83 y 1997-98) en la costa norte peruana". Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, p. 21. Lima. Perú. Recuperado de http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/922

León, K. (2014b). Análisis espacio-temporal de las precipitaciones y caudales durante los eventos el niño (1982-83 y 1997-98) en la costa norte peruana". Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, p. 21. Lima. Perú. Recuperado de http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/922

León, K. (2014c). Análisis espacio-temporal de las precipitaciones y caudales durante los eventos el niño (1982-83 y 1997-98) en la costa norte peruana".

Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, p. 21. Lima. Perú. Recuperado de http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/922

Maderey, L. (2005). Principios de hidrogeografía. Estudio del ciclo hidrológico. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?isbn=9703228127

Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM). (2016). El Perú y el Cambio Climático, Tercera Comunicación Nacional del Perú. Ministerio del Ambiente, Lima, Perú.

Montoya, C. (2015). "Análisis de variabilidad climática de precipitación, temperatura, radiación solar y nubosidad y su incidencia en los caudales medios del río Fonse en San Gil (Santander)". Tesis de grado. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Recuperado de: http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6228/1/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf.

Müller, A. (2015). Termómetros meteorológicos. Recuperado de http://www.rfuess-mueller.de/121-0S.pdf

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2011a). *Guía de prácticas Climatológicas (OMM N° 100)*. Tercera edición, p. 1. Ginebra, Suiza: OMM.

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2011b). *Guía de prácticas Climatológicas (OMM N° 100)*. Tercera edición, p. 2. Ginebra, Suiza: OMM.

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2011c). *Guía de prácticas Climatológicas (OMM N° 100)*. Tercera edición, pp. 4-14. Ginebra, Suiza: OMM.

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (1997). Introducción a los modelos climáticos simples utilizados en el segundo informe de evaluación del IPCC. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/paper-II-sp.pdf.

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2007). Función de las normales climatológicas en un clima cambiante. Recuperado de http://www.wmo.int/pages/prog/wcp /wcdmp/documents/TheroleofclimatologicalnormalsinachangingclimateSp.pdf

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2010a). Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológica, pp. 1-2. Recuperado de https://library.wmo. int/pmb_ged/wmo_8-2014_es.pdf

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2010b). Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológica, pp. 2-6. Recuperado de https://library.wmo.int /pmb_ged/wmo_8-2014_es.pdf

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2010c). Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológica, pp. 1-6. Recuperado de https://library.wmo.int /pmb_ged/wmo_8-2014_es.pdf

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2010d). Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológica, pp. 1-2. Recuperado de https://library.wmo.int/ pmb_ged/wmo_8-2014_es.pdf

Organización Meteorológica Mundial. (2011d). Guía de prácticas climatológicas. Ginebra, suiza: OMM. P. 4-17.

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2016). Declaración sobre el estado del clima mundial. Recuperado de https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3516.

Organización de las Naciones Unidas-ONU. (2015). Evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres. Recuperado de https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_SP.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2012. Informe de Perspectiva Ambiental Global 5 (GEO 5). Recuperado de https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/682127/mod_label/intro/GEO-5%20PNUMA%20(1).pdf

Pourrut, P. (1995). El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentías, p. 11. Recuperado de http://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/pleins_textes _7/divers2/010014823.pdf

Ponce. (1977). *Meteorología* General. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Primera edición. Lima, Perú: UNMSM.

Ramírez, C. (2015). Variabilidad climática local y su relación con eventos del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) en la vertiente del Pacifico. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar. Escuintla. Guatemala. Recuperado de http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Ramirez-Carlos.pdf

Rojas, E. (2011). Evaluación del desarrollo del cultivo de papa bajo escenarios de variabilidad climática interanual y cambio climático, en el sur oeste de la sabana de Bogotá. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. Recuperado de http://www.bdigital.unal.edu.co /5242/1/edwinoswaldorojasbarbosa.2011.pdf

Sánchez, F. (2008a). Precipitaciones. Salamanca, España, p. 1. Recuperado de http://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf

Sánchez, F. (2008b). Precipitaciones. Salamanca, España, p. 1. Recuperado de http://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2002). Guía de Prácticas del I Seminario Taller Agrometeorológico.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2004a). *Guía básica de meteorología general*, p. 13. Lima, Perú: SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2004a). *Guía básica de meteorología general*, p. 13-14. Lima, Perú: SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2005a). *Manual de funciones del observador meteorológico*, pp. 207-231. Lima, Perú: SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2005b). *Manual de funciones del observador meteorológico*, pp. 228-234. Lima, Perú: SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2005c). *Manual de funciones del observador meteorológico*, pp. 83-91. Lima. Perú: SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2005d). *Manual de funciones del observador meteorológico*, pp. 86-88. Lima, Perú: SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI y Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI. (2013). *Normales decadales de temperatura y precipitación y calendario de siembras y cosechas*. Lima, Perú: SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2018). Boletín agroclimático mensual, *05*(04), 9. Recuperado de http://www.senamhi.gob .pe/load/file/03708SENA-32.pdf

Serrano Vincenti, S., Zuleta, D., Moscoso, V., Jácome, P., Palacios, E., & Villacís, M. (2012a). Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el

distrito metropolitano de quito. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, *16* (2), 25.

Serrano Vincenti, S., Zuleta, D., Moscoso, V., Jácome, P., Palacios, E., & Villacís, M. (2012b). Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de quito. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, *16* (2), 26.

Silva, Y. (2007a). Temperatura: variación estacional y diurna, p. 4. Recuperado de http://www.met.igp.gob.pe/users/yamina/meteorologia/temperatura %20del%20aire.pdf

Silva, Y. (2007b). Temperatura: variación estacional y diurna, p. 6. Recuperado de http://www.met.igp.gob.pe/users/yamina/meteorologia/temperatura%20del%20 aire.pdf

Vargas, P. (2009). El cambio climático y sus efectos en el Perú. Recuperado de http://sinia.minam.gob.pe/modsinia/public/docs/1745.pdf.

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/ 440/44015082010.pdf

Villón, M. (2002). *Hidrología*. Segunda edición. Cartago. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

LISTA DE ABREVIATURAS

CanESM2: Canadian Earth System Model

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CNRM-CM5: Centre National de Recherches Météorologique CM5

CO: Climatológica Ordinaria

ENSO: El Niños Oscilación Sur.

IDEAM: Instituto Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia

IPCC: The Intergovernmental Panel on Climate Change

INOCAR: Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador

MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego

MINAM: Ministerio del Ambiente

MPI-ESM-MR: Max Plank Institut for Meteorology Earth System Model MR

OMM: Organización Meteorológica Mundial

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente

RCP 45: Representative Concentration Pathways 45

RCP 80: Representative Concentration Pathways 80

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

GLOSARIO

Cambio climático: se define como la variación en el estado del sistema climático, formado por la atmósfera, la hidrosfera, la criósfera, la litosfera y la biosfera, que perdura durante periodos de tiempo suficientemente largos (décadas o más tiempo) hasta alcanzar un nuevo equilibrio. Puede afectar tanto a los valores medios meteorológicos como a su variabilidad y los extremos.

Variabilidad climática: la Variabilidad Climática se refiere a las fluctuaciones observadas en el clima durante períodos de tiempo relativamente cortos.

Variabilidad climática interanual: a esta escala corresponden las variaciones que se presentan en las variables climatológicas de año en año.

Estación Climatológica: Las estaciones climatológicas son aquellas en las cuales se obtienen datos meteorológicos de una calidad y duración tales que permitan describir o explicar el clima de una región. Dependiendo de los propósitos para los cuales se instalan, las estaciones meteorológicas se dividen en dos grandes tipos: Principales y Ordinarias.

Estación Climatológica Ordinaria: es aquella en la cual se hacen observaciones de temperatura del aire y precipitación, primordialmente. Poseen muy poco instrumental registrador. Algunas llevan instrumentos adicionales tales como tanque de evaporación, heliógrafo y anemómetro.

El Niño Oscilación Sur: es un patrón climático que consiste en la oscilación de los parámetros meteorológicos del Pacífico ecuatorial cada cierto número de años.

Presenta dos fases opuestas, una de calentamiento y lluvias en el Pacífico oriental conocido como el fenómeno de El Niño y la otra fase de enfriamiento llamada La Niña. Esta oscilación de la temperatura es oceánica y atmosférica, y está a su vez relacionada con el fenómeno atmosférico denominado Oscilación del Sur, el cual consiste en una oscilación de la presión atmosférica en el Pacífico occidental. La relación o acoplamiento entre estos fenómenos trae grandes consecuencias climáticas en gran parte del mundo.

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 9. Variabilidad climática y cambio climático en el distrito de Contumazá durante el período 1965 – 2018

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES	INDICADORES	ITEM	INSTRUMENTOS
Problema principal: ¿Cuál es la variabilidad climática interanual y la magnitud del cambio climático, en la temperatura y la precipitación, en el distrito de Contumazá, durante el período 1965 - 2018	**Objetivo general:** Determinar la variabilidad climática interanual y el cambio climático en la temperatura y la precipitación en el distrito de Contumazá durante el período 1965 hasta el 2018.	**Hipótesis general:** La temperatura y la precipitación, han experimentado una evidente variabilidad interanual y un cambio climático en el distrito de Contumazá durante el período 1965 – 2018.	**Variable Independiente:** - Temperatura	-Temperatura máxima promedio anual	- Grados Celsius (ºC)	-Registros documentales (Planilla Climatológica).
				-Temperatura mínima promedio anual	- Grados Celsius (ºC)	-Registros documentales (Planilla Climatológica).
			- Precipitación	- Precipitación total anual	- Milímetros (mm)	-Registros documentales (Planilla Climatológica).
			Variable dependiente: -Variabilidad climática	-Anomalía climática	- Porcentaje del valor normal	- Análisis estadístico
			-Cambio climático	-Cambios en la tendencia	- Ascendente - Descendente	- Análisis de Mann-Kendall

Fuente: Elaborado por los autores

ANEXO 2

DOCUMENTOS PRESENTADOS AL SENAMHI PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRESENTE TESIS.

1. Solicitud.

PROCEDIMIENTOS PARA OTORGAR INFORMACIÓN HIDROMETEOROLOGICA EN EL SENAMHI A ESTUDIANTES, TESISTAS, MAESTRISTAS, DOCTORADO E INVESTIGADORES

ANEXO 02: FORMATO DE SOLICITUD ESTUDIANTES /TESISTAS – DIRECCIÓN ZONAL

Señor(a)
DIRECTOR (A) ZONAL DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGIA DEL PERU – SENAMHI
Presente.-

Cristhian Miguel Lozano Hernández
(Nombre y Apellidos)

Pol. Guadalupe Nº 305
(Dirección)

con Nº DNI: 73183146 Telf.: 975416886 E-mail: icristhian.7.cl@gmail.com

Universidad/ Instituto: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo

Carrera/ Profesión: Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

Ante usted me presento y expongo:

Que, (detallar el estudio o proyecto que están realizando y el motivo de solicitud de los datos)

requiriendo datos meteorológicos para la realización de la tesis: "Determinación de la variabilidad climática y cambio climático mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el distrito de Contumazá durante el periodo 1965 – 2018"

Solicito la siguiente información:

ESTACION/ZONA	PARÁMETROS	PERÍODOS
CO. Contumazá	Temperatura máxima promedio mensual	1965 - 2018
CO. Contumazá	Temperatura mínima promedio mensual	1965 - 2018
CO. Contumazá	Precipitación total mensual	1965 - 2018

La información solicitada deberá ser remitida al correo electrónico: icristhian.7.cl@gmail.com

Por lo expuesto, agradeceré a usted atender lo solicitado.

Cajamarca 12 de agosto del 2019

Firma del Usuario

DIRECTIVA Nº 003-2016-SENAMHI-SG-OPP-UM
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

7

2. Carta membretada y firmada por la autoridad pertinente de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

FACULTAD DE INGENIERIA

Cajamarca, 12 de agosto de 2019

CARTA N° 139-2019 – FI - UPAGU

Señor:
Mg. Felipe Humán Solis
Director
SENAMHI Dirección Zonal 3 - Cajamarca
Presente.-

SENAMHI
DIRECCIÓN ZONAL 3
15 AGO. 2019
RECIBIDO

De mi consideración:

Con especial agrado me dirijo a Ustea, para saludarlo cordialmente a nombre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo y el mío propio y, a la vez, presentarle a los ex alumnos **Lozano Hernandez, Cristhian Miguel y Balcazar Ruiz, Fiorella Yóselin**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos, quienes están ejecutando su proyecto de tesis titulado **"Determinación de la variabilidad climática y cambios climáticos mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el distrito de Contumazá durante el periodo 1965 – 2018"** para que, por favor, les brinde las facilidades del caso y la información necesaria referente a su trabajo de investigación, a fin de que puedan llevar a cabo dicha investigación con éxito.

Sin otro particular y agradeciéndole por anticipado la atención que se sirvan brindarle a la presente, hago propia la oportunidad para expresar mi cordial saludo.

Atentamente,

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO
Facultad de Ingeniería
Dr. Perci Vera Zelada
DECANO

3. Resumen y justificación del proyecto de tesis.

DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO DE CONTUMAZÁ DURANTE EL PERÍODO 1965 – 2018.

Este proyecto ha sido realizado para la elaboración de una tesis dentro de la disciplina de las ciencias ambientales. El tema está relacionado con la variabilidad climática y el cambio climático, cuyos efectos se notan a escala global, nacional y local.

El objetivo de la investigación es determinar la variabilidad climática en la temperatura y la precipitación, en forma interanual, en el distrito de Contumazá. Además, definir su tendencia y establecer si se ha producido cambio climático.

Como hipótesis de esta investigación consideramos que, si los valores de temperatura y de precipitación experimentaron cambios entre 1965 – 2018 en relación a la Normal Climatológica, significa entonces que se generó variabilidad climática interanual y cambio climático en el distrito de Contumazá durante este período.

La investigación tendrá un enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizará el método de análisis, porque analizará los elementos del clima (temperatura y precipitación), para determinar variabilidad climática y cambio climático. A este efecto, se recopilará, de los registros del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), los datos de temperatura y precipitación observados y registrados en la estación Climatológica Ordinaria Contumazá, durante el período comprendido entre 1965 y 2018.

La investigación es relevante por ser un tema de actualidad cuyos resultados servirán de fundamento técnico y científico para que los tomadores de decisiones, sustenten la implementación de medidas de adaptación frente al cambio climático.

Justificación de la investigación

En la actualidad, se desconoce cuánto ha crecido o disminuido el valor de las variables meteorológicas de temperatura y precipitación en el distrito de Contumazá, con relación a un valor promedio o normal durante los últimos 53 años. Esto se debe a que las investigaciones que evalúan el comportamiento de estos indicadores meteorológicos, durante un período de tiempo amplio, son escasas en esta zona del país. Con este estudio, se espera aportar información relevante para identificar la variabilidad climática, así como cambios y tendencias en la temperatura y la precipitación en Contumazá.

El estudio se ha propuesto para el distrito de Contumazá, por ser uno de los más afectados durante los eventos ENOS (El Niño Oscilación Sur) de 1982-1983, 1997-1998 y durante el último fenómeno denominado “El Niño Costero 2017”. Con los resultados obtenidos, se espera que instituciones públicas y privadas que llevan a cabo actividades de desarrollo rural, gestión de riesgos y protección ambiental; dispongan de una base técnica y científica para orientar sus acciones y promover procesos que faciliten la adaptación y mitigación al cambio climático, beneficiando a la población del distrito de Contumazá.

4. Declaración jurada de uso exclusivo de la información.

PROCEDIMIENTOS PARA OTORGAR INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA EN EL SENAMHI A ESTUDIANTES, TESISTAS, MAESTRISTAS, DOCTORADO E INVESTIGADORES

ANEXO 03: FORMATO DE DECLARACIÓN JURADA

DECLARACION JURADA

Yo, Cristhian Miguel Lozano Hernández identificado (a) con DNI Nº 7318 3146 con domicilio en Prol Guadalupe 305 en el Distrito de Cajamarca Provincia de Cajamarca Departamento Cajamarca

DECLARO BAJO JURAMENTO, QUE

La información hidrometeorológica proporcionada por SENAMHI, será de uso exclusivo de mi trabajo/proyecto/tesis titulado (a) "Determinación de la variabilidad climática y cambio climático mediante el análisis ..." de la Universidad/Instituto Privado Antonio Guillermo Urrelo

Cajamarca 12 de agosto del 2019

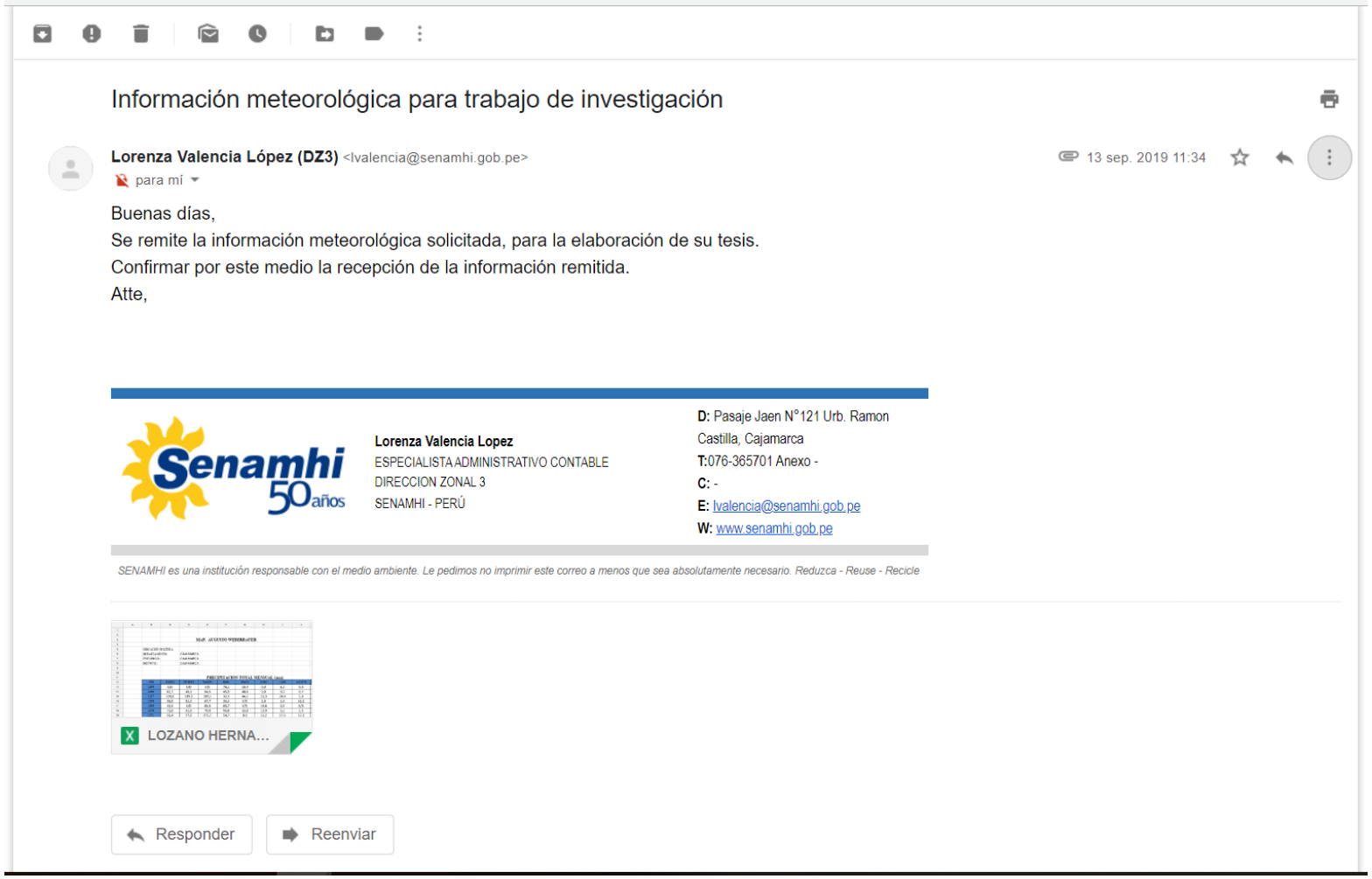
Firma del Usuario

DIRECTIVA N° 003-2015-SENAMHI-SG-OPP-UM
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

8

ANEXO 3

CORREO ELECTRÓNICO REMITIDO POR SENAMHI CON LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA SOLICITADA.



Información meteorológica para trabajo de investigación

Lorenza Valencia López (DZ3) <lvalencia@senamhi.gob.pe>
para mí

13 sep. 2019 11:34

Buenas días,
Se remite la información meteorológica solicitada, para la elaboración de su tesis.
Confirmar por este medio la recepción de la información remitida.
Atte,

Lorenza Valencia Lopez
ESPECIALISTA ADMINISTRATIVO CONTABLE
DIRECCION ZONAL 3
SENAMHI - PERÚ

D: Pasaje Jaen N°121 Urb. Ramon Castilla, Cajamarca
T:076-365701 Anexo -
C: -
E: lvalencia@senamhi.gob.pe
W: www.senamhi.gob.pe

SENAMHI es una institución responsable con el medio ambiente. Le pedimos no imprimir este correo a menos que sea absolutamente necesario. Reduzca - Reuse - Recicle

LOZANO HERNA...

Responder
Reenviar

ANEXO 4

DATOS DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL PROVEÍDOS POR SENAMHI

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1965	S/D	S/D	163.0	38.0	14.5	0.0	2.0	0.0	4.0	25.5	28.5	70.0
1966	134.8	69.5	35.5	25.0	6.5	0.0	0.0	0.0	18.5	60.0	4.0	10.0
1967	171.0	269.2	117.8	3.0	27.4	0.0	0.0	0.0	S/D	S/D	0.0	8.0
1968	11.7	36.4	90.1	9.7	6.0	0.0	1.5	0.0	13.0	63.8	26.0	29.4
1969	25.5	99.9	186.9	72.5	6.0	7.5	0.0	0.0	3.0	28.4	63.9	73.7
1970	60.7	35.8	95.1	89.5	33.6	5.0	0.0	6.5	15.2	68.9	14.9	17.2
1971	22.7	75.1	292.6	61.1	3.9	0.0	0.4	7.7	25.9	63.4	36.8	42.5
1972	101.0	140.4	541.0	62.9	3.2	2.0	3.0	0.0	5.2	11.2	23.0	44.8
1973	251.5	88.9	138.4	147.8	20.4	10.0	10.0	0.0	38.0	14.0	0.0	20.0
1974	38.9	113.4	24.8	47.4	0.0	10.4	0.0	0.0	46.0	0.0	5.2	S/D
1975	S/D	108.0	71.2	5.0	0.0	8.2	0.0	53.4	18.0	104.2	0.0	8.0
1976	129.0	98.1	45.6	69.2	15.9	12.0	0.0	1.0	0.0	6.0	6.0	25.4
1977	110.9	114.0	119.6	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	10.0	69.0	115.7
1978	14.5	51.3	100.9	205.0	161.0	0.0	14.0	0.0	188.4	139.2	128.0	135.0
1979	87.0	S/D	S/D	231.2	42.0	0.0	20.0	93.0	95.0	0.0	22.0	47.0
1980	174.5	111.0	78.6	9.8	36.2	0.0	0.0	0.0	0.0	535.0	S/D	58.8
1981	82.3	182.9	123.5	22.7	0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	39.5	16.1	28.2
1982	46.3	48.9	3.2	66.5	S/D	0.0	0.0	0.0	8.8	17.7	20.6	130.6
1983	383.2	S/D	624.8	448.2	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	55.2	24.0	73.0
1984	52.0	395.5	59.0	96.2	5.0	8.4	18.0	0.0	16.2	90.1	30.9	55.1
1985	43.8	91.4	56.2	31.2	18.6	S/D	20.0	31.8	62.1	S/D	8.6	S/D
1986	93.8	12.6	S/D	191.0	45.0	S/D	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.8
1987	448.0	284.3	S/D	15.6	0.0	0.0	1.0	4.0	7.7	1.6	29.8	7.7
1988	79.6	74.6	S/D	89.0	14.9	0.0	S/D	0.0	1.9	S/D	32.4	9.0
1989	S/D	243.6	175.9	S/D	6.8	7.8	S/D	0.0	14.6	49.1	22.4	0.0
1990	42.9	70.3	100.1	19.2	0.5	14.9	S/D	0.0	0.0	28.4	34.4	7.6
1991	4.6	89.2	173.2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.5	34.8	S/D	S/D
1992	46.7	42.4	189.9	190.7	11.4	S/D	0.0	0.0	21.4	S/D	S/D	0.0
1993	51.6	286.3	342.1	144.7	19.5	0.0	0.0	S/D	33.0	55.5	29.9	50.3
1994	110.2	115.0	188.1	52.6	22.1	0.0	1.0	0.0	5.8	0.0	27.0	29.5
1995	105.8	94.8	S/D	59.8	5.5	2.3	5.0	0.0	0.0	15.7	35.8	58.8
1996	90.2	161.1	209.6	66.3	5.8	8.1	0.0	0.9	5.9	23.1	0.6	2.5
1997	6.6	172.1	64.4	125.3	14.0	7.4	0.0	0.0	28.6	15.7	86.2	284.0
1998	373.1	524.1	438.0	145.9	22.5	10.3	0.0	1.8	5.0	14.6	7.6	17.8
1999	69.9	296.2	175.7	90.8	83.0	24.2	18.5	0.0	41.7	14.1	19.1	41.4
2000	23.8	215.9	378.3	146.2	65.0	7.8	0.3	5.7	23.8	6.7	34.7	78.8
2001	191.8	152.5	457.3	157.5	23.9	8.7	0.0	0.0	18.1	19.7	41.7	43.0
2002	18.0	183.3	192.1	262.8	20.4	9.1	0.7	0.0	4.7	33.4	80.7	42.7
2003	76.8	91.4	80.7	54.5	18.3	6.5	0.0	0.7	1.2	1.9	9.2	79.8
2004	2.7	100.2	116.2	69.1	20.8	0.0	3.1	0.0	10.6	27.7	18.8	36.7
2005	35.9	S/D	104.1	41.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	15.4	11.1	21.1
2006	78.6	190.7	405.9	63.0	3.6	14.6	0.0	0.6	8.6	0.0	30.9	71.5
2007	84.4	37.9	256.5	104.8	S/D	0.0	0.0	4.1	0.0	54.6	29.3	22.3
2008	84.2	343.1	213.0	194.4	2.1	4.9	0.0	9.7	9.1	42.9	48.7	2.6
2009	208.9	178.3	262.4	72.9	30.4	2.9	5.2	0.0	5.6	64.5	47.6	19.2
2010	25.5	169.6	165.7	78.7	25.6	4.8	0.0	0.0	10.1	11.2	16.8	34.0
2011	68.7	25.8	108.4	171.6	4.7	0.6	0.3	0.0	8.3	2.5	9.7	40.3
2012	69.9	183.4	248.9	151.6	36.7	0.0	0.0	0.0	0.5	64.1	36.6	53.3
2013	28.0	151.1	286.4	17.8	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0	57.3	0.0	69.4
2014	47.2	28.3	175.8	62.4	44.6	0.0	0.0	0.0	16.8	41.2	24.7	88.4
2015	91.1	67.7	310.0	72.3	48.8	0.0	2.5	0.0	0.3	9.8	59.4	65.5
2016	69.2	137.4	119.6	137.1	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	9.9	1.6	26.0
2017	136.7	469.8	769.8	58.7	24.8	13.1	0.0	6.8	2.6	28.3	10.1	24.1
2018	92.9	90.0	123.1	79.0	62.5	1.3	0.0	0.0	0.8	12.3	25.3	56.8

ANEXO 5

DATOS DE TEMPERATURA MÁXIMA PROVEÍDOS POR SENAMHI

			TEMPERATURA MAXIMA (°C)									
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1965	18.9	S/D	20.5	19.5	18.9	20.2	20.5	20.1	19.6	19.4	18.7	18.9
1966	18.3	18.2	19.6	18.8	19.4	19.8	20.5	19.7	20.6	19.8	19.9	19.3
1967	18.4	18.7	18.3	18.5	19.2	19.5	19.1	19.5	19.4	S/D	19.4	20.6
1968	19.6	18.6	17.7	19.2	19.8	20.9	19.7	20.2	20.1	19.6	19.5	19.8
1969	19.8	19.8	19.5	19.1	21.6	21.3	22.0	21.4	22.3	20.2	19.8	18.6
1970	18.6	18.8	18.6	19.0	18.3	19.9	20.0	20.4	19.6	18.7	17.9	18.7
1971	17.6	18.0	16.9	17.9	19.1	19.1	20.7	19.7	19.2	19.0	19.3	18.8
1972	17.0	17.5	16.9	18.8	19.7	21.0	22.8	20.7	19.7	20.8	20.8	19.9
1973	19.9	19.1	18.9	18.9	19.6	20.4	22.8	22.5	21.9	21.7	21.1	19.9
1974	18.4	S/D	17.7	19.8	21.4	21.1	21.3	22.4	22.4	20.4	19.8	20.5
1975	19.5	18.9	18.8	20.1	20.0	19.9	21.5	21.0	20.8	20.4	21.0	19.7
1976	17.8	16.8	18.6	19.1	19.9	20.2	21.8	20.1	20.5	20.0	20.2	18.7
1977	17.5	16.5	17.3	19.1	20.0	20.7	21.1	20.9	20.9	20.3	19.7	19.8
1978	19.1	19.9	19.4	19.4	21.3	21.6	S/D	21.7	21.2	20.0	19.9	19.3
1979	18.9	19.2	17.9	19.6	20.0	20.9	21.3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1980	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1981	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1982	S/D	S/D	S/D	S/D	20.1	21.0	20.9	21.7	20.9	20.2	20.3	20.0
1983	19.9	19.9	18.5	19.4	20.4	20.7	23.8	21.5	21.4	20.2	21.1	19.7
1984	S/D	18.3	20.7	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1985	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1986	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1987	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1988	19.6	19.3	20.2	20.4	22.3	23.1	21.6	21.8	21.8	21.0	20.5	19.6
1989	18.7	17.5	17.8	18.8	20.2	20.0	21.0	21.0	20.3	19.7	21.1	20.4
1990	19.7	18.8	19.2	19.9	20.7	21.5	21.7	21.9	21.7	20.4	20.8	20.6
1991	20.5	20.3	19.5	19.5	20.5	21.4	22.6	22.0	21.9	21.2	20.9	20.7
1992	21.5	21.0	20.4	20.7	22.5	22.7	22.2	21.9	21.5	21.8	21.6	22.3
1993	20.2	19.1	19.0	19.9	21.1	22.2	22.2	22.1	20.9	20.9	20.7	20.2
1994	18.9	19.1	18.7	19.7	21.3	22.2	22.4	22.5	22.4	22.0	20.6	20.3
1995	20.3	19.8	19.1	20.7	21.6	22.3	21.4	22.3	22.6	21.2	20.1	19.4
1996	18.8	18.5	18.8	20.0	21.7	22.2	22.1	21.8	21.7	21.0	21.2	20.6
1997	19.4	19.2	20.1	19.9	22.0	22.3	23.6	23.3	21.9	22.2	20.5	20.8
1998	21.4	21.0	21.1	21.6	21.9	21.9	21.6	21.8	21.0	21.7	21.1	20.6
1999	19.0	18.0	19.2	19.8	19.8	20.4	21.5	21.2	20.1	20.2	19.3	17.8
2000	18.1	17.0	17.6	17.5	19.1	19.7	20.2	20.9	19.1	20.0	19.8	18.4
2001	17.3	18.2	18.1	19.3	20.0	20.4	21.0	21.8	19.9	20.3	19.3	19.6
2002	19.4	18.7	19.2	18.8	21.2	21.3	20.7	21.8	20.5	19.5	19.3	19.6
2003	19.5	19.1	18.7	19.7	20.7	20.6	21.2	21.1	21.0	20.4	20.3	19.0
2004	19.0	18.5	19.6	19.3	20.6	22.0	20.1	21.6	20.4	19.4	19.9	18.8
2005	18.6	19.2	18.4	20.0	21.4	21.2	21.8	21.4	21.3	19.8	19.6	19.1
2006	18.7	17.8	18.3	18.7	19.9	20.8	21.4	21.9	21.3	20.6	20.0	19.5
2007	19.6	18.5	18.6	18.9	19.9	20.9	21.3	20.3	21.4	19.3	18.9	18.4
2008	17.6	17.3	17.3	18.2	19.3	20.4	20.3	20.0	20.6	19.3	18.8	18.7
2009	17.7	18.0	18.2	19.1	19.9	21.0	21.3	21.2	21.6	20.0	20.1	19.7
2010	20.7	20.2	19.6	19.8	20.2	20.5	20.4	20.9	20.3	20.1	18.6	18.6
2011	17.7	18.1	18.1	18.3	20.2	20.6	20.6	20.9	20.9	19.7	19.7	18.8
2012	18.0	17.8	19.7	19.0	20.6	21.5	22.3	21.1	21.3	19.0	19.2	18.9
2013	19.5	18.3	19.0	20.0	19.6	21.1	20.9	20.8	20.7	18.9	19.0	18.8
2014	18.6	18.9	18.2	20.4	20.0	21.7	22.8	21.2	21.0	20.3	20.1	20.2
2015	19.1	18.7	18.7	19.9	21.1	22.4	21.9	22.6	22.3	21.2	20.8	22.2
2016	20.9	20.4	20.4	20.9	21.8	21.4	21.3	22.3	21.4	20.9	21.0	19.7
2017	18.2	18.6	18.3	19.7	20.7	21.1	21.5	21.0	21.3	20.8	20.9	20.4
2018	19.1	18.8	19.4	19.4	19.9	21.5	22.0	22.1	22.1	21.0	20.6	20.4

ANEXO 6

DATOS DE TEMPERATURA MÍNIMA PROVEÍDOS POR SENAMHI

	TEMPERATURA MINIMA (°C)											
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1965	10.6	S/D	10.9	11.6	11.4	11.7	12.2	10.3	12.3	12.1	11.1	11.9
1966	11.7	12.1	10.9	11.6	9.8	8.1	8.9	9.2	9.4	9.1	8.9	8.8
1967	9.8	9.3	9.2	9.0	9.1	8.0	8.3	8.5	7.9	S/D	8.2	9.6
1968	9.6	9.6	9.2	8.6	8.5	7.8	8.3	9.4	9.6	9.7	8.1	8.4
1969	9.4	9.7	10.0	10.4	10.3	9.6	9.2	9.2	9.4	9.6	9.9	9.8
1970	9.6	8.4	8.3	9.4	9.5	9.1	8.4	8.0	7.9	8.1	8.0	9.3
1971	7.4	8.1	7.5	8.6	7.8	7.7	8.1	8.2	7.9	8.4	7.7	8.4
1972	7.0	7.3	8.8	9.3	9.8	9.3	8.7	8.7	9.8	9.4	9.9	10.3
1973	11.5	10.9	9.9	9.1	8.3	8.2	7.8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1974	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1975	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1976	S/D	7.4	9.0	8.9	8.0	8.0	7.7	7.9	8.4	8.2	8.3	7.9
1977	9.1	8.1	9.5	8.8	8.0	7.8	8.0	8.1	9.0	8.7	9.0	9.5
1978	9.4	10.4	9.1	10.2	10.2	8.2	6.7	4.3	5.5	8.3	9.6	9.1
1979	8.9	9.9	10.2	9.6	9.2	8.3	8.3	9.2	9.0	8.9	8.7	8.7
1980	9.6	8.6	9.8	9.4	9.2	8.9	8.2	8.3	8.3	9.2	8.9	8.8
1981	8.9	S/D	8.7	8.7	7.3	6.9	6.6	6.5	6.8	7.2	8.1	9.0
1982	S/D	S/D	S/D	S/D	9.6	8.5	9.1	9.7	9.8	10.0	9.7	9.7
1983	9.8	10.2	11.1	11.3	10.5	9.7	9.9	9.2	10.2	9.7	9.5	9.7
1984	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1985	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1986	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1987	11.3	11.2	10.7	10.4	8.7	6.6	7.4	8.0	8.2	8.2	8.7	8.1
1988	8.6	8.7	7.4	7.5	6.9	7.6	7.4	8.4	9.4	9.9	9.8	9.6
1989	10.5	10.4	10.0	10.1	8.0	8.2	6.8	8.5	9.2	9.9	9.1	9.2
1990	9.9	10.6	9.3	9.0	8.2	8.5	7.1	7.2	8.0	8.0	9.1	6.9
1991	7.3	7.6	8.1	7.5	6.5	6.1	5.6	6.3	6.4	8.1	8.6	9.2
1992	9.4	8.7	10.0	9.3	8.1	7.5	7.1	6.7	8.6	8.7	9.1	8.2
1993	8.3	10.0	10.7	10.6	9.5	7.1	6.0	7.6	8.9	9.5	8.9	10.3
1994	10.2	10.0	9.5	9.4	8.7	7.6	6.6	6.7	8.1	8.5	8.7	9.9
1995	9.5	9.3	9.3	9.0	8.4	7.5	7.4	7.6	8.2	9.6	9.7	9.3
1996	8.7	9.1	10.1	8.7	7.9	6.9	6.4	7.3	8.4	9.1	7.2	8.7
1997	7.8	10.2	8.7	8.9	8.1	6.3	7.2	9.2	10.4	11.1	10.9	12.1
1998	12.0	12.2	12.4	12.2	10.0	8.8	8.1	9.0	9.1	10.7	9.0	8.9
1999	9.6	10.8	10.0	10.1	9.0	8.3	6.8	7.6	9.4	9.2	8.8	9.5
2000	8.5	9.5	10.3	9.9	9.3	8.4	7.6	8.3	9.5	9.0	7.3	10.0
2001	10.4	10.6	10.7	9.8	9.2	7.8	8.1	8.3	9.5	10.1	10.3	10.4
2002	9.8	11.1	11.5	10.1	9.1	7.9	8.2	8.3	9.4	10.5	10.7	11.2
2003	10.7	10.7	10.4	10.1	9.5	8.4	7.5	8.5	9.3	9.9	10.0	10.3
2004	8.9	11.0	10.9	9.6	9.3	8.1	8.4	8.4	9.5	9.8	10.3	10.6
2005	9.6	11.1	11.2	10.5	7.9	8.4	7.6	8.6	9.7	10.5	8.2	9.6
2006	10.1	12.0	11.2	9.7	7.8	8.4	7.6	9.0	9.9	9.7	9.8	11.0
2007	11.5	9.4	11.2	10.0	9.4	7.4	7.9	7.7	8.8	9.6	10.1	8.8
2008	10.5	10.3	10.1	9.9	8.6	7.7	7.3	8.5	9.7	10.1	10.0	8.4
2009	10.2	10.6	11.0	10.4	9.0	7.7	8.2	8.7	9.0	10.4	9.7	10.8
2010	10.4	11.5	11.3	10.8	9.5	8.5	7.7	7.7	8.8	8.3	7.9	9.4
2011	9.6	9.5	9.2	10.1	8.2	7.7	7.8	7.5	8.8	8.3	9.8	10.4
2012	10.6	10.1	10.3	9.6	9.0	7.2	7.3	7.7	8.7	10.2	10.4	9.5
2013	10.6	10.2	11.6	10.0	9.5	8.1	7.0	8.2	8.6	10.5	8.1	9.9
2014	10.6	10.2	10.8	9.3	10.6	8.3	8.3	7.8	9.2	9.8	9.4	10.2
2015	10.8	10.5	11.2	10.3	10.3	8.4	8.1	8.3	9.4	10.4	9.9	11.2
2016	10.9	11.9	11.2	10.8	9.2	7.9	7.1	8.4	9.4	9.2	7.8	9.9
2017	10.5	10.3	11.3	10.7	9.6	8.2	7.1	8.3	9.6	9.8	8.7	10.3
2018	10.2	9.5	10.8	9.7	9.5	7.2	7.5	8.0	8.6	9.2	10.1	9.0

ANEXO 7

ANÁLISIS DE VARIABILIDAD INTERANUAL DE PRECIPITACIÓN

ANALISIS DE VARIABILIDAD INTERANUAL DE PRECIPITACION

ESTACION . CONTUMAZA | DPTO. CAJAMARCA | LAT. 7° 21' 55"

CATEGORIA . C O | PROV. CONTUMAZA | LONG. 78° 49' 22"

CUENCA . JEQUETEPEQUE | DIST . CONTUMAZA | ALTI . 2440 m.s.n.m.

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	NORMAL	Anomalía	Condición
1965	8.5	55.5	162.5	39.0	14.5	0.0	2.0	2.5	4.0	25.5	28.5	60.0	402.5	726.5	-44.6	Intensamente seco
1966	148.8	69.5	35.5	25.0	6.5	0.0	0.0	0.0	14.0	59.0	4.0	10.0	372.3	726.5	-48.8	Intensamente seco
1967	171.1	269.2	117.0	3.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	595.3	726.5	-18.1	Normal
1968	11.7	34.4	90.1	9.7	6.0	0.0	1.5	0.0	13.0	63.8	28.0	29.4	287.6	726.5	-60.4	Extremadamente seco
1969	25.5	99.9	186.9	82.5	6.0	7.5	0.0	0.0	3.0	28.4	66.9	73.7	580.3	726.5	-20.1	Moderadamente seco
1970	60.7	35.8	95.1	89.5	33.6	5.0	29.6	6.5	15.2	68.9	14.9	17.2	472.0	726.5	-35.0	Moderadamente seco
1971	22.7	74.1	292.6	61.1	3.9	0.0	0.4	7.7	25.9	63.4	36.8	42.5	631.1	726.5	-13.1	Normal
1972	101.0	140.4	541.0	62.9	3.2	2.0	3.0	0.0	5.2	11.2	23.0	44.8	937.7	726.5	29.1	Moderadamente excesivo
1973	251.5	88.9	138.4	147.8	20.4	10.0	10.0	0.0	38.0	14.0	0.0	20.0	739.0	726.5	1.7	Normal
1974	38.9	113.4	24.8	47.4	0.0	10.4	0.0	0.0	46.0	0.0	5.2	11.0	297.1	726.5	-59.1	Intensamente seco
1975	25.8	108.0	71.2	5.0	0.0	8.2	0.0	53.4	18.0	104.2	0.0	8.0	401.8	726.5	-44.7	Intensamente seco
1976	129.0	94.2	45.6	69.2	15.9	12.0	0.0	1.0	0.0	6.0	6.0	25.4	404.3	726.5	-44.3	Intensamente seco
1977	110.9	111.3	119.6	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	10.0	69.0	115.7	588.9	726.5	-18.9	Normal
1978	14.5	51.3	100.9	205.0	161.0	0.0	14.0	0.0	188.4	139.2	128.0	135.0	1137.3	726.5	56.6	Intensamente excesivo
1979	87.0	603.0	246.8	231.2	42.0	0.0	0.0	93.0	95.0	0.0	22.0	47.0	1467.0	726.5	101.9	Extremadamente excesivo
1980	174.5	111.0	78.6	9.8	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.5	19.9	58.8	526.1	726.5	-27.6	Moderadamente seco
1981	82.3	180.9	123.5	22.7	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	39.5	15.8	28.2	497.0	726.5	-31.6	Moderadamente seco
1982	46.3	48.9	3.2	66.5	5.3	0.0	0.0	0.0	8.8	15.3	20.6	130.6	345.5	726.5	-52.4	Intensamente seco
1983	383.2	140.6	616.8	448.7	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	55.2	24.0	77.0	1748.5	726.5	140.7	Extremadamente excesivo
1984	52.0	395.5	59.0	96.2	5.0	8.4	18.0	0.0	16.2	90.1	30.9	55.1	826.4	726.5	13.8	Normal
1985	43.8	91.4	58.2	31.2	18.6	0.0	20.0	31.8	62.1	16.2	8.8	20.4	402.5	726.5	-44.6	Intensamente seco
1986	93.8	12.6	179.2	191.0	45.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.8	619.4	726.5	-14.7	Normal
1987	448	284.3	270.1	15.6	0.0	0.0	18.0	4.0	7.7	1.6	29.8	7.7	1086.8	726.5	49.6	Intensamente excesivo
1988	79.6	74.6	41.6	89.0	14.9	0.0	0.0	0.0	1.9	18.0	32.4	9.0	361.0	726.5	-50.3	Intensamente seco
1989	105.1	243.6	175.9	163.2	6.8	7.8	0.0	0.0	14.6	49.1	22.4	0.0	788.5	726.5	8.5	Normal
1990	2.9	70.3	100.1	19.2	0.5	14.9	0.0	0.0	0.0	28.4	34.4	7.6	278.3	726.5	-61.7	Extremadamente seco
1991	4.6	89.2	173.2	125.8	26.2	0.0	0.0	0.0	1.5	34.8	48.8	27.8	531.9	726.5	-26.8	Moderadamente seco
1992	46.7	42.4	189.9	190.7	31.4	8.6	0.0	0.0	21.4	3.2	3.6	0.0	537.9	726.5	-26.0	Moderadamente seco
1993	51.6	318.8	347.1	144.7	19.5	0.0	0.0	3.2	33.0	55.5	29.9	30.3	1033.6	726.5	42.3	Intensamente excesivo
1994	110.2	115.0	188.1	52.6	22.1	0.0	1.0	0.0	5.8	0.0	27.0	29.5	551.3	726.5	-24.1	Moderadamente seco
1995	105.8	94.8	107.3	59.8	5.5	2.3	5.0	0.0	0.0	15.7	35.8	58.8	490.8	726.5	-32.4	Moderadamente seco
1996	90.2	161.1	209.6	66.3	5.8	8.1	0.0	0.9	5.9	23.1	0.6	2.5	574.1	726.5	-21.0	Moderadamente seco
1997	6.6	172.1	64.2	125.3	14.0	7.4	0.0	0.0	28.9	15.7	86.2	284.0	804.4	726.5	10.7	Normal
1998	373.1	524.0	438.0	145.9	22.5	10.3	0.0	1.8	5.0	14.6	7.6	17.8	1560.6	726.5	114.8	Extremadamente excesivo
1999	69.9	296.2	175.7	90.8	83.0	24.2	18.5	0.0	41.7	14.1	19.1	41.4	874.6	726.5	20.4	Moderadamente excesivo
2000	23.8	215.9	382.0	109.1	65.0	7.8	0.3	5.7	23.8	6.7	34.7	78.8	953.6	726.5	31.3	Moderadamente excesivo
2001	191.8	152.5	457.3	157.5	23.9	8.7	0.0	0.0	18.1	19.7	41.7	43.0	1114.2	726.5	53.4	Intensamente excesivo
2002	18.0	183.3	192.1	262.8	20.4	9.1	0.7	0.0	4.7	33.4	80.7	42.7	847.9	726.5	16.7	Normal
2003	76.8	91.4	80.7	54.5	18.3	6.5	0.0	0.7	1.2	1.9	9.2	79.8	421.0	726.5	-42.0	Intensamente seco
2004	2.7	100.2	116.2	69.1	20.8	0.0	3.1	0.0	10.6	27.7	18.8	36.7	405.9	726.5	-44.1	Intensamente seco
2005	3.9	41.3	114.1	41.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	15.4	11.1	21.1	250.3	726.5	-65.5	Extremadamente seco
2006	78.6	190.7	405.9	63.0	3.6	14.6	0.0	0.6	8.6	0.0	30.9	71.5	868.0	726.5	19.5	Normal
2007	84.4	37.9	256.5	104.8	33.9	0.0	0.0	4.1	0.0	54.6	29.3	22.3	627.8	726.5	-13.6	Normal
2008	84.2	343.1	213.0	194.4	2.1	4.9	0.0	9.7	9.1	42.9	48.7	2.6	954.7	726.5	31.4	Moderadamente excesivo
2009	208.9	178.3	262.4	72.9	30.3	2.9	5.2	0.0	5.6	64.5	47.6	19.2	897.8	726.5	23.6	Moderadamente excesivo
2010	25.5	169.6	163.7	78.7	25.6	4.8	0.0	0.0	10.1	11.2	16.8	34.0	540.0	726.5	-25.7	Moderadamente seco
2011	68.7	25.8	108.4	171.6	4.7	0.6	0.3	0.0	8.3	2.5	9.7	40.3	440.9	726.5	-39.3	Moderadamente seco
2012	69.9	183.4	248.7	151.6	36.7	0.0	0.0	0.0	0.5	64.1	36.6	53.3	844.8	726.5	16.3	Normal
2013	27.8	151.1	286.4	17.8	35.3	2.5	0.0	0.5	0.0	57.3	0.6	69.4	648.7	726.5	-10.7	Normal
2014	47.2	30.8	175.8	64.9	44.6	0.6	0.0	0.0	16.8	41.2	24.7	88.4	535.0	726.5	-26.4	Moderadamente seco
2015	91.1	67.7	310.0	81.9	48.8	0.0	2.5	0.0	0.3	9.8	59.4	65.5	737.0	726.5	1.4	Normal
2016	69.2	127.4	119.6	137.1	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	9.9	2.2	26.0	500.1	726.5	-31.2	Moderadamente seco
2017	136.7	469.8	769.8	58.7	24.8	13.1	0.0	6.8	2.6	28.3	10.1	24.1	1544.8	726.5	112.6	Extremadamente excesivo
2018	92.9	90.0	123.1	79.0	62.5	1.3	0.0	0.0	0.8	12.3	25.3	56.8	544.0	726.5	-25.1	Moderadamente seco
Prome.	92.2	153.1	197.3	97.3	22.0	4.4	2.9	4.4	15.6	30.4	27.2	46.3	693.1	1748.5	140.7	
Normal	99.8	168.7	205.5	111.8	19.0	5.1	3.2	2.2	11.6	25.6	28.2	45.7	726.5	250.3	-65.5	

ANEXO 8

ANÁLISIS DE VARIABILIDAD INTERANUAL DE TEMPERATURA MÁXIMA

ANALISIS DE VARIABILIDAD INTERANUAL DE TEMPERATURA MAXIMA

PARAMETRO : TEMPERATURA MÁXIMA (°C)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM	NORMAL	Anomalía	Condición
1965	18.9	19.9	20.7	19.5	19.0	20.1	20.5	20.1	19.6	19.4	18.7	18.8	19.6	20.5	-0.90	LIG. FRIO
1966	18.3	18.2	19.6	18.7	19.6	19.8	20.5	20.0	20.6	19.8	19.8	19.3	19.5	20.5	-0.98	LIG. FRIO
1967	18.4	18.5	18.3	18.3	19.2	19.5	19.2	19.5	19.4	19.1	19.4	20.6	19.1	20.5	-1.38	LIG. FRIO
1968	19.6	18.6	17.7	19.2	19.7	20.9	19.7	20.3	20.1	19.6	19.5	19.6	19.5	20.5	-0.96	LIG. FRIO
1969	19.8	19.8	19.2	17.4	21.4	21.2	21.9	21.3	22.3	20.1	19.8	18.6	20.2	20.5	-0.27	NORMAL
1970	18.4	18.8	18.4	18.9	18.3	19.9	20.0	20.3	19.6	18.6	17.9	18.5	19.0	20.5	-1.53	LIG. FRIO
1971	17.6	17.4	16.9	17.8	19.0	19.1	20.7	19.7	19.2	19.0	19.4	18.8	18.7	20.5	-1.78	LIG. FRIO
1972	17.0	17.5	16.8	18.8	19.8	21.0	22.8	20.7	19.7	20.8	20.8	19.9	19.6	20.5	-0.87	LIG. FRIO
1973	19.9	19.0	18.8	19.0	19.5	20.4	22.8	22.5	21.9	21.6	21.0	19.4	20.5	20.5	-0.02	NORMAL
1974	18.3	17.1	17.7	19.8	21.3	21.0	21.4	22.6	22.3	20.3	19.8	20.5	20.2	20.5	-0.32	NORMAL
1975	19.5	18.9	18.7	20.1	20.0	19.2	21.5	20.9	20.9	20.3	20.8	19.7	20.0	20.5	-0.46	NORMAL
1976	17.4	16.2	18.5	19.0	19.9	20.1	21.8	20.1	20.5	20.2	20.2	18.5	19.4	20.5	-1.13	LIG. FRIO
1977	17.4	16.2	17.1	18.9	20.0	20.7	21.0	20.9	20.5	20.3	19.8	19.7	19.4	20.5	-1.13	LIG. FRIO
1978	23.2	19.7	19.4	19.0	21.4	21.8	23.3	21.7	20.9	20.0	19.9	19.3	20.8	20.5	0.30	NORMAL
1979	18.8	19.0	17.8	19.6	20.0	20.9	21.2	21.7	20.9	22.3	21.6	21.8	20.5	20.5	-0.03	NORMAL
1980	21.4	20.5	20.9	20.9	21.2	21.3	22.0	22.4	22.3	19.9	19.9	20.1	21.1	20.5	0.56	LIG. CÁLIDO
1981	18.6	17.8	19.0	19.8	20.6	21.0	21.0	21.9	21.9	21.0	20.6	20.3	20.3	20.5	-0.21	NORMAL
1982	19.2	19.9	19.8	20.0	20.1	21.0	20.9	21.7	20.9	20.2	20.3	20.0	20.3	20.5	-0.17	NORMAL
1983	19.1	19.8	18.4	19.2	20.4	20.6	24.0	21.4	21.4	20.5	21.1	19.5	20.5	20.5	-0.05	NORMAL
1984	18.9	18.3	20.2	19.6	21.6	21.8	22.2	23.7	24.3	23.9	23.8	22.2	21.7	20.5	1.21	LIG. CÁLIDO
1985	22.6	22.8	22.6	23.7	23.8	24.2	23.4	24.3	23.5	21.6	22.1	20.6	22.9	20.5	2.43	CALIDO
1986	18.8	18.8	19.6	18.8	20.2	22.0	22.5	20.8	21.7	26.1	25.2	24.5	21.6	20.5	1.08	LIG. CÁLIDO
1987	23.9	23.2	21.2	21.7	23.1	22.5	23.4	23.5	23.4	21.8	20.4	20.8	22.4	20.5	1.91	LIG. CÁLIDO
1988	20.2	19.3	19.6	20.4	22.3	23.1	21.9	21.8	21.2	21.0	20.5	19.4	20.9	20.5	0.39	NORMAL
1989	18.7	17.4	17.8	18.8	20.2	20.0	21.0	20.9	20.3	19.7	21.1	20.4	19.7	20.5	-0.81	LIG. FRIO
1990	19.7	18.8	19.1	19.9	20.7	21.5	21.7	21.7	21.7	20.4	20.7	20.6	20.5	20.5	0.04	NORMAL
1991	20.5	20.3	19.5	19.5	20.5	21.4	22.5	22.0	21.9	21.2	20.8	20.7	20.9	20.5	0.40	NORMAL
1992	21.6	21.0	20.4	20.7	22.4	22.9	22.2	21.9	25.5	25.5	21.5	22.3	22.3	20.5	1.83	LIG. CÁLIDO
1993	20.2	19.1	19.0	19.8	21.1	22.2	22.2	22.1	20.9	20.9	20.7	20.2	20.7	20.5	0.20	NORMAL
1994	18.8	19.7	18.7	19.7	23.2	22.2	22.4	22.5	22.4	22.0	20.6	20.3	21.0	20.5	0.54	LIG. CÁLIDO
1995	20.2	19.8	19.1	20.7	21.6	22.3	21.4	22.3	22.7	21.2	20.1	19.4	20.9	20.5	0.40	NORMAL
1996	18.8	18.5	18.8	20.0	21.6	22.2	22.0	21.8	21.1	21.0	21.2	20.5	20.6	20.5	0.12	NORMAL
1997	19.3	19.1	20.1	19.9	21.9	22.2	24.0	23.7	21.9	22.1	20.5	20.8	21.3	20.5	0.79	LIG. CÁLIDO
1998	21.4	20.9	21.1	21.5	22.3	21.9	21.5	21.7	20.9	21.7	21.0	20.5	21.4	20.5	0.87	LIG. CÁLIDO
1999	19.0	18.0	19.2	19.7	19.8	20.4	21.5	21.2	20.1	20.2	19.2	17.6	19.7	20.5	-0.84	LIG. FRIO
2000	17.8	17.0	17.6	18.1	19.0	19.7	20.2	20.9	19.1	19.9	19.8	18.3	19.0	20.5	-1.55	LIG. FRIO
2001	17.3	18.2	18.1	19.3	20.0	20.4	21.0	21.7	19.8	20.3	19.3	19.6	19.6	20.5	-0.92	LIG. FRIO
2002	19.4	18.7	19.2	18.8	21.1	21.3	20.6	21.8	20.5	19.4	19.2	19.6	20.0	20.5	-0.53	LIG. FRÍO
2003	19.4	19.1	18.6	19.7	20.7	20.6	21.1	21.1	21.0	20.4	20.3	19.0	20.1	20.5	-0.42	NORMAL
2004	18.9	18.4	19.6	19.3	20.6	22.0	20.0	21.6	20.3	19.3	19.8	18.8	19.9	20.5	-0.62	LIG. FRIO
2005	18.6	18.1	18.3	19.9	21.4	21.2	21.8	21.3	21.3	19.8	19.5	19.0	20.0	20.5	-0.48	NORMAL
2006	18.7	17.8	18.2	18.7	19.9	20.7	21.4	21.9	21.2	20.5	20.0	19.4	19.9	20.5	-0.63	LIG. FRIO
2007	19.6	18.4	18.6	18.9	19.8	20.8	21.2	20.2	21.4	19.2	18.9	18.3	19.6	20.5	-0.89	LIG. FRIO
2008	17.6	17.2	17.3	18.2	19.2	20.3	20.2	20.0	20.6	19.2	18.7	18.7	18.9	20.5	-1.57	LIG. FRIO
2009	17.6	18.0	18.2	19.0	19.8	21.0	21.2	21.1	21.5	19.9	20.0	19.7	19.8	20.5	-0.75	LIG. FRIO
2010	20.7	20.2	19.5	19.7	20.1	20.2	20.4	20.8	20.2	20.0	18.6	18.6	19.9	20.5	-0.58	LIG. FRIO
2011	17.7	18.1	18.0	18.2	20.1	20.6	20.5	20.9	20.8	19.7	19.6	18.7	19.4	20.5	-1.09	LIG. FRIO
2012	17.9	17.8	19.7	18.9	20.6	21.5	22.3	21.0	21.2	19.0	19.1	18.9	19.8	20.5	-0.68	LIG. FRIO
2013	19.4	18.2	18.9	19.9	19.6	21.0	20.9	20.7	20.7	18.9	19.6	18.8	19.7	20.5	-0.78	LIG. FRIO
2014	18.5	18.9	18.2	20.4	19.9	21.7	22.8	21.1	20.9	20.3	20.0	20.1	20.2	20.5	-0.27	NORMAL
2015	19.1	18.7	18.7	19.9	21.1	22.3	21.8	22.5	22.3	21.2	20.7	22.1	20.9	20.5	0.37	NORMAL

ANEXO 9

ANÁLISIS DE VARIAVILIDAD INTERANUAL DE TEMPERATURA MÍNIMA

ANALISIS DE VARIABILIDAD INTERANUAL DE TEMPERATURA MINIMA

PARAMETRO : TEMPERATURA MINIMA (°C)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM	NORMAL	Anomalía	Condición
1965	11.0	11.2	11.7	11.6	11.6	12.5	12.3	10.1	12.8	12.2	10.9	12.2	11.7	9.3	2.38	CALIDO
1966	11.8	12.1	10.9	11.6	9.8	8.1	8.9	9.2	9.3	9.1	9.0	8.9	9.9	9.3	0.59	LIG. CÁLIDO
1967	9.8	9.3	9.3	9.0	9.1	8.2	8.3	8.5	7.9	9.1	8.2	9.5	8.9	9.3	-0.45	NORMAL
1968	9.6	9.6	9.2	8.6	8.4	7.8	8.3	9.5	9.6	9.7	8.7	8.5	9.0	9.3	-0.34	NORMAL
1969	9.3	9.7	10.0	10.4	10.3	9.6	9.2	9.2	9.4	9.7	9.9	9.8	9.7	9.3	0.41	NORMAL
1970	9.6	8.4	8.3	9.4	9.4	9.1	8.4	7.9	7.8	8.2	8.0	9.1	8.6	9.3	-0.67	LIG. FRÍO
1971	7.4	7.8	7.5	8.6	7.8	7.7	8.1	8.2	7.8	8.4	7.7	8.4	8.0	9.3	-1.35	LIG. FRÍO
1972	6.9	7.3	8.8	9.3	9.8	9.2	8.7	8.7	9.8	9.4	9.9	10.3	9.0	9.3	-0.29	NORMAL
1973	11.5	10.9	9.8	9.1	8.3	8.2	7.7	7.6	7.8	7.6	7.2	6.9	8.6	9.3	-0.75	LIG. FRÍO
1974	6.3	5.6	6.4	7.5	7.4	7.5	6.9	7.0	7.1	6.2	5.6	5.6	6.6	9.3	-2.71	FRÍO
1975	5.5	5.6	5.4	5.7	5.4	5.6	6.0	5.8	6.2	5.9	6.4	5.8	5.8	9.3	-3.53	EXTRE. FRÍO
1976	7.4	7.4	8.9	8.9	8.0	8.0	7.7	7.8	8.4	8.2	8.3	7.9	8.1	9.3	-1.23	LIG. FRÍO
1977	9.1	8.1	9.5	8.8	8.0	7.7	8.0	8.1	9.0	6.5	9.0	9.5	8.4	9.3	-0.86	LIG. FRÍO
1978	9.1	10.4	9.2	10.5	10.4	8.2	6.6	4.2	5.4	8.3	9.6	9.0	8.4	9.3	-0.89	LIG. FRÍO
1979	8.9	9.9	10.2	9.7	9.2	8.3	8.3	8.9	9.0	6.2	8.7	8.7	8.8	9.3	-0.47	NORMAL
1980	9.6	8.8	9.8	9.2	9.2	8.9	8.2	8.2	8.3	9.2	8.9	8.8	8.9	9.3	-0.38	NORMAL
1981	8.9	9.7	8.7	8.7	7.3	6.9	6.6	6.5	6.8	7.1	8.1	9.0	7.9	9.3	-1.44	LIG. FRÍO
1982	8.9	9.0	8.9	10.3	9.6	8.5	9.1	9.8	9.8	9.9	9.7	9.8	9.4	9.3	0.14	NORMAL
1983	9.8	10.2	11.0	11.2	10.4	9.7	9.5	9.6	10.2	9.7	9.7	9.6	10.1	9.3	0.75	LIG. CÁLIDO
1984	9.0	10.2	9.8	10.0	11.2	8.8	10.3	10.5	11.4	10.6	11.0	9.8	10.2	9.3	0.92	LIG. CÁLIDO
1985	10.9	11.2	11.2	11.3	11.3	11.5	14.6	11.4	11.5	11.2	11.0	11.1	11.5	9.3	2.22	CALIDO
1986	10.9	11.0	10.2	11.6	11.5	11.8	11.6	11.5	11.6	11.7	11.8	11.4	11.4	9.3	2.08	CALIDO
1987	11.2	11.2	10.7	10.6	8.7	6.6	7.4	7.9	8.2	8.2	8.7	8.1	9.0	9.3	-0.34	NORMAL
1988	8.6	8.6	7.4	7.5	6.6	7.6	7.4	8.4	9.4	9.9	9.9	9.6	8.4	9.3	-0.89	LIG. FRÍO
1989	10.7	10.4	10.0	10.1	8.0	8.2	6.7	8.5	9.2	9.9	9.0	9.2	9.2	9.3	-0.14	NORMAL
1990	9.8	10.6	9.3	9.0	8.2	8.4	7.1	7.2	8.0	8.0	9.1	6.9	8.5	9.3	-0.83	LIG. FRÍO
1991	7.3	7.6	8.1	7.5	6.4	6.1	3.5	6.2	6.3	8.0	8.6	9.2	7.1	9.3	-2.23	FRÍO
1992	9.4	8.7	9.9	9.0	8.1	7.5	7.1	6.7	8.6	8.3	9.1	8.2	8.4	9.3	-0.92	LIG. FRÍO
1993	8.3	10.0	10.7	10.6	9.5	7.1	5.9	7.8	8.9	9.5	8.9	10.3	9.0	9.3	-0.34	NORMAL
1994	10.2	10.0	9.5	9.4	8.7	7.6	6.6	6.6	8.1	8.4	8.7	9.8	8.6	9.3	-0.67	LIG. FRÍO
1995	9.4	9.5	9.3	9.0	8.4	7.5	7.4	7.6	8.2	9.6	9.7	9.1	8.7	9.3	-0.58	LIG. FRÍO
1996	8.6	9.2	10.0	8.7	7.8	6.9	6.4	7.3	8.4	9.0	7.1	8.6	8.2	9.3	-1.13	LIG. FRÍO
1997	7.7	10.2	8.7	8.9	8.0	5.6	6.9	9.2	10.4	11.0	10.9	12.0	9.1	9.3	-0.17	NORMAL
1998	12.0	12.2	12.3	12.2	9.9	8.8	8.1	9.0	9.0	10.7	8.9	8.8	10.2	9.3	0.86	LIG. CÁLIDO
1999	9.5	10.8	10.0	10.2	9.0	8.2	6.8	7.6	9.5	9.2	8.9	9.8	9.1	9.3	-0.18	NORMAL
2000	8.5	9.7	10.3	9.9	9.3	8.3	7.6	8.3	9.5	9.0	7.2	10.0	9.0	9.3	-0.33	NORMAL
2001	10.4	10.6	10.8	9.7	9.2	7.8	8.1	8.2	9.5	10.0	10.3	10.4	9.6	9.3	0.28	NORMAL
2002	9.7	11.2	11.5	10.2	9.0	7.9	8.1	8.2	9.4	10.5	10.7	11.2	9.8	9.3	0.50	NORMAL
2003	10.8	10.8	10.5	10.1	9.5	8.5	7.5	8.5	9.3	9.9	10.0	10.2	9.6	9.3	0.33	NORMAL
2004	8.9	10.9	10.9	9.6	9.2	8.1	8.4	8.4	9.5	9.7	10.2	10.7	9.5	9.3	0.24	NORMAL
2005	9.8	11.1	11.1	10.5	7.9	8.4	7.6	8.5	9.7	10.5	8.1	9.5	9.4	9.3	0.09	NORMAL
2006	10.0	12.1	11.1	9.7	7.8	8.3	7.6	9.0	9.9	9.7	9.8	11.1	9.7	9.3	0.37	NORMAL
2007	11.4	9.3	11.3	10.1	9.3	7.3	7.9	7.7	8.8	9.5	10.1	8.8	9.3	9.3	-0.01	NORMAL
2008	10.5	10.3	10.2	9.9	8.6	7.6	7.3	8.5	9.7	10.0	9.9	8.4	9.2	9.3	-0.06	NORMAL
2009	10.3	10.6	11.0	10.3	8.9	7.7	8.2	8.7	9.0	10.4	9.7	10.7	9.6	9.3	0.33	NORMAL
2010	10.4	11.5	11.5	10.7	9.5	8.5	7.6	7.6	8.8	8.2	7.9	9.5	9.3	9.3	0.01	NORMAL
2011	9.5	9.5	9.2	10.0	8.2	7.6	7.8	7.5	8.8	8.2	9.8	10.4	8.9	9.3	-0.42	NORMAL
2012	10.5	10.0	10.3	9.5	8.9	7.1	7.3	7.7	8.7	10.2	10.3	9.4	9.2	9.3	-0.14	NORMAL
2013	10.6	10.2	11.6	10.0	9.5	8.0	7.0	8.2	8.6	10.4	8.0	9.8	9.3	9.3	0.03	NORMAL
2014	10.5	10.1	10.8	9.8	10.5	8.3	8.3	7.8	9.1	9.7	9.4	10.3	9.6	9.3	0.25	NORMAL
2015	10.7	10.5	11.1	10.2	10.3	8.3	8.1	8.2	9.4	10.4	9.9	11.2	9.9	9.3	0.56	LIG. CÁLIDO
2016	10.8	11.9	11.2	10.7	9.1	7.8	7.1	8.4	9.4	9.2	7.8	10.0	9.5	9.3	0.15	NORMAL
2017	10.5	10.3	11.4	10.6	9.6	8.1	7.1	8.3	9.6	9.9	8.7	10.3	9.5	9.3	0.23	NORMAL
2018	10.2	9.8	10.7	9.7	9.6	7.2	7.5	8.0	8.6	9.1	10.1	9.0	9.1	9.3	-0.18	NORMAL
Prome.	**9.6**	**9.9**	**9.9**	**9.7**	**9.0**	**8.1**	**7.9**	**8.2**	**9.0**	**9.2**	**9.1**	**9.4**	**9.1**	11.7	2.4	
Normal	9.7	10.3	10.2	9.9	8.9	8.1	7.8	8.4	9.2	9.6	9.4	9.7	9.3	5.8	-3.5	

ANEXO 10

PRUEBA DE MANN KENDALL PARA DATOS DE PRECIPITACIÓN

	402.5	372.3	595.3	287.6	580.3	472.0	631.1	937.7	739.0	297.1	401.8	404.3	588.9	1137.3	1467.0	526.1	497.0	345.5	1748.5	826.4	402.5	619.4	1086.8	361.0	788.5	278.3	531.9	537.9	1033.6	551.3	490.8	574.1	804.4	1560.6	874.6	953.6	1114.2	847.9	421.0	405.9	250.3	868.0	627.8	954.7	897.8	540.0	440.9	844.8	648.7	535.0	737.0	500.1	1544.8	544.0	Sum
402.5																																																								0
372.3	-1																																																							-1
595.3	1	1																																																						2
287.6	-1	-1	-1																																																					-3
580.3	1	1	-1	1																																																				2
472	1	1	-1	1	-1																																																			1
631.1	1	1	1	1	1	1																																																		6
937.7	1	1	1	1	1	1	1																																																	7
739	1	1	1	1	1	1	1	-1																																																6
297.1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1																																															-7
401.8	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1																																														-4
404.3	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1																																													-1
588.9	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1																																												4
1137.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																											13
1467	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																										14
526.1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1																																									-1
497	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1																																								-2
345.5	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																																							-13
1748.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																						18
826.4	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1																																					13
402.5	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1																																				-6
619.4	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1																																			9
1086.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1																																		18
361	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1																																-15
788.5	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1																															14
278.3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																														-23
531.9	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1																													2
537.9	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1																												3
1033.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1																											22
551.3	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1																										3
490.8	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1																									-6
574.1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1																							5
804.4	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1																						20
1560.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						33
874.6	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1																				22
953.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1																			25
1114.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1																		30
847.9	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1																	19
421	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																-16
405.9	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1															-17
250.3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1														-38
868	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1													23
627.8	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1												10
954.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1											29
897.8	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1									24
540	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1								-5
440.9	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1							-18
844.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1						19
648.7	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1					10
535	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1					-9
737	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1			12
500.1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1		-15
1544.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	48
544	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-5
																																																							281

n	54		$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & \text{if } S < 0 \end{cases}$				
alpha	0.05						
S	17967						
Z	2.08891						
	2.08891						
p-value	0.03672		Ha:Si p-value < 0.05: si hay tendencia	0.037	<	0.05	
			H0:Si p-value > 0.05: no hay tendencia				

ANEXO 11

PRUEBA DE MANN KENDALL PARA DATOS DE TEMPERATURA MÁXIMA

	19.6	19.5	19.1	19.5	20.2	19.0	18.7	19.6	20.5	20.2	20.0	19.4	19.4	20.8	20.5	21.1	20.3	20.3	20.5	21.7	22.9	21.6	22.4	20.9	19.7	20.5	20.9	22.3	20.7	21.0	20.9	20.6	21.3	21.4	19.7	19.0	19.6	20.0	20.1	19.9	20.0	19.9	19.6	18.9	19.8	19.9	19.4	19.8	19.7	20.2	20.9	21.0	20.2	20.5	Sum
19.6																																																								0
19.5	-1																																																							-1
19.1	-1	-1																																																						-2
19.5	-1	0	1																																																					0
20.2	1	1	1	1																																																				4
19.0	-1	-1	-1	-1	-1																																																			-5
18.7	-1	-1	-1	-1	-1	-1																																																		-6
19.6	0	1	1	1	-1	1	1																																																	4
20.5	1	1	1	1	1	1	1	1																																																8
20.2	1	1	1	1	0	1	1	1	-1																																															6
20.0	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1																																														4
19.4	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1																																													-5
19.4	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1																																												-4
20.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																											13
20.5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-1																																										11
21.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																									15
20.3	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1																																								8
20.3	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0																																							8
20.5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-1	0	-1	1	1																																						12
21.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																					19
22.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																				20
21.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1																																		17
22.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1																																	20
20.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1																																	13
19.7	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																																-6
20.5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-1	0	-1	1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1																														8
20.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1																													16
22.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1																												23
20.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1																												10
21.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1																											17
20.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	0	-1	1	-1																										14
20.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1																									7
21.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1																								22
21.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1																							23
19.7	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																						-15
19.0	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																					-32
19.6	0	1	1	1	-1	1	1	0	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1																				-18
20.0	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	0	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1																			-10
20.1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1																		-8
19.9	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1																	-13
20.0	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	0	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	0	-1	1																-10
19.9	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	0	-1															-14
19.6	0	1	1	1	-1	1	1	0	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1													-23
18.9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1												-41
19.8	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1										-16
19.9	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	0	-1	0	-1	1	1									-13
19.4	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1								-34
19.8	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	1							-16
19.7	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1						-20
20.2	1	1	1	1	0	1	1	1	-1	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1						3
20.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	0	-1	1	-1	0	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1				27
21.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1			32
20.2	1	1	1	1	0	1	1	1	-1	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	0	-1	-1		1
20.5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-1	0	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	14
																																																							87

n	54									
alpha	0.05									
S	17967									
Z	0.64159									
	0.64159									
p-value	0.52114		Ha:Si p-value < 0.05: si hay tendencia							
			H0:Si p-value > 0.05: no hay tendencia					0.521	>	0.05

ANEXO 12

PRUEBA DE MANN KENDALL PARA DATOS DE TEMPERATURA MÍNIMA.

	11.7	9.9	8.9	9.0	9.7	8.6	8.0	9.0	8.6	6.6	5.8	8.1	8.4	8.4	8.8	8.9	7.9	9.4	10.1	10.2	11.5	11.4	9.0	8.4	9.2	8.5	7.1	8.4	9.0	8.6	8.7	8.2	9.1	10.2	9.1	9.0	9.6	9.8	9.6	9.5	9.4	9.7	9.3	9.2	9.6	9.3	8.9	9.2	9.3	9.6	9.9	9.5	9.5	9.1	Sum
11.7																																																								0
9.9	-1																																																							-1
8.9	-1	-1																																																						-2
9.0	-1	-1	1																																																					-1
9.7	-1	-1	1	1																																																				0
8.6	-1	-1	-1	-1	-1																																																			-5
8.0	-1	-1	-1	-1	-1	-1																																																		-6
9.0	-1	-1	1	1	-1	1	1																																																	1
8.6	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1																																																-4
6.6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																																															-9
5.8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																																														-10
8.1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1																																													-5
8.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1																																												-4
8.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1																																											-3
8.8	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1																																										2
8.9	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1																																									5
7.9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1																																								-12
9.4	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																							11
10.1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																						16
10.2	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																					17
11.5	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																				18
11.4	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1																																			17
9.0	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1																																		6
8.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																																	-9
9.2	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1																																8
8.5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1																																-9
7.1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																															-22
8.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1																													-9
9.0	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1																												10
8.6	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1																											-3
8.7	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1																										-2
8.2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1																									-19
9.1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1																								14
10.2	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																							27
9.1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1																						14
9.0	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1																					11
9.6	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1																				20
9.8	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1																			23
9.6	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1																		20
9.5	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1																	17
9.4	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1																16
9.7	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1														25
9.3	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1													12
9.2	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1												11
9.6	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1											24
9.3	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1									13
8.9	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1								-8
9.2	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1								11
9.3	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1						16
9.6	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					29
9.9	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				38
9.5	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1			21
9.5	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1		22
9.1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1
																																																							353

n	54									
alpha	0.05									
S	17967									
Z	2.62606									
	2.62606									
p-value	0.00864		Ha:Si p-value < 0.05: si hay tendencia					0.009	<	0.05
			H0:Si p-value > 0.05: no hay tendencia							

Dr. Vera Zelada Persi
Asesor

Br. Balcázar Ruiz Fiorella Yóselin
Tesista

Br. Lozano Hernández Cristhian Miguel
Tesista