



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Determinación de la variabilidad climática mediante el análisis de
temperatura y precipitación en el distrito de Cajabamba, periodo
1965-2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Mostacero Vargas, Henry Omar (orcid.org/0009-0003-1022-8607)

ASESOR:

Mg. Montalvo Morales, Kenny Ruben (orcid.org/0000-0003-4403-4360)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

Dedicatoria

Al creador de todas las cosas quien ha permitido que llegue a esta etapa tan anhelada. A mis padres quienes con su amor, paciencia y dedicación me han demostrado su apoyo incondicional y sus sabios consejos. A mis tíos, por haber fomentado en mí el deseo de superación, a mis docentes por estar conmigo en todo momento.

Henry Mostacero

Agradecimiento

A mis padres y tíos. A la universidad Cesar Vallejo, y a todos nuestros profesores y compañeros por el apoyo, moral y conocimientos que nos facilitaron durante el desarrollo de este proyecto.

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MONTALVO MORALES KENNY RUBEN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA MEDIANTE EL ANÁLISIS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO DE CAJABAMBA, PERIODO 1965-2019", cuyo autor es MOSTACERO VARGAS HENRY OMAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 20 de Mayo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
KENNY RUBEN MONTALVO MORALES DNI: 43713929 ORCID: 0000-0003-4403-4360	Firmado electrónicamente por: KRMONTALVO el 24-07-2024 09:16:29

Código documento Trilce: TRI - 0751868





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MOSTACERO VARGAS HENRY OMAR estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA MEDIANTE EL ANÁLISIS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO DE CAJABAMBA, PERIODO 1965-2019", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MOSTACERO VARGAS HENRY OMAR DNI: 70773710 ORCID: 0009-0003-1022-8607	Firmado electrónicamente por: HOMOSTACERO el 05-07-2024 16:30:45

Código documento Trilce: INV - 1649707



Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimiento de recolección de datos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Rango de intensidad de las anomalías de precipitación</i>	18
Tabla 2	<i>Rango de intensidad de las anomalías de temperatura</i>	18
Tabla 3	<i>Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima con respecto a la temperatura máxima normal en la estación CO-Cajabamba.....</i>	20
Tabla 4	<i>Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura mínima con respecto a la temperatura mínima normal en la estación CO-Cajabamba</i>	23
Tabla 5	<i>Variabilidad interanual de los acumulados de precipitación anual con respecto a la precipitación normal en la estación CO-Cajabamba</i>	25
Tabla 6	<i>Resultados del análisis de tendencias según el test de Mann Kendall</i>	28

Índice de figuras

Figura 1 <i>Serie temporal de los promedios anuales de temperatura máxima y temperatura máxima normal en la estación CO-Cajabamba.....</i>	21
Figura 2 <i>Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima expresada por sus anomalías en la estación CO-Cajabamba.....</i>	22
Figura 3 <i>Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura mínima expresada por sus anomalías en la estación CO-Cajabamba.....</i>	24
Figura 4 <i>Serie temporal de los acumulados anuales de precipitación y precipitación anual normal en la estación CO-Cajabamba.....</i>	26
Figura 5 <i>Variabilidad interanual de los acumulados anuales de precipitación expresada por sus anomalías en la estación CO-Cajabamba.....</i>	27
Figura 6 <i>Serie temporal de los promedios anuales de la temperatura máxima correspondientes a la Estación CO-Cajabamba.....</i>	29
Figura 7 <i>Serie temporal de los promedios anuales de la temperatura mínima correspondientes a la Estación CO-Cajabamba.....</i>	29
Figura 8 <i>Serie temporal de los acumulados anuales de la precipitación correspondiente a la Estación CO-Cajabamba</i>	30

Resumen

La investigación se ha centrado en determinar la variabilidad climática mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el Distrito de Cajabamba, periodo 1965 – 2019. La metodología se ha basado en un estudio descriptivo, que ha recolectado datos por medio de la guía de análisis documental, en referencia con la variabilidad climática en el distrito de evaluación. Los resultados indicaron que tanto la temperatura mínima como la temperatura máxima en la región mostraron una tendencia ascendente, con aumentos promedio de 0,085 °C por año y 0,035 °C por año, respectivamente. Respecto al objetivo específico 1, se determinó que la variabilidad térmica interanual fue significativa, con fluctuaciones marcadas y anomalías térmicas relacionadas con el fenómeno ENSO. En cuanto al objetivo específico 2, se encontró una variabilidad notable en la precipitación, con episodios de sequía y precipitaciones extremas influenciadas por el fenómeno ENSO. Para el objetivo específico 3, se constató una variabilidad climática considerable asociada estrechamente con el fenómeno "El Niño Oscilación Sur", evidenciando su impacto en las precipitaciones anuales. Se ha concluido que estos hallazgos revelan la estrecha relación entre la variabilidad y los fenómenos climáticos como el ENSO, proporcionando información crucial para la comprensión y gestión de los cambios climáticos regionales.

Palabras clave: variabilidad climática, comportamiento climático, periodos extremos, temperatura, precipitación.

Abstract

The research has focused on determining climate variability through the analysis of temperature and precipitation in the Cajabamba District, period 1965 - 2019. The methodology has been based on a descriptive study, which has collected data through the documentary analysis, in reference to climate variability in the evaluation district. The results indicated that both the minimum temperature and the maximum temperature in the region showed an increasing trend, with average increases of 0.085 °C per year and 0.035 °C per year, respectively. Regarding specific objective 1, it was determined that the interannual thermal variability was significant, with marked fluctuations and thermal anomalies related to the ENSO phenomenon. Regarding specific objective 2, a notable variability in precipitation was found, with drought episodes and extreme precipitation influenced by the ENSO phenomenon. For specific objective 3, considerable climate variability was found closely associated with the "El Niño Southern Oscillation" phenomenon, evidencing its impact on annual precipitation. It has been concluded that these findings reveal the close relationship between variability and climate phenomena such as ENSO, providing crucial information for the understanding and management of regional climate changes.

Keywords: climate variability, climate behavior, extreme periods, temperature, precipitation.

I. INTRODUCCIÓN

En Actualmente, el cambio climático es el principal problema ambiental a nivel internacional (Verdozo et al., 2021). La temperatura media mundial ha aumentado 1 °C y continúa incrementándose a una tasa de 0,2 °C por década (Quispe y Huanca, 2020). El nivel del mar ha subido 19 cm debido al calentamiento global, lo que provoca eventos climáticos extremos y afectaciones en el ecosistema, la salud y la economía humanas (Jaramillo, 2020).

Asimismo, los cambios de los actuales patrones en lo que respecta a la temperatura vienen generando notables efectos en cuanto al aumento de la temperatura ambiental, producto del cambio climático, igualmente en latitudes subtropicales se pronostica una reducción respecto a las precipitaciones pluviales (Ogden et al., 2021). A través de los años, la actividad humana ha sido quien directamente ha contribuido con los cambios del clima, haciendo que la variabilidad climática representa uno de los desafíos ambientales que en la actualidad se viene enfrentando, además, la actividad humana también es quién aligerado este fenómeno mediante la emisión de gases de efecto invernadero y la deforestación y demás factores que han provocado también fuertes precipitaciones, sequías, heladas, cambios de temperatura y otras secuelas (Gaibor et al., 2023).

En el entorno nacional, una investigación reveló que el país no es ajeno a los cambios antes mencionados, manifestando que el Perú posee una gran cantidad de glaciares, nevados y montañas, las cuales vienen siendo dañadas por el aumento de la temperatura y por las variaciones de precipitación, además debido a los cambios climáticos muchas comunidades se han visto afectadas, dado que estas variaciones han impactado negativamente sobre su productividad agrícola (Flores y Torres, 2022).

Del mismo modo, un estudio señaló que debido a las anomalías de la temperatura sobre la superficie del mar viene generando anomalías en lo que refiere en la circulación atmosférica, donde esta viene causando cambios climáticos anormales, generando variaciones en las precipitaciones y temperaturas (Rojas, 2022). Asimismo, una investigación reveló que, en la zona de Tupicocha se produce una gran cantidad de alimentos, los cuales ayudan a crecimiento económico de la

zona; sin embargo, debido a que las precipitaciones se adelantan o retrasan, vienen generando cambios tanto en el ecosistema como en las diferentes actividades antrópicas, dado que se vienen presentando periodos secos y húmedos que alteran dichas actividades de la zona (Yupanqui, 2022).

En el país más de 1,4 millones de peruanos viven en los andes, los mismos que vienen siendo sumamente afectados por las variaciones y/o cambios climáticos, dado que su subsistencia resulta de sus actividades productivas, las cuales se han visto afectadas por cambios de temperatura y las constantes precipitaciones. Además, el 46 % de la población se halla en escenarios de alta vulnerabilidad dado a los extremos del cambio climático, como la presencia de sequías, heladas, inundaciones y otros efectos (Villar, 2019).

En el entorno regional, un estudio señaló que, en Cajamarca más del 42.3% de la población se dedica a actividades agropecuarias, donde la mayoría de estas dependen de las lluvias estacionales; sin embargo, estas actividades al ser vulnerables ante los cambios climáticos, en los últimos años se han visto afectadas debido a la ausencia de lluvias, así como por los bajos niveles de temperatura mínima como las heladas (Veneros, 2021).

En cuanto al ambiente local, en el distrito de Cajabamba se observó que, la comunidad viene siendo afectada por los efectos climáticos debido a la variabilidad que en los últimos años el clima ha venido presentado, generando afectaciones directamente sobre sus actividades agropecuarias y agrícolas, además estos cambios se han evidenciado notablemente a través los cambios de temperatura y de precipitación en la zona. De acuerdo con ello, se consideró el siguiente **problema general** ¿Cuál es la variabilidad climática mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el Distrito de Cajabamba, periodo 1965 – 2019? Así mismo, las **preguntas específicas** fueron las siguientes: ¿Cuál es la variabilidad térmica interanual durante el período 1965 hasta el 2019 en el distrito Cajabamba? ¿Cuál es la variabilidad interanual de la precipitación durante el periodo 1965 hasta el 2019 en el distrito de Cajabamba? ¿Cuál es la magnitud del cambio climático, expresados en los valores de temperatura y precipitación, en el distrito de Cajabamba durante el período 1965 - 2019?

En cuanto a la **justificación** social, se debió de comprender que el clima juega un papel fundamental en la vida de las personas y las comunidades, debido a que esta afecta de manera directa la disponibilidad de los recursos naturales, no dejando de lado a la agricultura, la prevalencia de la salud y el bienestar en general, en donde la necesidad de la comprensión de la variabilidad climática en una localidad como Cajabamba, permitió que se pueda evaluar los posibles impactos que se llegan a generar en la población local, con la finalidad de establecer medidas que puedan servir para limitar los cambios climáticos.

Así mismo, en cuanto a la justificación técnica, el análisis de datos climáticos a largo plazo, llegó a ser fundamental para la comprensión de patrones de tendencia del clima dentro de una localidad determinada, siendo importante el empleo de técnicas estadísticas y herramientas de análisis de datos, sobre los cuales se pueda identificar cambios significativos como la temperatura o la precipitación a lo largo del tiempo, sirviendo los hallazgos encontrados para poder revelar patrones de variabilidad climática, como periodos de sequía, cambios estacionales o tendencias a largo plazo que permitan a los científicos o interesados en la temática planteada, la conformación de modelos estadísticos que sirvan para predecir el clima de una localidad con el paso del tiempo.

De acuerdo con la justificación metodológica, se contó con el recojo de información documental, con la finalidad de poder caracterizar la temperatura y las precipitaciones en la localidad de estudio, tomando como referencia a investigadores que sustentan las dimensiones establecidas dentro de la investigación, con la intención de mantener un sustento teórico de alto valor que delimite los planteamientos realizados.

En base a lo expresado, se consideró el siguiente **objetivo general**: Determinar la variabilidad climática mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el Distrito de Cajabamba, periodo 1965 – 2019. Mientras que, los **objetivos específicos** fueron los siguientes: 1) Definir la variabilidad térmica interanual durante el período 1965 hasta el 2019 en el distrito Cajabamba; 2) Definir la variabilidad interanual de la precipitación durante el periodo 1965 hasta el 2019 en el distrito de Cajabamba; 3) Determinar la magnitud del fenómeno de cambio climático durante el periodo 1965 hasta el 2019 en el distrito de Cajabamba.

Mientras que, la **hipótesis general** fue la siguiente: Existe variabilidad climática significativa respecto al análisis de la temperatura y la precipitación en el Distrito de Cajabamba, periodo 1965 – 2019. De igual modo, las **hipótesis específicas** fueron las siguientes: 1) Existe una evidente variabilidad térmica interanual durante el período 1965-2019 en el distrito de Cajabamba; 2) Existe una notoria variabilidad interanual de las precipitaciones durante el período 1965-2019 en el distrito de Cajabamba; 3) Se ha producido cambio climático en los valores de temperatura y precipitación en el distrito de Cajabamba durante el período 1965-2019.

II. MARCO TEÓRICO

Tomando como referencia a los **antecedentes**, se ha mantenido la necesidad de poder exponer información relacionada con cada una de las variables de estudio, de acuerdo con investigaciones publicadas y aceptadas:

Jaramillo (2020), Guayaquil, en su estudio consignó como objetivo analizar la variabilidad climática en la provincia de Manabí. Para ello, se efectuó una investigación descriptiva, cualitativa, analítica, documental, se desarrolló el análisis bibliográfico a través de información proporcionada por el INAMHI. Los resultados reflejaron que, referente a la precipitación mensual en el 2018 su rango mayor fue de 0.01 mm y máximo de 59.7 mm; mientras que, en lo que refiere a la temperatura máxima en el 2018 fue de 26.4°C y la temperatura mínima fue de 24.9°C. Por ello, la indagación concluyó que Manabí presentó constantes cambios ambientales generando una alta variabilidad climática en dicha provincia.

Verdezoto et al. (2021), Ecuador, en su investigación fijó como objetivo examinar la variabilidad climática en Chillanes en Bolívar, a través de parámetros de precipitación y temperatura. Se desarrolló una investigación mixta, analítica, descriptiva, la muestra formada por datos proporcionados por el INAMHI y se desarrolló en análisis documental. Los resultados mostraron que, en los últimos 27 años no se manifestó anomalías respecto a la precipitación, con una confianza de 95% referente a la media, evidenciándose un comportamiento estable pese a los fenómenos naturales con el del El Niño. Por ello, la investigación concluyó que, la temperatura sí presentó una positiva anomalía, mostrando un aumento de la temperatura equivalente a 0.8°C, evidenciando que la temperatura mostró variabilidad climática.

Gil y Pérez (2019), España, consideraron el análisis de la variabilidad climática y los patrones de lluvia en la localidad de Murcia. La metodología fue no experimental, en donde el proceso de recupero de datos fue realizado por medio de la guía de análisis documental, considerando los periodos de análisis de 1863 – 2017. Los resultados han expresado que las precipitaciones registradas han presentado un comportamiento altamente variable, lo cual ha evidenciado características muy similares en los últimos 30 años, con lo cual no se debe de

descartar los últimos registros de calor valorados. Se ha llegado a la conclusión que, el análisis de las características climáticas ha informado de un rápido proceso de alteración en el medio ambiente, en donde se requiere de un análisis robusto acerca de la variabilidad, con la finalidad de poder alertar a la población acerca de medidas de contingencia.

Caira et al. (2021), Puno, en su investigación consignó como objetivo examinar los efectos de la temperatura y de la precipitación sobre la agricultura en Coata. Se desarrolló una indagación analítica, descriptiva, cualitativa, a través del análisis bibliográfico a series históricas de temperaturas extremas, así como de precipitaciones pluviales de estaciones meteorológicas. Los resultados mostraron que, en lo que refiere a las temperaturas máximas, estas aumentaron anualmente en 0.05°C , lo referente a las temperaturas medias, su aumento anual fue de 0.028°C , cuyos cambios no fueron significativos; mientras que, lo referente a las precipitaciones pluviales redujeron y generaron significativos impactos sobre la agricultura. Por ello, la indagación concluyó que, los cambios climáticos vienen afectando lo referente a los parámetros de precipitaciones y temperatura, afectando al rendimiento de la agricultura.

Villar (2019), Cusco, en su estudio fijó como objetivo examinar los efectos de la variabilidad climática en cuanto a temperatura y precipitación sobre la seguridad alimentaria. La metodología desarrolló una indagación cualitativa, no experimental, analítica, descriptiva, la muestra formada por 33 agricultores y mediante una guía de entrevista se recabó datos. Los resultados reflejaron que, las variaciones respecto a la temperatura presentaron valores máximos de 30°C y más en los meses de noviembre a diciembre, mientras que, de abril a junio, se producen temperaturas mínimas equivalente a -5.4°C , además, también se presentaron variaciones climáticas en lo referente a las precipitaciones mensuales, las cuales fueron escasas en octubre y noviembre, pero de abril a junio sí hay presencia de precipitaciones. Frente a ello, se concluyó que, la variabilidad climática en Acomayo sí presentó positivos efectos sobre la producción de alimentos.

Luna y Naquiche (2020), Lima, en su investigación consignó como objetivo examinar el impacto de la variabilidad climática sobre los componentes ecológicos en los Pantanos de Villa. Para ello, se efectuó una investigación descriptiva,

analítica, mixta, correlacional, para conseguir datos se trabajó con la guía de observación hacia estudios proporcionados por el SENAMHI. Los resultados revelaron que, los valores mayores de humedad en el 2015 fueron de 80.79% y en el 2020 de 80.11%, y los mejores grados de temperatura fueron de 71.00% en el 2015 y 67.38% en el 2020; referente a la precipitación (mm), en el 2020 el valor mínimo fue de 0.52 y máximo de 1.02. Por ello, la indagación concluyó que, la variabilidad climática sí generó impactos sobre los componentes ecológicos.

Carrillo (2022), Cajamarca, en su investigación fijó como objetivo examinar la variabilidad climática mediante datos meteorológicos en Cajamarca. Para ello, se efectuó una indagación descriptiva, cualitativa, observacional, bibliográfica, se recabaron datos a través de un análisis bibliográfico de la página del SENAMHI. Los resultados revelaron que hubo aumentos máximos de temperatura equivalente a 1.53, 0.72 y 0.81°C, mientras que, los valores mínimos de temperatura fueron de 0.75, 0.46 y 0.48°C, principalmente en las zonas de El Limón, Cajabamba y Shugar; además, respecto a la precipitación este redujo un 2.29 mm en Cajabamba y en Limón disminuyó a 0.18 mm, también hubo asociación alta entre la humedad relativa con la precipitación en un 51.87%. Por ello, se concluyó que, en la región de Cajamarca la variabilidad climática ha presentado altas variaciones.

Jaramillo (2020), Jaén, en su estudio consignó como objetivo examinar los efectos del cambio climático sobre la variabilidad climática en tres localidades de Cajamarca. Para ello, se trabajó con una indagación deductiva, analítica, transversal, a través del análisis documental sobre los datos del SENAMHI fue que se adquirió información. Los resultados revelaron que, se halló que hay una variabilidad climática semejante a 5.36%, respecto a las temperaturas mínimas, está fue de 9.2%, mientras que, para la precipitación su variación fue de 61.5%, donde dichos datos derivaron de los últimos 30 años. Por ello, es que la investigación concluyó que, hay coincidencia de los datos recabados respecto a las temperaturas mínimas y máximas, pero no así para las precipitaciones, por ello se requiere el desarrollo de estrategias que ayuden a la adaptación respecto a los efectos del cambio climático.

En base a lo manifestado, se ha contado con la exposición de la siguiente **base teórica**, de acuerdo con las dimensiones y variables de estudio:

La **variabilidad climática** abarca las fluctuaciones en variables ambientales como temperatura, presión y humedad, cruciales en los estudios medioambientales. Estas fluctuaciones, que ocurren en distintas escalas temporales, son fundamentales para comprender los cambios en el entorno, manifestándose en variaciones diarias, estacionales, anuales y geológicas (Casaverde, 2021; Abas et al., 2020).

El cambio climático puede ser causado por procesos internos del sistema climático o factores externos como variaciones solares y actividades humanas. Los mecanismos internos incluyen la interacción atmósfera-océano y cambios en la cobertura de nieve y hielo. Los factores externos abarcan cambios en gases de efecto invernadero, aerosoles, radiación solar y actividades humanas como urbanización y cambio de uso del suelo (Ahmad et al., 2021).

El estudio de las oscilaciones climáticas es fundamental para comprender y predecir el clima, especialmente frente al cambio climático. Esta comprensión es crucial para tomar decisiones que reduzcan los riesgos de desastres naturales, mejoren la gestión de recursos y faciliten la adaptación. Conocer estas fluctuaciones es el primer paso hacia soluciones sostenibles y resistentes al cambio climático (Alim y Anggraini, 2021).

El estudio del **comportamiento de la variabilidad climática** es una línea de investigación fascinante y crucial debido a la diversidad en las condiciones atmosféricas a lo largo del tiempo. Estos cambios abarcan variaciones significativas en el viento, la precipitación, la humedad, la presión atmosférica y la temperatura, tanto a corto como a largo plazo (Andriano y Behrman, 2020).

Las fluctuaciones climáticas se dividen en dos categorías: variabilidad natural y variabilidad inducida por el hombre. La primera incluye cambios causados por fenómenos naturales como erupciones volcánicas y variaciones solares. La segunda se refiere a cambios resultantes de actividades humanas, especialmente aquellas que alteran la composición atmosférica con emisiones de gases de efecto invernadero (Antwi et al., 2022).

Es esencial comprender que la variabilidad climática se examina en diversas escalas temporales y espaciales, desde lo local hasta lo global, y abarca períodos

que van desde meses hasta millones de años. Este conocimiento permite comprender mejor los patrones climáticos y mejorar la capacidad de preverlos, fundamentales para la gestión de recursos planetarios (Axadi et al., 2019).

Los **periodos extremos climáticos** son condiciones anómalas del tiempo que difieren significativamente de lo normal para una región y época del año. Surgiendo de fluctuaciones en patrones climáticos a largo plazo, son cruciales en ingeniería ambiental. Actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, pueden intensificar estos eventos, aumentando riesgos para la salud y el medio ambiente (Bahinipati, 2020).

Estos eventos atmosféricos extremos van más allá de las variaciones estacionales y están vinculados con fenómenos naturales como inundaciones o sequías devastadoras, perjudiciales para ecosistemas y sociedades. Pueden manifestarse como temporadas de calor o frío extremo, lluvias intensas o tormentas violentas, con duraciones que oscilan entre días, semanas o meses (Bahta, 2021).

La preparación y gestión ante estos cambios son cruciales en ingeniería ambiental, donde se desarrollan técnicas para anticipar y adaptarse. Se diseñan soluciones que reducen el impacto en las poblaciones y los ecosistemas, promoviendo la resiliencia. La conciencia y políticas públicas son fundamentales para mitigar estos fenómenos a diferentes escalas (Bahta y Myeki, 2021).

James Hansen es un destacado teórico en Ingeniería Ambiental, cuya Teoría del Forzamiento Radiativo explica cómo los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, atrapan la radiación solar, aumentando la temperatura atmosférica de la Tierra. Este fenómeno, fundamental para entender las fluctuaciones climáticas, ha sido estudiado por Hansen y otros expertos (Solano, 2021; Bazzana et al., 2022).

En ingeniería ambiental, la evaluación de variables climáticas, como **temperatura y precipitación**, es fundamental para comprender los patrones climáticos y sus impactos ambientales. Este análisis, crucial para medidas de intervención y resiliencia, proporciona una visión clara de los posibles efectos ecológicos y ambientales de las fluctuaciones climáticas en un área específica (Silva, 2018; Bollinger et al., 2020).

La evaluación de variables climáticas es crucial en proyectos de sostenibilidad, donde la identificación y cuantificación de oscilaciones térmicas y de precipitación influyen en políticas de adaptación al cambio climático (Baccot et al., 2020). Estos resultados son relevantes para decisiones sobre gestión del agua, agricultura, deforestación y desarrollo urbano (Bolorinos et al., 2022).

La evaluación de variables climáticas es crucial en la conservación y ecología, ya que las fluctuaciones en el mercurio y la precipitación pueden alterar los modelos de nicho de especies y ecosistemas, impactando la conservación de la biodiversidad. Esta práctica es esencial para diseñar estrategias de preservación del medio ambiente (Brugger et al., 2021).

El **análisis de la temperatura** no solo aborda aspectos físicos, sino que integra ciencia e ingeniería ambiental (Almeida et al., 2023). Examina cómo las variaciones de calor impactan el medio ambiente y los ecosistemas, marcando el ritmo de actividades biológicas y siendo indicador del cambio climático global (Buthelezi et al., 2020).

La evaluación de gradientes térmicos en construcción y arquitectura es crucial. Ayuda a diseñar estructuras eficientes y confortables al considerar la influencia de la luz solar (Amri et al., 2023), sombra, materiales de construcción y proximidad a cuerpos de agua en los perfiles de temperatura (Costa, 2020).

El seguimiento de las variaciones de temperatura es crucial para evaluar la calidad de vida y la salud humana, especialmente en condiciones climáticas extremas (Evren et al., 2023). Esto es fundamental para diseñar políticas de salud y bienestar apropiadas, especialmente para poblaciones vulnerables como ancianos y niños (Durrani et al., 2021).

La evaluación de los fenómenos de **precipitación** es crucial para comprender los ciclos hídricos de un ecosistema. No solo se trata de medir la cantidad de agua caída a lo largo del tiempo, sino también de entender su variabilidad espacial y temporal, lo que proporciona información sobre su impacto en el ambiente, los sistemas de agua y la agricultura local (Edwards et al., 2021).

La consideración de la periodicidad de las lluvias es esencial, ya que algunas regiones experimentan intensas precipitaciones en momentos específicos. Estos

patrones estacionales pueden afectar la disponibilidad de agua, la agricultura y la ocurrencia de desastres como inundaciones. Además, monitorear la distribución espacial de la lluvia ayuda a comprender y gestionar los recursos hídricos locales (Abas et al., 2020).

La integración de eventos de lluvia en modelos climáticos y de predicción es esencial para comprender patrones y prepararse ante desafíos ambientales. Estos modelos ofrecen proyecciones a largo plazo, facilitando la gestión de recursos hídricos y la resiliencia de los ecosistemas (Ahmad et al., 2021).

La **Teoría de la Circulación Atmosférica** de George Hadley es fundamental para entender los patrones climáticos. Destaca cómo las zonas de alta y baja presión influyen en la distribución de la temperatura y la precipitación. Según esta teoría, la radiación solar cerca del ecuador calienta la atmósfera, generando corrientes convectivas hacia los polos (Mejías, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El estudio adoptó un tipo de metodología descriptiva al interpretar y dilucidar la manifestación de un determinado fenómeno fundamentándose en el conocimiento previamente adquirido, lo que implicó la comparación entre teorías establecidas y la práctica observada, tal como lo señala Hernández et al. (2018). Esto también se evidenció en la caracterización de las variables mediante el análisis de su estado natural y la medición en su contexto innato, de acuerdo con lo que indica Cohen y Gómez (2019).

Por otro lado, el enfoque del estudio fue cuantitativo, dado que se recabaron datos numéricos para su análisis. Además, se enfocó en discernir conexiones de causalidad que podrían aportar una comprensión más clara del objeto de investigación, evaluando el impacto de determinadas variables en el fenómeno estudiado. Esto es corroborado por la obra de Hernández et al. (2018).

El estudio se orientó hacia el método, estableciendo mediciones precisas de elementos atmosféricos como la temperatura y las precipitaciones, con el propósito de analizar la variabilidad y el cambio climático. Esto implicó la desagregación del clima en sus componentes fundamentales mencionados, para su examen individual y posteriormente evaluar su efecto combinado sobre los sucesos climáticos en cuestión.

En última instancia, la metodología incorporó una perspectiva longitudinal al examinar las variaciones temporales (Hernández et al., 2018) y, de modo complementario, se empleó un análisis retrospectivo, observando y reconstruyendo la línea de sucesos desde la actualidad hacia etapas previas, tal como lo describen Cohen y Gómez (2019).

3.1.2. Diseño de investigación

La metodología empleada en la indagación fue de diseño no experimental, debido a que no se manipuló ni se controlaron las variables independientes,

optando en su lugar por el estudio de dichas variables en su estado original y circunstancias naturales, tal como lo explican Hernández et al. (2018).

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Variabilidad climática

Definición conceptual: Corresponde a entenderse como aquella disposición natural de patrones del clima, los cuales permiten un análisis externo en base a la periodicidad de una amenaza (Casaverde, 2021).

Definición operacional: Incurriendo en el empleo de la guía de análisis documental, se pudo valorar el comportamiento que se llegó a tener en cuanto a la disposición climática y los periodos extremos alcanzados.

Indicadores: Expuestos en el Anexo 2

Escala: Nominal

Variable dependiente: Análisis de la temperatura y precipitación

Definición conceptual: Corresponde a establecer la evaluación de los máximos y mínimos en referencia de la temperatura y precipitación de una localidad en estudio (Silva, 2018).

Definición operacional: Mediante el empleo de la guía de análisis documental, se estableció la posibilidad de analizar el comportamiento histórico de la temperatura y la precipitación dentro de la localidad en estudio.

Indicadores: Expuestos en el Anexo 2

Escala: Nominal

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

El conjunto poblacional comprendió:

Un total de 19,733 registros de temperaturas máximas diarias comprendidos entre los años 1965 y 2019.

Una cantidad idéntica de 19,733 mediciones de temperaturas mínimas diarias correspondientes al mismo intervalo temporal.

Igualmente, 19,733 valores de precipitación total diaria que se extienden a lo largo de la serie temporal desde 1965 hasta 2019.

Hernández et al. (2018), lo fundamentan como aquella cantidad de información que llega a ser tomada en consideración para el análisis de un determinado contexto en estudio.

Criterios de inclusión

Periodos de 1965 – 2019

Información obtenida por medio de fuentes confiables

Criterios de exclusión

Información que no sea de la zona de estudio

3.3.2 Muestra

La muestra incluyó:

Un conjunto de 648 mediciones correspondientes a la media mensual de temperatura máxima, abarcando el período de 1965 a 2019.

Una serie igual de 648 lecturas para la media mensual de temperatura mínima, dentro de las mismas fechas.

También se cuenta con 648 registros de la suma total de precipitación por mes, recopilados durante esos mismos años.

Hernández et al. (2018), lo exponen como aquel grado de análisis que establece la valoración de un contexto del problema en base al establecimiento integral de la población como parte del tamaño muestral.

3.3.3 Muestreo

El muestreo fue el no probabilístico intencional, en donde el investigador estableció la selección de la información como parte del estudio, en coherencia con el cumplimiento de los criterios de inclusión. Hernández et al. (2018), lo

fundamentan como aquel establecimiento de criterios que cuentan con la finalidad de demostrar la calidad de la información recolectada.

3.3.4. Unidad de análisis

La investigación se enfocó en el análisis de los registros de temperatura máxima y mínima diarias, así como de la precipitación diaria total, obtenidos y consignados en la Estación Climatológica Ordinaria de Cajabamba, conocida como CO-Cajabamba. Hernández et al. (2018), señalan que queda representado como aquel conjunto de datos que son analizados para responder a un determinado objetivo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

En la etapa de recolección de datos, la presente investigación optó por la técnica de análisis documental, recolectando los datos de las variables de temperatura y precipitación a partir de los registros climatológicos. Dichos registros, conocidos comúnmente como "Planillas Climatológicas", proceden de la Estación Climatológica Ordinaria de Cajabamba (CO-Cajabamba). Estos documentos son custodiados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú y abarcan el lapso desde enero de 1965 hasta diciembre de 2019. Hernández et al. (2018), lo señalan como aquel conjunto de información de calidad sobre la cual se pueda establecer el conocimiento de un determinado contexto de estudio.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos empleados para la recopilación de información consistieron en fichas que registraban datos diarios y mensuales referentes a temperatura máxima, mínima y precipitaciones, todos pertenecientes a la Estación Climatológica Ordinaria de Cajabamba (CO-Cajabamba).

Para la sistematización y análisis de la información recolectada, se empleó el programa informático EXCEL, el cual facilitó la ejecución de operaciones estadísticas y la construcción de representaciones gráficas.

Hernández et al. (2018), lo establecen como aquel proceso de recolección de información que se basa en el análisis de fuentes bibliográficas que puedan sustentar la data expuesta dentro de una investigación.

3.4.3. Validación

Hernández et al. (2018), lo establecen como aquel medio de calidad que espera ser demostrado por medio de citación o expertos que convaliden ello. En el presente caso, no se pudo demostrar por medio de expertos, debido a que no se pudo poner en tela de juicio la información recolectada por medio de fuentes confiables acerca del tema de estudio.

3.4.4. Confiabilidad

Hernández et al. (2018), lo exponen como aquel medio estadístico que se centra en la demostración de confianza del instrumento de recojo de datos. En el presente estudio, no se pudo demostrar ello debido a que no se contó con el empleo del cuestionario, no teniendo que ofrecer dudas acerca de la confianza alcanzada de información recuperada por medio de fuentes confiables.

3.5. Procedimiento de recolección de datos

Para el desarrollo del presente estudio, se tuvo que mantener como fase 1, la determinación de la zona de estudio con la finalidad de poder establecer el área en donde se esperó valorar la situación del problema, siendo seguido por la fase 2, la cual radicó en la obtención de información documental que pueda ofrecer datos acerca de la temperatura y la precipitación del Distrito de Cajabamba. Mientras que, como tercera fase, se debieron de preparar los datos en una hoja de Excel acerca de la temperatura y la precipitación, con la finalidad de poder analizar los datos por medio del SPSS V 26.00, en donde se esperó ofrecer respuesta acerca de cada uno de los objetivos de análisis.

3.6. Método de análisis de datos

Se conformaron secuencias de datos tanto mensuales como anuales apoyándose en los registros de temperatura máxima y mínima diarias, junto con los datos acumulados de precipitación diaria. El proceso incluyó la codificación y organización cronológica de la información, seguido por la creación de tablas y

representaciones gráficas mediante el uso de EXCEL. Con posterioridad a ello, se procedió con el análisis de datos de acuerdo con las variables específicas de la investigación y los objetivos propuestos.

Análisis de la variabilidad climática

Los registros diarios de temperatura máxima, mínima y precipitación se dispusieron secuencialmente en orden temporal. A continuación, se calcularon promedios mensuales y anuales para las temperaturas, mientras que para las precipitaciones se sumaron los totales mensuales y anuales. Con estos datos, se compusieron series temporales para ambas variables climáticas, se procedió a la representación gráfica de estas y se efectuó un análisis para apreciar la variabilidad climática, confrontándolas con valores promedio de periodos establecidos como normales climatológicos.

Para determinar estas normales climatológicas se empleó el periodo de 1981 a 2010, en línea con las directrices de la Organización Meteorológica Mundial para la elaboración de normales climatológicas oficiales (OMM, 2011).

En relación con la precipitación, se calculó su anomalía utilizando la fórmula: $A_p = [(P/P_n) - 1]100$, donde A_p representa la anomalía de precipitación anual expresada en porcentaje, P hace referencia a la precipitación total anual en milímetros y P_n es la precipitación normal correspondiente, también en milímetros.

En cuanto a la temperatura, la anomalía se estimó por medio de la siguiente ecuación: $[A_t = T - T_n]$ donde A_t indica la anomalía de temperatura en grados Celsius, T es el promedio de temperatura anual también en grados Celsius y T_n es el promedio de la temperatura normal.

Para interpretar la variabilidad climática interanual y categorizarla conforme a la intensidad de las anomalías de precipitación, se empleó una escala específica que facilitó su clasificación.

Tabla 1. 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

Nota: Obtenido de Hurtado (1996)

Utilizando las anomalías térmicas identificadas, la investigación evaluó la variabilidad climática interanual, clasificando la intensidad según los intervalos de anomalías. Para tal efecto, se aplicó una escala determinada que permitió la categorización basada en la magnitud de dichas anomalías.

Tabla 2. 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

Nota: Obtenido de SENAMHI (2002)

Análisis de tendencia y cambio climático

Para la identificación de posibles tendencias en los datos anuales acumulados de precipitación y en los promedios anuales de temperatura, se emplearon las series temporales aplicando el test de Mann-Kendall, una prueba no paramétrica robusta. Este procedimiento posibilitó contrastar la hipótesis de ausencia de tendencia, utilizando los estadísticos "Z" y "p-valor" para discernir si los datos rechazaban o no la hipótesis nula. Si el p-valor resultante era menor que el nivel de significancia ($\alpha=0,05$), se concluía la existencia de una tendencia, revelada por el signo del estadístico "Z" como positiva o negativa.

Se consideraron dos hipótesis: la hipótesis nula (H_0), que sostiene la inexistencia de tendencia, y la hipótesis alternativa (H_a), que sugiere la presencia de una. Los criterios de evaluación fueron establecidos de la siguiente manera: si el p-valor excedía el valor de α , la H_0 se mantenía, indicando la ausencia de una

tendencia. Por el contrario, un p-valor menor que α implicaba rechazar la H_0 en favor de la H_a , confirmando la presencia de una tendencia.

Posteriormente, se calculó la tendencia lineal de las series temporales para analizar su evolución en el tiempo y determinar si existen variaciones significativas en los patrones temporales de la precipitación y las temperaturas.

3.7. Aspectos éticos

Se respetó el citado de acuerdo con la normativa ISO, en donde la totalidad del documento planteado tuvo que ser realizado de acuerdo con los lineamientos establecidos por el código de ética de la Universidad César Vallejo, considerando el respeto de los derechos de autor, mediante el correcto parafraseo de la información.

IV. RESULTADOS

4.1. Variabilidad interanual de los promedios anuales de temperatura máxima

Tabla 3. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima con respecto a la temperatura máxima normal en la estación CO-Cajabamba

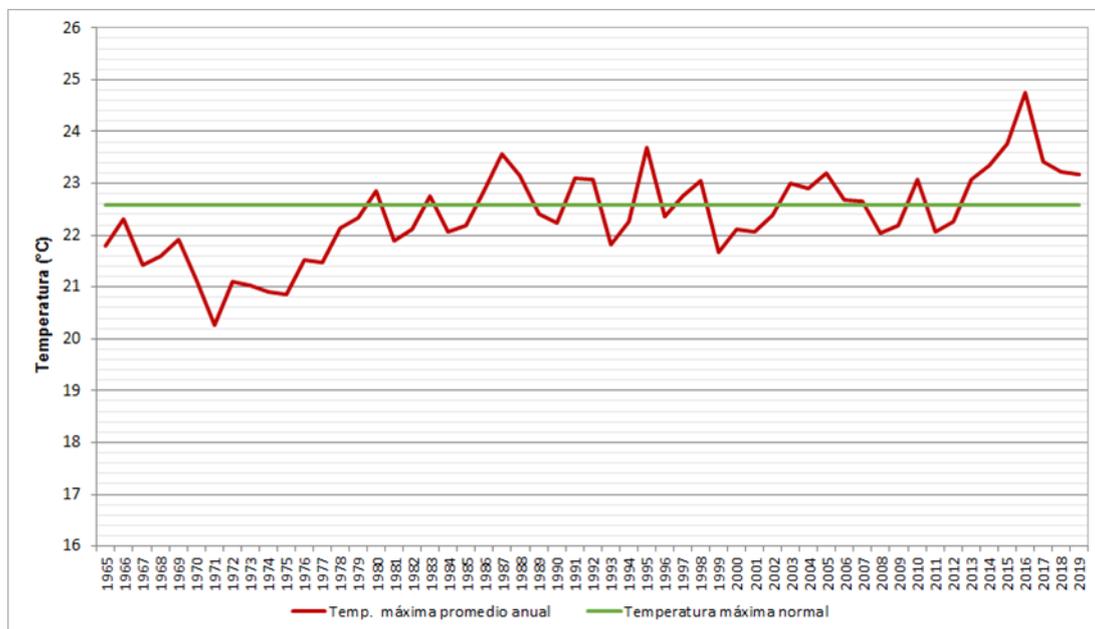
Año	Temp. Máxima promedio °C	Temp. normal °C	Anomalía °C	Condición	Año	Temp. Máxima promedio °C	Temp. normal °C	Anomalía °C	Condición
1965	21.8	22.6	-0.78	Lig. frío	1992	23.1	22.6	0.50	Lig. cálido
1966	22.3	22.6	-0.28	Normal	1993	21.8	22.6	-0.77	Lig. frío
1967	21.4	22.6	-1.16	Lig. frío	1994	22.3	22.6	-0.33	Normal
1968	21.6	22.6	-0.98	Lig. frío	1995	23.7	22.6	1.12	Lig. cálido
1969	21.9	22.6	-0.65	Lig. frío	1996	22.4	22.6	-0.22	Normal
1970	21.1	22.6	-1.45	Lig. frío	1997	22.8	22.6	0.19	Normal
1971	20.3	22.6	-2.32	Frío	1998	23.1	22.6	0.47	Normal
1972	21.1	22.6	-1.49	Lig. frío	1999	21.7	22.6	-0.91	Lig. frío
1973	21.0	22.6	-1.55	Lig. frío	2000	22.1	22.6	-0.45	Normal
1974	20.9	22.6	-1.66	Lig. frío	2001	22.1	22.6	-0.50	Lig. frío
1975	20.9	22.6	-1.73	Lig. frío	2002	22.4	22.6	-0.19	Normal
1976	21.5	22.6	-1.05	Lig. frío	2003	23.0	22.6	0.43	Normal
1977	21.5	22.6	-1.10	Lig. frío	2004	22.9	22.6	0.31	Normal
1978	22.1	22.6	-0.45	Normal	2005	23.2	22.6	0.61	Lig. cálido
1979	22.3	22.6	-0.24	Normal	2006	22.7	22.6	0.10	Normal
1980	22.9	22.6	0.28	Normal	2007	22.7	22.6	0.09	Normal
1981	21.9	22.6	-0.68	Lig. frío	2008	22.1	22.6	-0.53	Lig. frío
1982	22.1	22.6	-0.45	Normal	2009	22.2	22.6	-0.40	Normal
1983	22.8	22.6	0.17	Normal	2010	23.1	22.6	0.50	Lig. cálido
1984	22.1	22.6	-0.52	Lig. frío	2011	22.1	22.6	-0.50	Lig. frío
1985	22.2	22.6	-0.38	Normal	2012	22.3	22.6	-0.31	Normal
1986	22.9	22.6	0.27	Normal	2013	23.1	22.6	0.50	Normal
1987	23.6	22.6	0.99	Lig. cálido	2014	23.3	22.6	0.76	Lig. cálido
1988	23.1	22.6	0.56	Lig. cálido	2015	23.8	22.6	1.18	Lig. cálido
1989	22.4	22.6	-0.16	Normal	2016	24.7	22.6	2.16	Cálido
1990	22.2	22.6	-0.35	Normal	2017	23.4	22.6	0.84	Lig. cálido
1991	23.1	22.6	0.53	Lig. cálido	2018	23.2	22.6	0.66	Lig. cálido
					2019	23.2	22.6	0.60	Lig. cálido

Nota: Desarrollado por el investigador

La tabla que se presenta revela la fluctuación interanual de la temperatura máxima registrada en la estación CO-Cajabamba durante el lapso de 1965 a 2019. Se aprecia que los promedios anuales de temperatura máxima variaron, alcanzando un mínimo de 20,3 °C en 1971 y un máximo de 24,7 °C en 2016. Se destaca la presencia de un año con una anomalía fría significativa en comparación con el promedio climático, 18 años presentaron temperaturas máximas ligeramente inferiores a lo habitual, 12 años mostraron ligeras anomalías cálidas y un año registró una anomalía cálida notoria. Cabe señalar que la dinámica climática de la temperatura máxima en dicha estación se vincula a la incidencia de eventos climáticos extremos, específicamente al fenómeno conocido como "El Niño Oscilación Sur" (ENSO), influyendo en las anomalías marcadas en años como

1971, con una desviación de $-2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, y 2016, con una desviación de $+2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, ambas atribuibles a las fases del mencionado fenómeno climático.

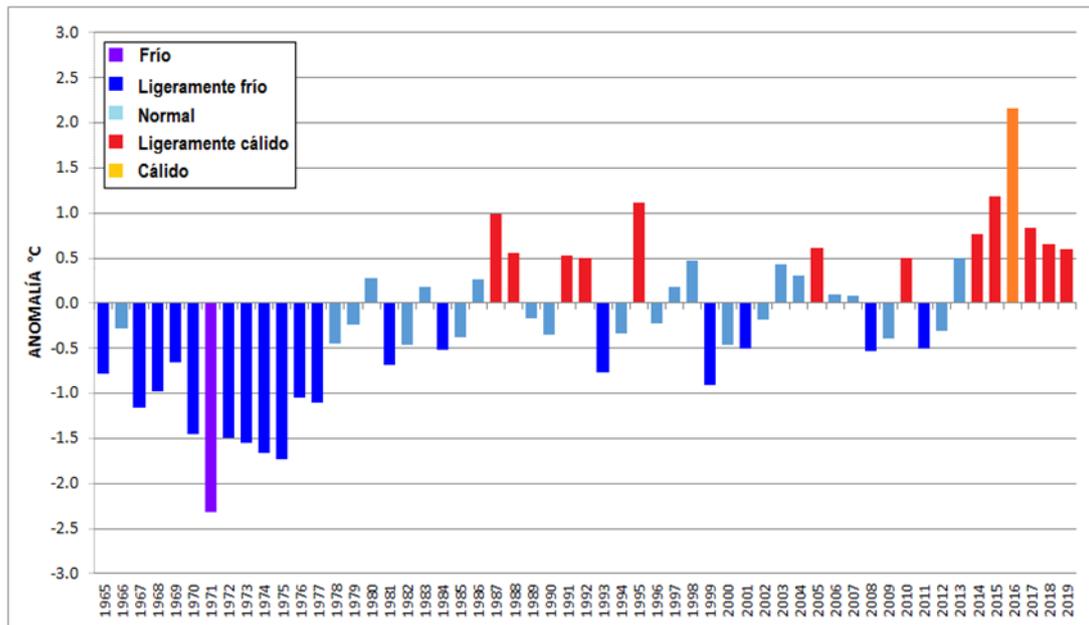
Figura 1. Serie temporal de los promedios anuales de temperatura máxima y temperatura máxima normal en la estación CO-Cajabamba



Nota: Desarrollado por el investigador

La ilustración gráfica presentada demuestra la evolución temporal de las temperaturas máximas anuales (representadas por una línea de color rojo), en comparación con el promedio máximo normal (indicado por una línea de color verde), el cual fue calculado para el tramo temporal de 1981 a 2010, acorde con las directrices promulgadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Se identifican fluctuaciones por debajo de la media en los años que van desde 1965 hasta 1979, continuando en intervalos que incluyen 1981 a 1982, 1984 a 1985, 1989 a 1990, 1993 a 1994, en 1996 y desde 1999 hasta 2002, al igual que en los períodos que comprenden los años 2008 a 2009 y 2011 a 2012. De forma contrastante, las temperaturas que superan la media están marcadas en el año 1980, en 1983, entre 1986 y 1988, durante 1991 a 1992, en 1995, desde 1997 a 1998, entre 2003 y 2005, en 2010 y finalmente en el lapso que se extiende de 2013 a 2019.

Figura 2. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura máxima expresada por sus anomalías en la estación CO-Cajabamba



Nota: Desarrollado por el investigador

La serie temporal representada en la figura anterior detalla las variaciones anuales en las anomalías de la temperatura máxima de la estación CO-Cajabamba desde el año 1965 hasta 2019. Del análisis se desprende que el promedio anual de la temperatura máxima presentó anomalías con tendencia a temperaturas ligeramente menores a lo normal en los años 1965, desde 1967 hasta 1977, en 1981, en 1994, en 1999, en 2001, en 2008 y en 2011. Por otro lado, se identifican anomalías ligeramente superiores a lo habitual en los periodos de 1987 a 1988, de 1991 a 1992, en 1995, en 2005, en 2010 y desde 2014 hasta 2019. Asimismo, se destaca que durante el año 1971 se percibió una anomalía con un marcado descenso en la temperatura, mientras que en 2016 se evidenció un incremento significativo, lo cual sugiere un comportamiento cálido en contraste con el clima esperado para ese año.

4.2. Variabilidad interanual de la temperatura mínima

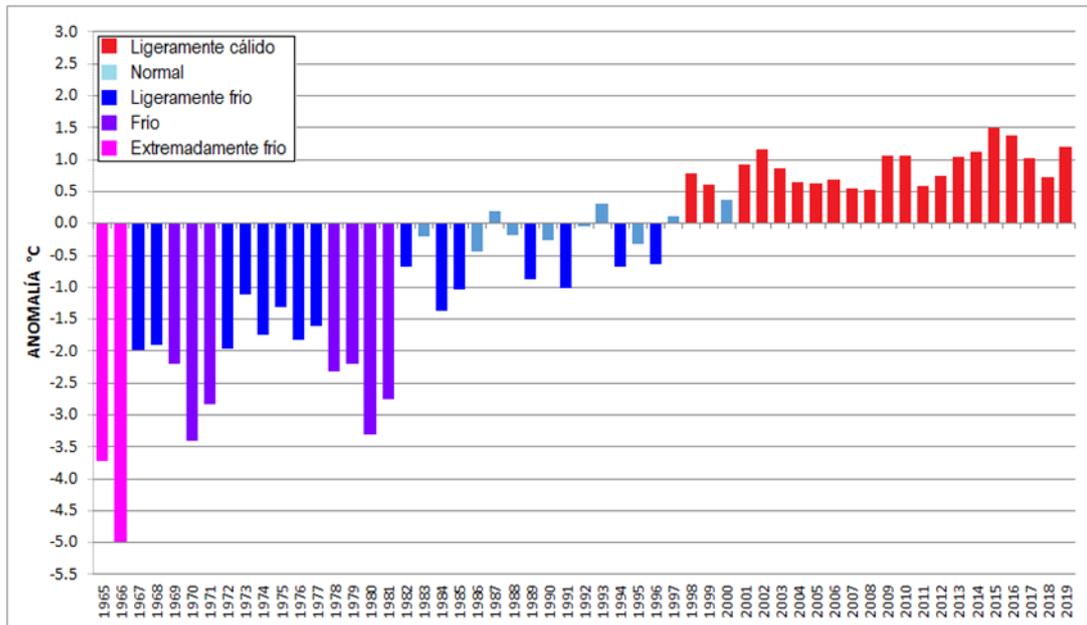
Tabla 4. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura mínima con respecto a la temperatura mínima normal en la estación CO-Cajabamba

Año	Temp. Mínima promedio °C	Temp. normal °C	Anomalía °C	Condición	Año	Temp. Mínima promedio °C	Temp. normal °C	Anomalía °C	Condición
1965	6.0	9.8	-3.71	Ext. frío	1992	9.7	9.8	-0.04	Normal
1966	4.8	9.8	-5.00	Ext. frío	1993	10.1	9.8	0.31	Normal
1967	7.8	9.8	-1.99	Lig. frío	1994	9.1	9.8	-0.68	Lig. frío
1968	7.8	9.8	-1.91	Lig. frío	1995	9.4	9.8	-0.31	Normal
1969	7.6	9.8	-2.20	Frío	1996	9.1	9.8	-0.64	Lig. frío
1970	6.3	9.8	-3.41	Frío	1997	9.9	9.8	0.10	Normal
1971	6.9	9.8	-2.84	Frío	1998	10.5	9.8	0.79	Lig. cálido
1972	7.8	9.8	-1.95	Lig. frío	1999	10.4	9.8	0.61	Lig. cálido
1973	8.6	9.8	-1.11	Lig. frío	2000	10.1	9.8	0.36	Normal
1974	8.0	9.8	-1.74	Lig. frío	2001	10.7	9.8	0.93	Lig. cálido
1975	8.4	9.8	-1.31	Lig. frío	2002	10.9	9.8	1.16	Lig. cálido
1976	7.9	9.8	-1.83	Lig. frío	2003	10.6	9.8	0.86	Lig. cálido
1977	8.2	9.8	-1.60	Lig. frío	2004	10.4	9.8	0.65	Lig. cálido
1978	7.4	9.8	-2.32	Frío	2005	10.4	9.8	0.63	Lig. cálido
1979	7.5	9.8	-2.21	Frío	2006	10.4	9.8	0.69	Lig. cálido
1980	6.4	9.8	-3.31	Frío	2007	10.3	9.8	0.55	Lig. cálido
1981	7.0	9.8	-2.76	Frío	2008	10.3	9.8	0.53	Lig. cálido
1982	9.1	9.8	-0.68	Lig. frío	2009	10.8	9.8	1.06	Lig. cálido
1983	9.6	9.8	-0.20	Normal	2010	10.8	9.8	1.06	Lig. cálido
1984	8.4	9.8	-1.36	Lig. frío	2011	10.3	9.8	0.58	Lig. cálido
1985	8.7	9.8	-1.03	Lig. frío	2012	10.5	9.8	0.75	Lig. cálido
1986	9.3	9.8	-0.45	Normal	2013	10.8	9.8	1.04	Lig. cálido
1987	9.9	9.8	0.19	Normal	2014	10.9	9.8	1.12	Lig. cálido
1988	9.6	9.8	-0.19	Normal	2015	11.3	9.8	1.50	Lig. cálido
1989	8.9	9.8	-0.87	Lig. frío	2016	11.1	9.8	1.37	Lig. cálido
1990	9.5	9.8	-0.27	Normal	2017	10.8	9.8	1.03	Lig. cálido
1991	8.7	9.8	-1.02	Lig. frío	2018	10.5	9.8	0.72	Lig. cálido
					2019	11.0	9.8	1.20	Lig. cálido

Nota: Desarrollado por el investigador

La tabla en cuestión muestra la fluctuación interanual de la temperatura mínima registrada en la estación CO-Cajabamba de 1965 a 2019. Se observan valores que fluctúan desde un mínimo de 4,8 °C en 1966 hasta un pico de 11,3 °C en 2015. En relación con el promedio climático esperado, se detectaron dos años con anomalías que indican temperaturas mínimas extremadamente frías, siete años con temperaturas mínimas frías, quince años con temperaturas mínimas ligeramente frías y veintiuno con anomalías de carácter ligeramente cálido. Se señala también la relación entre la variabilidad climática de la temperatura mínima en dicha estación y la aparición de fenómenos meteorológicos de gran impacto como el “El Niño Oscilación Sur” (ENSO), en sus fases tanto cálida como fría. Esto es evidente en la anomalía térmica más severa de 1966, asociada a la fase fría del ENSO - también conocida como “La Niña” - que presentó una anomalía de -5,0 °C, y en el contraste con la anomalía más elevada de 2015, vinculada a la fase cálida del ENSO o “El Niño”, con una anomalía de +1,5 °C.

Figura 3. Variabilidad interanual de los promedios anuales de la temperatura mínima expresada por sus anomalías en la estación CO-Cajabamba



Nota: Desarrollado por el investigador

En la representación gráfica anterior se expone la evolución de las anomalías de la temperatura mínima entre los años 1965 y 2019 en la estación CO-Cajabamba. A partir de esta figura se evidencia que el promedio anual de la temperatura mínima mostró anomalías calificadas como extremadamente frías durante los años 1965 y 1966. Se identificaron además periodos caracterizados por anomalías frías que comprenden desde 1969 hasta 1971 y entre 1978 y 1981. Para los años 1967 a 1968, de 1972 a 1977, en 1982, de 1984 a 1985, en 1989, en 1991, en 1994 y en 1996 se detectaron anomalías levemente frías. Por otro lado, se percibieron anomalías levemente cálidas iniciando en 1998 a 1999, manteniéndose dicha tendencia desde 2001 hasta el final del periodo analizado en 2019.

4.3. Variabilidad interanual de la precipitación

Tabla 5. Variabilidad interanual de los acumulados de precipitación anual con respecto a la precipitación normal en la estación CO-Cajabamba

Año	Precip. Total mm	Precip. normal mm	Anomalía %	Condición	Año	Precip. Total mm	Precip. normal mm	Anomalía %	Condición
1965	867.3	1020.0	-15.0	Normal	1992	676.7	1020.0	-33.7	Mod. seco
1966	676.2	1020.0	-33.7	Mod. seco	1993	1611.0	1020.0	57.9	Int. excesivo
1967	850.4	1020.0	-16.6	Normal	1994	1242.3	1020.0	21.8	Mod. excesivo
1968	749.6	1020.0	-26.5	Mod. seco	1995	997.6	1020.0	-2.2	Normal
1969	960.3	1020.0	-5.9	Normal	1996	1056.2	1020.0	3.5	Normal
1970	870.1	1020.0	-14.7	Normal	1997	885.8	1020.0	-13.2	Normal
1971	1143.0	1020.0	12.1	Normal	1998	1263.6	1020.0	23.9	Mod. excesivo
1972	952.0	1020.0	-6.7	Normal	1999	1118.4	1020.0	9.6	Normal
1973	1097.9	1020.0	7.6	Normal	2000	930.2	1020.0	-8.8	Normal
1974	1025.0	1020.0	0.5	Normal	2001	1152.4	1020.0	13.0	Normal
1975	1166.7	1020.0	14.4	Normal	2002	1145.7	1020.0	12.3	Normal
1976	793.0	1020.0	-22.3	Mod. seco	2003	872.9	1020.0	-14.4	Normal
1977	1030.5	1020.0	1.0	Normal	2004	918.9	1020.0	-9.9	Normal
1978	707.2	1020.0	-30.7	Mod. seco	2005	882.4	1020.0	-13.5	Normal
1979	768.5	1020.0	-24.7	Mod. seco	2006	967.4	1020.0	-5.2	Normal
1980	257.2	1020.0	-74.8	Ext. seco	2007	1091.4	1020.0	7.0	Normal
1981	882.3	1020.0	-13.5	Normal	2008	991.6	1020.0	-2.8	Normal
1982	944.8	1020.0	-7.4	Normal	2009	1341.6	1020.0	31.5	Mod. excesivo
1983	896.1	1020.0	-12.2	Normal	2010	772.3	1020.0	-24.3	Mod. seco
1984	1310.3	1020.0	28.5	Mod. excesivo	2011	1008.6	1020.0	-1.1	Normal
1985	697.3	1020.0	-31.6	Mod. seco	2012	1069.4	1020.0	4.8	Normal
1986	975.7	1020.0	-4.3	Normal	2013	1074.6	1020.0	5.3	Normal
1987	994.5	1020.0	-2.5	Normal	2014	1050.6	1020.0	3.0	Normal
1988	1081.2	1020.0	6.0	Normal	2015	756.6	1020.0	-25.8	Mod. seco
1989	1040.1	1020.0	2.0	Normal	2016	770.8	1020.0	-24.4	Mod. seco
1990	1099.6	1020.0	7.8	Normal	2017	1121.1	1020.0	9.9	Normal
1991	760.8	1020.0	-25.4	Mod. seco	2018	862.7	1020.0	-15.4	Normal
					2019	1081.2	1020.0	6.0	Normal

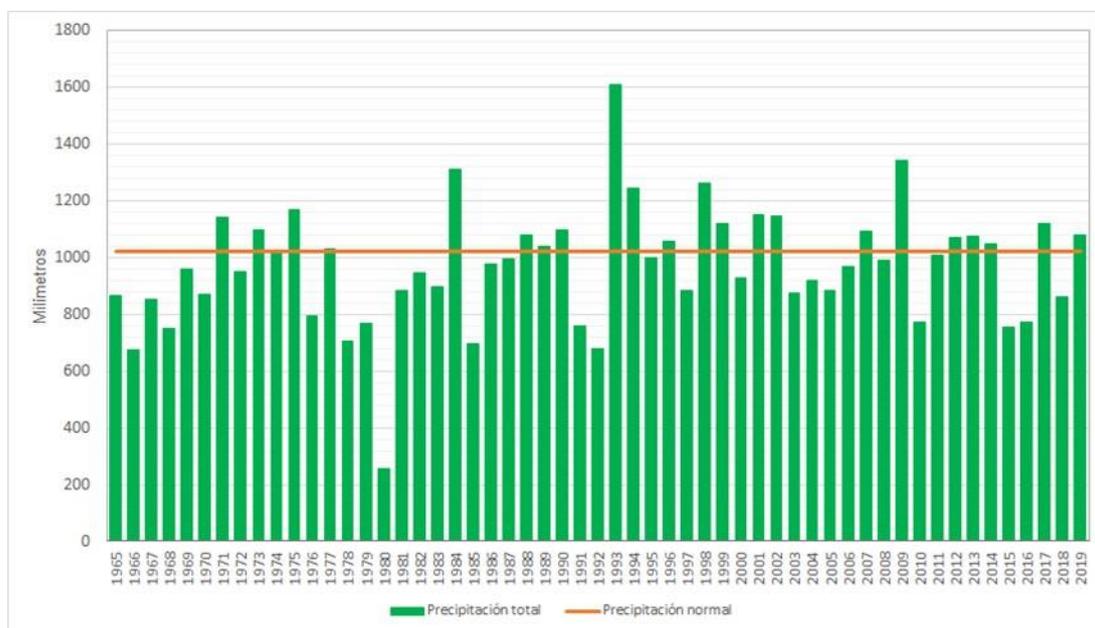
Nota: Desarrollado por el investigador

La tabla en referencia detalla cómo ha variado año tras año la precipitación anual en la estación CO-Cajabamba desde 1965 hasta 2019. Se observa que las cantidades de lluvia variaron, con el registro más bajo en el año 1980 con 257,2 mm, y el más alto en 1993 con 1,611.0 mm. Al comparar dichos valores con el promedio climático establecido, se identifica un año con una sequía extremadamente pronunciada, once años con condiciones moderadamente secas y cuatro años con precipitaciones moderadamente excedidas. Un año se destacó por presentar un exceso de lluvias intensamente anómalo.

La variabilidad percibida en las precipitaciones de la estación CO-Cajabamba guarda relación con eventos extremos, como el fenómeno "El Niño Oscilación Sur" (ENSO) en sus fases tanto de calentamiento como de enfriamiento. Esto se nota en el año 1980, con la menor precipitación acumulada registrada, reflejando una anomalía de -74,8 % asociada a un fenómeno "El Niño" de leve intensidad en el océano Pacífico Central. Similarmente, el año 1993, cuando se

midirá la precipitación más elevada, mostrando una anomalía positiva del +57,9 %, coincidió con la ocurrencia de un evento "El Niño" también de carácter leve en la misma región del Pacífico.

Figura 4. Serie temporal de los acumulados anuales de precipitación y precipitación anual normal en la estación CO-Cajabamba

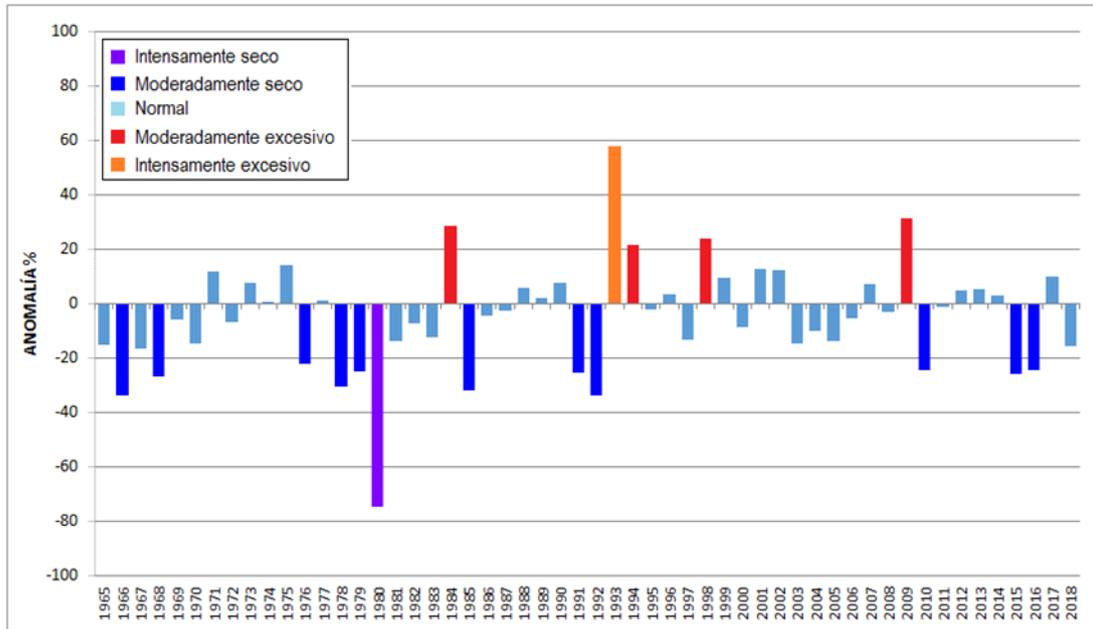


Nota: Desarrollado por el investigador

La figura previamente mencionada ilustra la secuencia de las precipitaciones anuales acumuladas en contraposición a la precipitación anual promedio (delineada por una línea naranja), la cual se estableció en base al período de 1981 a 2010, siguiendo la recomendación establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Se identifican periodos en los cuales las precipitaciones quedaron por debajo del promedio normal desde 1965 hasta 1970, nuevamente en 1972, en 1976, desde 1978 hasta 1983, entre 1985 y 1987, durante 1991 a 1992, luego en 1995, en 1997, durante el año 2000, del 2003 al 2006, en 2008, desde 2010 a 2011, entre 2015 y 2016, y finalmente en 2018.

Paralelamente, se evidencian oscilaciones por encima del valor normal en 1971, entre 1973 y 1975, en 1977, en 1984, desde 1988 hasta 1990, durante 1993 a 1994, en 1996, de 1998 a 1999, desde el 2001 hasta 2002, en 2007, en 2009, y a partir de 2012 hasta 2014, prosiguiendo luego en 2017 y en 2019.

Figura 5. Variabilidad interanual de los acumulados anuales de precipitación expresada por sus anomalías en la estación CO-Cajabamba



Nota: Desarrollado por el investigador

La gráfica anterior exhibe la trayectoria temporal de las anomalías en las precipitaciones anuales acumuladas que se han dado entre 1965 y 2019 en la estación CO-Cajabamba. Analizando los datos, sobresalen las anomalías catalogadas como intensamente secas en el año 1980. También se distinguen anomalías definidas como moderadamente secas en años específicos: 1966, 1968, 1976, en el lapso de 1978 a 1979, en 1985, durante 1991 a 1992, en 2010 y en el periodo que abarca de 2015 a 2016. Asimismo, se detectaron anomalías moderadamente excesivas de precipitaciones en 1984, 1994, 1998 y 2009, y una anomalía intensamente excesiva en 1993. Estos episodios anómalos de precipitación frecuentemente se relacionan con la influencia de los fenómenos "El Niño" y su contraparte, "La Niña", que se manifiestan a través de sus fases cálidas y frías, respectivamente.

4.4. Análisis de las tendencias y cambio climático

Tabla 6. Resultados del análisis de tendencias según el test de Mann Kendall

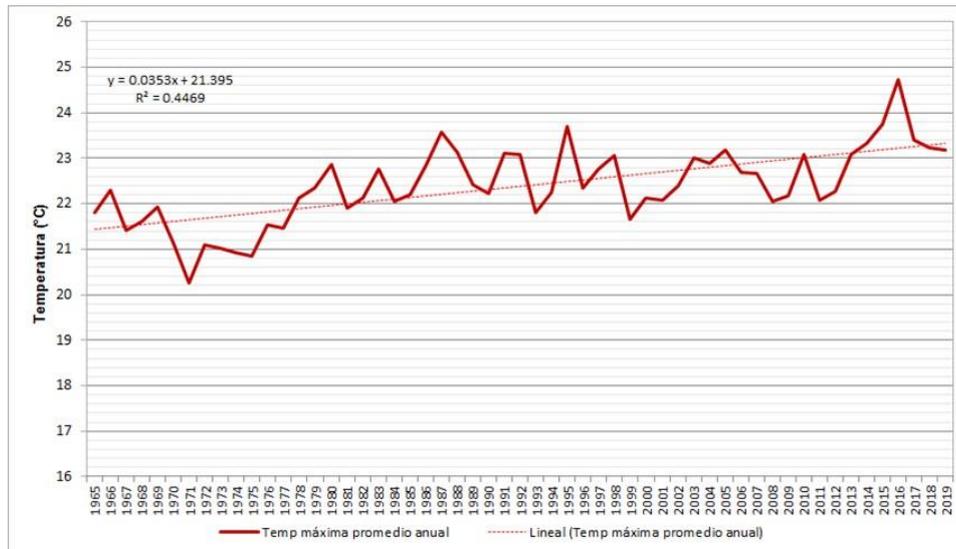
Parámetro climático	n	Z	p-valor	α	Resultado	Tendencia	Variación
Temperatura máxima	55	5,1833	2×10^{-7}	0,05	P-valor < α	Tendencia creciente	0,035 °C/año
Temperatura mínima	55	8,0276	7×10^{-16}	0,05	P-valor < α	Tendencia creciente	0,085 °C/año
Precipitación anual	55	1,8439	0.065	0,05	P-valor > α	Sin tendencia	----

Nota: Desarrollado por el investigador

Según los resultados obtenidos del test de Mann Kendall reflejados en la tabla precedente, se advierte una tendencia al alza en la temperatura máxima, evidenciada por un estadígrafo "Z" con valor positivo y un "p-valor" que asciende a 2×10^{-7} , inferior al umbral de 0,05. Esta situación conduce al rechazo de la hipótesis nula (H_0 : ausencia de tendencia) y permite estimar un incremento promedio en la temperatura máxima de 0,035 °C por año. Del mismo modo, la temperatura mínima también exhibe un incremento tendencial, ya que el estadígrafo "Z" vuelve a ser positivo y el "p-valor" es consideradamente bajo, oscilando en torno a 7×10^{-16} , por debajo del estándar de 0,05; de esta forma, se desecha la hipótesis nula (H_0 : ausencia de tendencia) y se presume una variación de 0,085 °C anualmente en la temperatura mínima.

En contraste, la precipitación anual no manifiesta una tendencia definida, puesto que el "p-valor" obtenido es de 0,065, superando la marca de 0,05. Por lo tanto, la alteración anual promedio en la precipitación acumulada de 2,62 mm no alcanza la significancia estadística necesaria como para afirmar que se ha producido un cambio tangible en el patrón de precipitaciones.

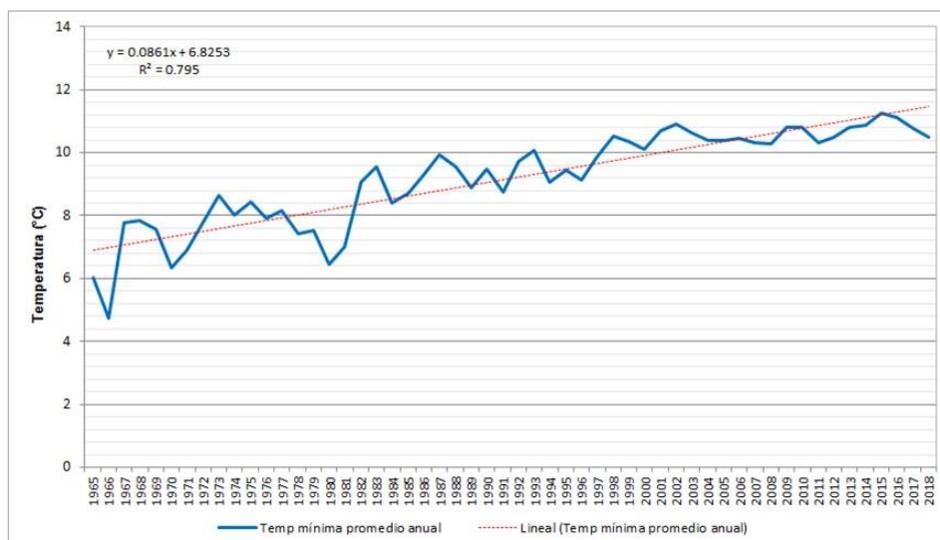
Figura 6. Serie temporal de los promedios anuales de la temperatura máxima correspondientes a la Estación CO-Cajabamba



Nota: Desarrollado por el investigador

La figura previamente mencionada ilustra cómo los promedios anuales de la temperatura máxima han experimentado variaciones a lo largo del tiempo, y la línea de tendencia incluida en dicha gráfica evidencia un aumento considerable, lo cual es corroborado por las conclusiones del test de Mann Kendall, señalando una tendencia significativa al alza.

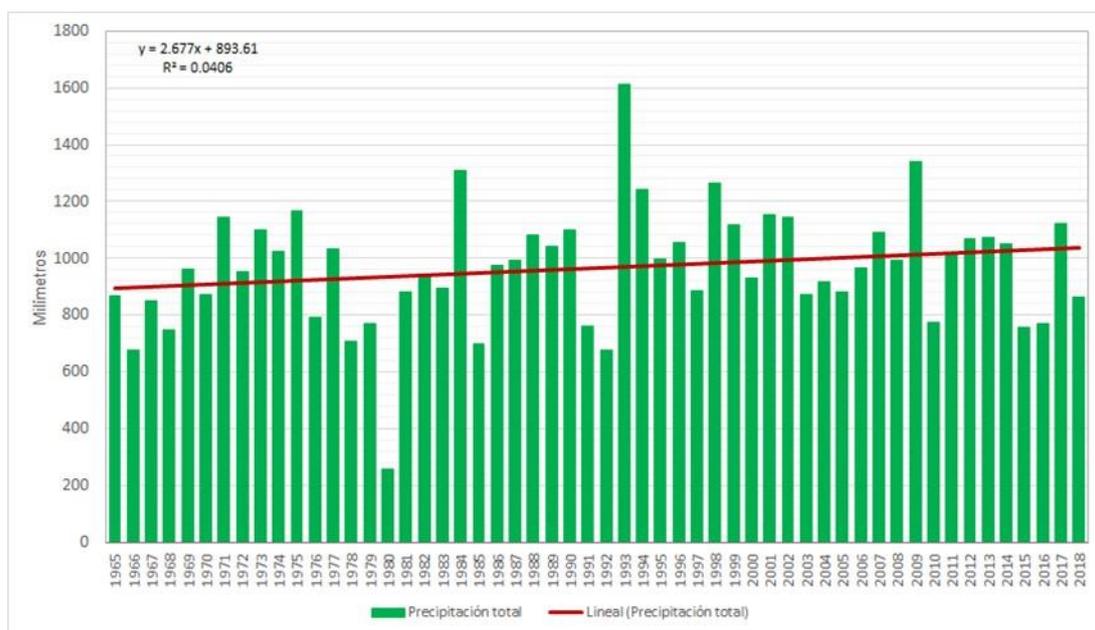
Figura 7. Serie temporal de los promedios anuales de la temperatura mínima correspondientes a la Estación CO-Cajabamba



Nota: Desarrollado por el investigador

La imagen previa representa las fluctuaciones de los promedios anuales de la temperatura mínima a lo largo de los años, y presenta una línea de tendencia que refleja un incremento notorio. Este cambio ascendente ha sido confirmado igualmente mediante la aplicación del test de Mann Kendall.

Figura 8. Serie temporal de los acumulados anuales de la precipitación correspondiente a la Estación CO-Cajabamba



Nota: Desarrollado por el investigador

En la representación gráfica anteriormente descrita se percibe que los totales acumulados de precipitación anuales han mostrado oscilaciones durante el periodo de estudio. Adicionalmente, la línea de tendencia trazada no señala una variación o tendencia significativa, lo cual está en concordancia con los resultados obtenidos a través del test de Mann Kendall.

V. DISCUSIÓN

En referencia con el **objetivo general**, la evidencia obtenida mediante el test de Mann-Kendall ha demostrado que existe una marcada tendencia al alza en los registros térmicos de la zona estudiada. Se observa, en concreto, que la temperatura mínima aumenta en un promedio de 0,085 grados centígrados anuales, mientras que la temperatura máxima experimenta un incremento análogo de 0,035 grados centígrados cada año.

De acuerdo con las afirmaciones de Jaramillo (2020), se ha podido establecer que los valores máximos de precipitación que ha determinado dentro de su ámbito de estudio han sido de 59.70 mm, en donde no se puede dejar de lado a la temperatura, la cual ha alcanzado una valoración de 26.40 C°, condición que ha encontrado repercusión en la variabilidad ambiental que se viene desarrollando dentro de la localidad de Manabí, con lo cual, Verdezoto et al. (2021), han confirmado que el comportamiento que ha involucrado el fenómeno del niño, ha generado una alta modificación o alteración del medio ambiente, principalmente en las condiciones que se creían normales en temas de tiempo y precipitación, generando condiciones extremas, tanto en temperaturas máximas, como en condiciones climatológicas en general.

Bajo la temática planteada, se ha podido identificar que las variables climáticas analizadas están interrelacionadas en sus comportamientos, lo que sugiere que las variaciones en una variable climática pueden afectar y estar influenciadas por otras variables en un sistema climático complejo. Estas relaciones son fundamentales para comprender y modelar la dinámica climática en la región estudiada y pueden tener implicaciones importantes en la toma de decisiones en el contexto de la gestión ambiental y la planificación de recursos. Casaverde (2021), señala que la variabilidad climática llega a ser un concepto que pone en evidencia a las fluctuaciones meteorológicas, incidiendo en la temperatura, presión y humedad.

Además, de acuerdo con el **objetivo específico 1**, se ha establecido que, entre los años 1965 y 2019, la estación CO-Cajabamba exhibió una significativa variabilidad interanual de temperaturas. Los análisis revelan que el promedio anual

de la temperatura máxima osciló entre 20,3 °C y 24,7 °C, mientras que la mínima fluctuó entre 4,8 °C y 11,3 °C. Se han identificado anomalías térmicas de consideración que coinciden con el fenómeno ENSO, evidenciando así que los incrementos y descensos notables en las temperaturas están estrechamente ligados a los eventos climáticos extremos característicos de "El Niño" y "La Niña".

En referencia con las expresiones de Gil y Pérez (2019), se ha podido manifestar que el análisis de la variabilidad, en términos de valores de temperatura, corresponde a ser una realidad requerida para la valoración de las condiciones climáticas de una localidad, debido a que en coherencia con Caira et al. (2021), el examinar este tipo de realidades, permite que se pueda valorar el histórico de temperaturas extremas, comprendiendo la prevalencia de sequías o heladas, en donde de acuerdo con la investigación del autor señalado, aumentos inusuales de hasta 0.05 C°, pueden generar efectos negativos en el medio ambiente.

En coherencia con lo expresado, se ha podido confirmar que, la altitud de Cajabamba también influye en las variaciones térmicas. A medida que se asciende en altitud, la temperatura tiende a disminuir debido a la reducción de la presión atmosférica. Esto puede explicar, en parte, por qué se observan temperaturas mínimas más bajas en la región. Además, los patrones atmosféricos regionales y globales, como las corrientes de viento, las masas de aire y los sistemas climáticos, también desempeñan un papel importante en la variabilidad de las temperaturas. Eventos climáticos como El Niño y La Niña pueden tener un impacto significativo en las condiciones locales, resultando en cambios temporales en las temperaturas. Además, factores locales como la presencia de cuerpos de agua, que pueden tener un efecto moderador sobre las temperaturas, y la vegetación circundante, que influye en la humedad atmosférica y la retención de calor, también contribuyen a las fluctuaciones térmicas. En resumen, el comportamiento observado en los registros de temperatura en Cajabamba es el resultado de la compleja interacción de factores geográficos y climáticos, y comprender estos elementos es esencial para la planificación y la gestión de recursos en la región. Bajo la información manifestada anteriormente, Buthelezi et al. (2020), exponen que los patrones térmicos no hacen más que afectar de forma directa en el ritmo estacional y diario

de las actividades biológicas, conllevando a que sean un factor clave para el cambio climático global.

Mientras que, en el caso del **objetivo específico 2**, el estudio ha determinado una notoria variabilidad interanual en las lluvias de la estación CO-Cajabamba durante los años 1965 a 2019. Se observaron precipitaciones con una amplitud que abarca desde el mínimo de 257,2 milímetros en 1980 hasta el pico máximo de 1,611 milímetros en 1993. Durante este período, se detectaron intervalos de sequía pronunciada al igual que años con índices de lluvia inferiores y superiores a la media climatológica. Tal variabilidad exhibió una correlación significativa con las fases del fenómeno ENSO, reflejando anomalías considerables asociadas tanto a sus etapas cálidas como a las frías, manifestándose en anomalías extremas de déficit y superávit pluviométricos en años concretos.

Bajo los señalamientos planteados, se ha podido establecer que Caira et al. (2021), expone el interés que se debe de tener no solo en los cambios de temperatura, sino en la precipitación, debido a que estas modificaciones pluviales pueden generar que los cambios en el medio natural sean significativos, siendo defendido por Villar (2019), el cual ha manifestado que al examinar los efectos de variabilidad climática, no solo desde la temperatura, sino desde la precipitación, se puede generar una afectación nociva en la seguridad alimentaria, como consecuencia de alteraciones que llegan a aumentar la complejidad en el control de los medios naturales en sí mismo., en donde Luna y Naquiche (2020), señalan que en el 80.11% de los casos de mayores humedades en el medio ambiente, pueden generar alteraciones meteorológicas considerables.

La información sobre los registros de precipitación es esencial para comprender la dinámica hidro climática local y es fundamental para la toma de decisiones en la gestión de recursos hídricos, la agricultura y la mitigación de riesgos asociados con eventos climáticos extremos en el Distrito de Cajabamba. La interacción de estos factores climáticos y geográficos crea un panorama complejo que requiere un análisis detenido para comprender plenamente las causas subyacentes de la variabilidad en las precipitaciones en la región. Bajo las ideas expuestas, Abas et al. (2020), han defendido las coincidencias detectadas, destacando la importancia de poder mantener el análisis del seguimiento de la

distribución espacial, la cual hace referencia a la variación de cantidad de precipitación que se puede detectar dentro de una determinada área geográfica.

Así mismo, de acuerdo con el **objetivo específico 3**, el análisis llevado a cabo sobre los totales anuales de precipitación reveló una variabilidad climática interanual significativa, la cual se vinculó de manera directa al evento conocido como "El Niño Oscilación Sur". Este nexo se hizo evidente dado que las anomalías más destacadas en lo que respecta a lluvias tuvieron una coincidencia temporal con la ocurrencia de dicho evento climatológico.

Además, se identificó una evolución en las condiciones climáticas según Verdezoto et al. (2021), quienes señalaron que en Bolívar, a lo largo de los últimos 27 años, se ha observado una transformación constante en los patrones de precipitación. Esto ha alterado la estabilidad esperada para la agricultura, generando un contexto menos predecible para la producción de cultivos y afectando adversamente la sostenibilidad del entorno agrícola. Coincidiendo con estos hallazgos, Gil y Pérez (2019) resaltaron que en Murcia, a lo largo de tres décadas, la variabilidad climática ha intensificado la sensación térmica, instando a una evaluación exhaustiva de estas tendencias para diseñar estrategias proactivas orientadas a salvaguardar el bienestar de la comunidad.

En cuanto a las precipitaciones en Cajabamba, se puede atribuir parte de esta variabilidad a su situación geográfica y su exposición a sistemas meteorológicos del océano Pacífico. Las precipitaciones extremas en esta región pueden estar asociadas a fenómenos meteorológicos como tormentas o frentes, los cuales pueden ocasionar tanto lluvias copiosas como periodos de sequía. La presencia de años secos puede ser un reflejo de la variabilidad cíclica de patrones climáticos, como se evidencia por las fluctuaciones del Índice de Oscilación del Sur (SOI). En esencia, la dinámica del clima en Cajabamba emerge de una compleja interacción entre distintos elementos climáticos y topográficos, lo cual exige un análisis pormenorizado y focalizado para comprender cabalmente sus causas y repercusiones en la zona. En esta línea, Andriano y Behrman (2020) han subrayado que el concepto de cambio puede evolucionar con el tiempo, basado en los registros de máximas y mínimas, lo que puede repercutir en variaciones en la

velocidad del viento, la precipitación, la presión atmosférica, la temperatura o la humedad.

VI. CONCLUSIONES

Respecto al objetivo general, se ha concluido de acuerdo con la prueba de Mann Kendall, la investigación reveló que tanto la temperatura mínima como la temperatura máxima en la región muestran una tendencia ascendente, registrando incrementos promedio de 0,085 °C por año y 0,035 °C por año, respectivamente.

Se ha concluido respecto al objetivo específico 1, que la investigación ha determinado que la variabilidad térmica interanual en la estación CO-Cajabamba durante el período 1965-2019 ha sido significativa. Los promedios anuales de temperatura máxima demostraron variabilidad, destacándose un rango entre los 20,3 °C y los 24,7 °C, y la temperatura mínima fluctuó entre 4,8 °C y 11,3 °C. Se registraron algunas anomalías térmicas marcadas en correlación con el fenómeno ENSO. La influencia de eventos climáticos extremos fue palpable, poniendo en evidencia la íntima relación entre la variabilidad de las temperaturas y el comportamiento de los fenómenos "El Niño" y "La Niña".

Se ha concluido respecto al objetivo específico 2, que la investigación ha determinado que en la estación CO-Cajabamba la variabilidad interanual de la precipitación en el período comprendido entre 1965 y 2019 fue notable, con valores fluctuantes que incluyen el mínimo registrado de 257,2 mm en 1980 y el máximo de 1,611 mm en 1993. Se registraron episodios de sequía notable, así como años con precipitaciones inferiores y superiores a los promedios climáticos estipulados. Observándose una influencia significativa de los patrones del fenómeno ENSO en dicha variabilidad, evidenciada a través de marcadas anomalías ligadas tanto a fases cálidas como frías del evento, esto se refleja en las anomalías extremas tanto de déficit como de exceso pluviales durante años específicos.

Se ha concluido respecto al objetivo específico 3, que durante el análisis de los acumulados anuales de precipitación, se constató una considerable variabilidad climática entre años, la cual se asoció estrechamente con el fenómeno "El Niño Oscilación Sur". Este vínculo quedó patente ya que las anomalías más pronunciadas en términos de precipitaciones coincidieron temporalmente con la manifestación de este fenómeno climático.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al alcalde de la Municipalidad de Cajabamba implementar un programa de monitoreo y adaptación climática que incorpore tecnologías de teledetección y sistemas de información geográfica para capturar, analizar y modelar las variaciones de temperatura y precipitación en el periodo 1965-2019. Este programa deberá ir acompañado de la creación de una comisión multidisciplinaria que evalúe los riesgos asociados a la variabilidad climática y proponga medidas de mitigación. El objetivo es establecer políticas públicas basadas en evidencia científica, que permitan anticipar desafíos ambientales y sociales, y fomentar la resiliencia de las comunidades locales ante el cambio climático.

Se sugiere al alcalde del distrito de Cajabamba que impulse la ejecución de un proyecto integral de caracterización climática, centrado en la variabilidad térmica interanual en el período comprendido entre 1965 y 2019. Este proyecto debe contemplar la colaboración con institutos de investigación climática y universidades, con el fin de emplear modelos estadísticos y climatológicos avanzados que proporcionen un diagnóstico detallado y permitan la formulación de un plan de acción local. La finalidad es modelar escenarios futuros y establecer estrategias de desarrollo urbano y rural que incorporen la gestión de temperaturas, así como mejorar la eficacia de los sistemas de alerta temprana para proteger la agricultura, la salud y la infraestructura del distrito.

Se recomienda a los investigadores que trabajan en hidrología y gestión de recursos hídricos implementar modelos predictivos de precipitación con un enfoque multimodal que considere no solo datos históricos, sino también patrones atmosféricos y oceanográficos relevantes, para ofrecer una comprensión más robusta de la variabilidad interanual de la precipitación en el distrito de Cajabamba. Al hacerlo, se podrán desarrollar estrategias de adaptación más eficientes para la planificación a largo plazo en el manejo de cuencas y sistemas de agua, contribuyendo de esta manera a la seguridad hídrica de la región y mitigando posibles impactos negativos sobre la población y la agricultura, los cuales son críticamente dependientes del régimen de lluvias.

Se recomienda a los expertos en estudios climáticos a nivel regional, particularmente aquellos enfocados en el análisis de impactos ambientales en zonas susceptibles a la variación climática, emplear un enfoque interdisciplinario que integre observaciones satelitales de alta resolución y registros de isótopos estables en biomarcadores. Este enfoque permitirá una cuantificación más detallada de la magnitud del cambio climático en el distrito de Cajabamba desde 1965 hasta 2019. A través de esta integración de herramientas analíticas, los investigadores pueden revelar la influencia antropogénica específica y las fluctuaciones naturales del clima, lo que resultaría en la formulación de políticas públicas más informadas y efectivas para contrarrestar los efectos adversos del cambio climático en el ámbito local.

REFERENCIAS

ABAS, M., MOHD, A., MD, A, MOHD, M., HASSIN, N., YUSOFF, A. y WEE, S. Paddy farmers perceived the socio-economic impacts of climate change: A case study in pasir mas, kelantan [En línea] 2020. *Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 549 n°1. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1088/1755-1315/549/1/012075

AHMAD, S., PURWANTO, M., SAPEI, A., y WIDIATMAKA, G. Dynamic models of water conservation in sustainable palm oil plantations [En línea] 2021. *Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series*, 1899 n° 1. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1088/1742-6596/1899/1/012011

ALIM, A., y ANGGRAINI, R. Assessing indonesian sugarcane farmers' perceptions of climate change [En línea] 2021. *Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733 n° 1. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1088/1755-1315/733/1/012145

ANDRIANO, L., y BEHRMAN, J. The effects of growing-season drought on young women's life course transitions in a sub-saharan context [En línea] 2020. *Population Studies*, 74 n° 3. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1080/00324728.2020.1819551

ANTWI, S., ROLSTON, A., LINNANE, S., y GETTY, D. Communicating water availability to improve awareness and implementation of water conservation: A study of the 2018 and 2020 drought events in the republic of ireland [En línea] 2022. *Science of the Total Environment*, 17 n° 4. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1016/j.scitotenv.2021.150865

AZADI, H., KERAMATI, P., TAHERI, F., RAFIAANI, P., TEKLEMARIAM, D., GEBREHIWOT, K. y WITLOX, F. Agricultural land conversion: Reviewing drought impacts and coping strategies [En línea] 2019. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31 n° 1. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1016/j.ijdrr.2018.05.003

BAHINIPATI, C. Assessing the costs of droughts in rural india: A comparison of economic and non-economic loss and damage [En línea] 2020. *Current Science*, 118 n° 11. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.18520/cs/v118/i11/1832-1841

BAHTA, Y. Perception of agricultural drought resilience in south africa: A case of smallholder livestock farmers [En línea] 2021. *Jamba: Journal of Disaster Risk Studies*, 13 n° 1. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.4102/JAMBA.V13I1.984

BAHTA, Y., y MYEKI, V. Adaptation, coping strategies and resilience of agricultural drought in south africa: Implication for the sustainability of livestock sector [En línea] 2021. *Heliyon*, 7 n° 11. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1016/j.heliyon.2021.e08280

BAZZANA, D., MOBASSER, A., y VERGALLI, S. Less water, less oil: Policy response for the kenyan future, a CGE analysis [En línea] 2022. *Sustainability*, 89 n° 1. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.3390/su141811273

BOLLINGER, B., BURKHARDT, J., y GILLINGHAM, K. Peer effects in residential water conservation: Evidence from migration [En línea] 2020. *American Economic Journal: Economic Policy*, 12 n° 3. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1257/POL.20180559

BOLORINOS, J., RAJAGOPAL, R., y AJAMI, N. Do water savings persist? using survival models to plan for long-term responses to extreme drought [En línea] 2022. *Environmental Research Letters*, 17 n° 9. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1088/1748-9326/ac8b22

BRUGGER, A., TOBIAS, R. Y MONGE, F. Public Perceptions of Climate Change in the Peruvian Andes [En línea] 2021. *Sustainability*, 13 n°5. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2677>

BUTHELEZI, N., RAWLINS, B., ILESANMI, K., y OLADEJO, A. Economic impacts of drought on water users of umhlathuze municipality of south africa [En línea] 2020.

Journal of Human Ecology, 69 n° 1. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023].
Disponibile en: doi:10.31901/24566608.2020/69.1-3.3211

BUZÁSI, A., PÁLVÖLGYI, T., y ESSES, D. ought-related vulnerability and its policy implications in hungary [En línea] 2021. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 26 n° 3. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1007/s11027-021-09943-8

CAIRA, C., LÓPEZ, C. y CARHUARUPAY, Y. Efecto de la temperatura y precipitación sobre la agricultura en la cuenca Coata-Puno, Perú [En línea]. 2021. *Revista Alfa*, 5 n° 14 [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/126>

CARRILLO, J. Variabilidad Climática en relación con datos meteorológicos en la región de Cajamarca Del 2005 Al 2020: Análisis Estadístico [En línea]. 2022. *Revista Científica: BIOTECH AND ENGINEERING*, 2 n° 1 [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <http://revistas.untels.edu.pe/index.php/files/article/view/42>

CASAVARDE, J. *Variabilidad climática en los sistemas familiares de producción agrícola en el distrito de Huancaray, Apurímac* [Informe de pregrado]. Apurímac. Universidad César Vallejo. 2021. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023].

Disponibile

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/76364/Casaverde_QJI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

COHEN, N. y GÓMEZ, G. Metodología de la investigación ¿Para qué? Editorial Teseo. 2019. Disponible en https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf

CÓRDOVA, S. *Generación de escorrentía en la Cuenca del río Huayo bamba – San Marcos a partir de información climática* [Informe de pregrado]. Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 2018. [Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2023].

Disponibile

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2588/TESIS%20PROFESIONAL%20.pdf?sequence=1>

COSTA, C. Understanding and reducing climate risks: The impact of innovative policies for sustainable drought response in cabo verde [En línea] 2020. *Estudios Geograficos*, 81 n° 288. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.3989/estgeogr.202048.028

DURRANI, H., SYED, A., KHAN, A., TAREEN, A., DURRANI, N., y KHWAJAKHAIL, B. Understanding farmers' risk perception to drought vulnerability in balochistan, pakistan [En línea] 2021. *AIMS Agriculture and Food*, 399 n° 1. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.3934/AGRFOOD.2021006

EDWARDS, B., GRAY, M., y BORJA, J. Measuring natural hazard-related disasters through self-reports [En línea] 2021. *International Journal of Disaster Risk Science*, 12 n° 4. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en: doi:10.1007/s13753-021-00359-1

FLORES, A. y TORRES, J. (2022). *Análisis cuantitativo de variabilidad climática en relación a la pérdida superficial con datos Landsat en nevados peruanos 2010-2020* [Informe de pregrado]. Perú. Universidad Peruana Unión. 2022. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/5414>

GAIBOR, N., LÓPEZ, O., VALLEJO, M. y ARREGUÍN, M. Análisis de la variabilidad climática utilizando producto satelital MERRA 2 para la microcuenca del Río Chazo Juan-Bolívar Ecuador [En línea]. 2023. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 1 n° 2. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8936424>

GARCÍA, C. y DURÁN, S. Variabilidad climática en la cuenca hidrográfica del río Chalpi Grande en Napo-Ecuador [En línea]. 2023. *Enfoque UTE*, 14 n° 1 [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422023000100001

GIL, S. y PÉREZ, A. Variabilidad climática y patrones termopluviométricos en Murcia (1863-2017). Técnicas de análisis climático en un contexto de cambio global [En línea]. 2019. *Investigaciones geográficas*, 1 n° 71 [Fecha de consulta: 12 de

septiembre del 2023]. Disponible <https://www.redalyc.org/journal/176/17664420002/17664420002.pdf>

HERNÁNDEZ, R.; MENDOZA, R. y FERNÁNDEZ, C. Metodología de la investigación. Editorial Mc Graw Hill Education. 2018. Disponible en <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodología%20de%20la%20Investigación%20SAMPLERI.pdf>

HUAMÁN, F.; VENEROS, W. *Variabilidad climática y ocurrencia de sequías en la región de Cajamarca* [Informe técnico]. Perú. Ministerio del Ambiente. 2017. [Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2023]. Disponible https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/119/Sequías%20en%20la%20región%20Cajamarca_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HURTADO, G. Estadísticas de sequías y heladas meteorológicas en Colombia. IDEAM. 1996. Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5840&shelfbrowse_itemnumber=5944

JARAMILLO, K. *Análisis de la variabilidad climática en el Cantón Tosagua provincia de Manabí* [Informe de pregrado]. Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador. 2020. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARAMILLO%20SINCHE%20KELLY%20STEFANIA_compressed.pdf

JARAMILLO, T. *Efectos del cambio climático en la variabilidad climática, percepción del agricultor y dinámica de cultivos en tres localidades aledañas del distrito San José del Alto, Jaén, Cajamarca, 2018* [Informe de pregrado]. Amazonas. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza De Amazonas. 2020. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2239>

LUNA, K. y NAQUICHE, D. *Impacto de la variabilidad climática en los componentes ecológicos de los Pantanos de Villa mediante el Sistema de Información Geográfica, 2000-2020* [Informe de pregrado]. Perú. Universidad César Vallejo. 2020. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59103/Luna_AKK-Naquiche_YDL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MARTÍNEZ, J. *Alteración del clima en la provincia de Huaraz como consecuencia del cambio climático, periodo 1986-2027, Ancash, 2018* [Informe de pregrado]. Perú. Universidad César Vallejo. 2018. [Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2023]. Disponible

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30025/Martinez_RJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MEJÍAS, S. Cultura y cambio climático [En línea]. 2021. *Revista equidad*, 4 (2) [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible en:

<http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/Revequidad/article/view/1211>

OGDEN, N., BEN, C., GINSBERG, H. y TSAO, J. Possible Effects of Climate Change on Ixodid Ticks and the Pathogens They Transmit: Predictions and Observations [En línea] 2021. *Journal of Medical Entomology*, 58 n° 4. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <https://acortar.link/DtOVs7>

ONM. Guía de prácticas climatológicas. Organización Meteorológica Mundial. 2011. Disponible en:

[https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vffcz55\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2394701](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vffcz55))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2394701)

QUISPE, K. y HUANCA, C. *Variabilidad climática y percepciones ambientales del Centro Poblado Valle Oscoroque del Distrito de Crucero – Puno* [Informe de pregrado]. Puno. Universidad Peruana Unión. 2020. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3212/Katherine_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ROJAS, G. *Análisis de correlación y tele conexión entre las precipitaciones extremas recurrentes del norte del Perú y anomalías de temperatura superficial del mar* [Informe de pregrado]. Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2022. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659068>

SENAMHI. Guía de Prácticas del I Seminario Taller Agrometeorológico. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2002. Disponible en:

<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01405SENA-6.pdf>

SILVA, C. *Variabilidad climática local y prevalencia de la malaria en Iquitos, periodo 2000-2015* [Informe de posgrado]. Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 2018. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5817/Claudia_Tesis_Maestria_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SOLANO, S. Forzamiento radiativo de la Concentración de material particulado entre la ciudad de Huancayo y la Amazonia de Brasil en el periodo 2020 [Informe de pregrado]. Lima. Universidad César Vallejo. 2021. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70913/Solano_NSE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VENEROS, W. *Variabilidad climática y ocurrencia de sequías en la cuenca del río cajamarquino durante el período 1998 - 2018* [Informe de posgrado]. Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. 2021. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/4567>

VERDEZOTO, F., MUYULEMA, J., SERRANO, A. y VERDEZOTO, L. Evaluación de la variabilidad climática en el cantón Chillanes mediante los parámetros de la precipitación y la temperatura [En línea]. 2021. *Alpha publicaciones*, 3 n° 4 [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible. <https://alfapublicaciones.com/index.php/alfapublicaciones/article/view/125/377>

VILLAR, L. *Efectos de la variabilidad climática (temperatura y precipitación) en la seguridad alimentaria en Acomayo – Cusco* [Informe de posgrado]. Cusco. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2019. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3866>

YUPANQUI, M. *Determinación de la variabilidad climática y cambio climático en el distrito de Sicuani - Cusco, de 1981 al 2021* [Informe de pregrado]. Colombia. Universidad Continental. 2023. [Fecha de consulta: 07 de julio del 2023]. Disponible <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12515>

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

Problemas de investigación	Objetivos de investigación	Hipótesis de investigación	Variables	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable 1	Tipo de investigación
¿Cuál es la variabilidad climática mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el Distrito de Cajabamba, periodo 1965 – 2019?	Determinar la variabilidad climática mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el Distrito de Cajabamba, periodo 1965 – 2019	Existe variabilidad climática significativa respecto al análisis de la temperatura y la precipitación en el Distrito de Cajabamba, periodo 1965 – 2019	Variabilidad climática	Tipo descriptivo Enfoque cuantitativo Longitudinal
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones	Diseño de la investigación:
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la variabilidad térmica interanual durante el período 1965 hasta el 2019 en el distrito Cajabamba? • ¿Cuál es la variabilidad interanual de la precipitación durante el periodo 1965 hasta el 2019 en el distrito de Cajabamba? • ¿Cuál es la magnitud del cambio climático, expresados en los valores de temperatura y precipitación, en el distrito de Cajabamba durante el período 1965 - 2019? 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la variabilidad térmica interanual durante el período 1965 hasta el 2019 en el distrito Cajabamba. • Definir la variabilidad interanual de la precipitación durante el periodo 1965 hasta el 2019 en el distrito de Cajabamba. • Determinar la magnitud del fenómeno de cambio climático durante el periodo 1965 hasta el 2019 en el distrito de Cajabamba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe una evidente variabilidad térmica interanual durante el período 1965-2019 en el distrito de Cajabamba. • Existe una notoria variabilidad interanual de las precipitaciones durante el período 1965-2019 en el distrito de Cajabamba • Se ha producido cambio climático en los valores de temperatura y precipitación en el distrito de Cajabamba durante el período 1965-2019. 	Comportamiento de la variabilidad climática Periodos extremos climáticos <hr/> Variable 2 Análisis de la temperatura y precipitación <hr/> Dimensiones Análisis de la temperatura Análisis de la precipitación	Diseño no experimental Población y muestra Población: Años 1995 – 2019 Muestra: Años 1995 – 2019 Técnica de recolección de datos Análisis documental Instrumento Guía de análisis documental

Anexo 2 Matriz de

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
Variable independiente: Variabilidad climática	Corresponde a entenderse como aquella disposición natural de patrones del clima, los cuales permiten un análisis externo en base a la periodicidad de una amenaza (Casaverde, 2021).	Incurriendo en el empleo de la guía de análisis documental, se pudo valorar el comportamiento que se llegó a tener en cuanto a la disposición climática y los periodos extremos alcanzados.	Comportamiento de la variabilidad climática	Temperatura Precipitación	Nominal	Guía de análisis documental
			Periodos extremos climáticos	Sequía Helada		
Variable dependiente: Análisis de la temperatura y precipitación	Corresponde a establecer la evaluación de los máximos y mínimos en referencia de la temperatura y precipitación de una localidad en estudio (Silva, 2018).	Mediante el empleo de la guía de análisis documental, se estableció la posibilidad de analizar el comportamiento histórico de la temperatura y la precipitación dentro de la localidad en estudio.	Análisis de la temperatura	Máximos Mínimos	Nominal	Guía de análisis documental
			Análisis de la precipitación	Medios		



“Determinación de la Variabilidad Climática Mediante el Análisis de Temperatura y Precipitación en el Distrito de Cajabamba, Periodo 1965-2019”

Variable	Dimensiones	Indicadores	Años				
			1	2	3	4
Variable independiente: Variabilidad climática	Comportamiento de la variabilidad climática	Temperatura Precipitación					
	Periodos extremos climáticos	Sequía Helada					
Variable dependiente: Análisis de la temperatura y precipitación	Análisis de la temperatura	Máximos Mínimos Medios					
	Análisis de la precipitación						

Anexo 4 Ficha técnica de instrumento

Variable: Variabilidad climática

Universidad: Universidad César Vallejo

Autor: Casaverde Quispe, Johana Isabel

Año: 2021

Lugar: Perú

Título: Variabilidad climática en los sistemas familiares de producción agrícola en el distrito de Huancaray, Apurímac.

Duración: 20 minutos

Valoración: Para la presente investigación, se ha considerado la escala Likert de valoración

Profesionales validadores: Dr. Benites Alfaro, Elmer

Link:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/76364/Casaverde_QJI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Variable: Análisis de la temperatura y precipitación

Universidad: UNAP

Autor: Casaverde Quispe, Johana Isabel

Año: 2018G

Lugar: Perú

Título: VARIABILIDAD CLIMÁTICA LOCAL Y PREVALENCIA DE LA MALARIA EN IQUITOS, PERIODO 2000-2015

Duración: 20 minutos

Valoración: Para la presente investigación, se ha considerado la escala Likert de valoración

Profesionales validadores: Mgr. PAOLA TATIANA MENDOZA DEL RIO

Link:

https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5817/Claudia_Tesis_Maestria_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexo 5 Base de datos

	Temperatura °			Variabilidad temperatura °			Precipitación (mm)			Variabilidad precipitación (mm)			Sequía	Helada
	Min	Med	Máx	Min	Med	Máx	Min	Med	Máx	Min	Med	Máx		
1965	7.96	15.17	22.38											
1966	8.02	15.21	22.40	0.06	0.04	0.01								
1967	8.08	15.24	22.41	0.06	0.04	0.01	2.60	75.47	183.40					
1968	8.14	15.28	22.42	0.06	0.04	0.01	0.80	59.04	139.40	-1.80	-16.43	-44.00		
1969	8.20	15.31	22.43	0.06	0.04	0.01	0.00	58.08	138.40	-0.80	-0.96	-1.00		
1970	8.26	15.35	22.44	0.06	0.04	0.01	3.80	69.21	147.00	3.80	11.13	8.60		
1971	8.32	15.39	22.46	0.06	0.04	0.01	8.30	93.65	266.10	4.50	24.44	119.10		
1972	8.38	15.42	22.47	0.06	0.04	0.01	16.00	90.25	249.50	7.70	-3.40	-16.60		
1973	8.44	15.46	22.48	0.06	0.04	0.01	13.20	96.96	200.80	-2.80	6.71	-48.70		
1974	8.50	15.50	22.49	0.06	0.04	0.01	2.70	84.67	241.80	-10.50	-12.29	41.00		
1975	8.56	15.53	22.51	0.06	0.04	0.01	27.80	97.23	282.40	25.10	12.56	40.60		
1976	8.62	15.57	22.52	0.06	0.04	0.01	0.00	66.08	185.10	-27.80	-31.14	-97.30		
1977	8.68	15.61	22.53	0.06	0.04	0.01	3.60	85.69	169.40	3.60	19.61	-15.70		
1978	8.74	15.64	22.54	0.06	0.04	0.01	0.00	58.13	102.80	-3.60	-27.56	-66.60		
1979	8.80	15.68	22.56	0.06	0.04	0.01	0.00	58.08	189.20	0.00	-0.06	86.40		
1980	8.86	15.72	22.57	0.06	0.04	0.01	0.00	21.43	77.00	0.00	-36.64	-112.20		
1981	8.92	15.75	22.58	0.06	0.04	0.01	0.00	65.57	237.40	0.00	44.13	160.40		
1982	8.98	15.79	22.59	0.06	0.04	0.01	2.50	83.98	184.70	2.50	18.41	-52.70		
1983	9.04	15.82	22.60	0.06	0.04	0.01	7.60	90.66	191.70	5.10	6.68	7.00		
1984	9.11	15.86	22.62	0.06	0.04	0.01	3.50	61.47	108.30	-4.10	-29.19	-83.40		
1985	9.17	15.90	22.63	0.06	0.04	0.01	0.50	58.10	159.70	-3.00	-3.37	51.40		
1986	9.28	16.07	22.86	0.11	0.17	0.23	5.50	80.94	166.20	5.00	22.84	6.50		
1987	9.94	16.77	23.59	0.66	0.70	0.73	10.00	82.79	247.10	4.50	1.85	80.90		
1988	9.62	16.22	22.81	-0.32	-0.55	-0.78	3.00	90.10	256.30	-7.00	7.31	9.20		
1989	9.00	15.77	22.55	-0.62	-0.45	-0.26	0.00	86.68	188.00	-3.00	-3.43	-68.30	X	
1990	9.50	15.87	22.24	0.50	0.10	-0.31	1.20	91.63	232.50	1.20	4.96	44.50		
1991	8.88	16.10	23.31	-0.62	0.23	1.07	0.00	63.40	176.00	-1.20	-28.23	-56.50		
1992	9.47	16.36	23.25	0.59	0.26	-0.06	1.50	56.39	162.00	1.50	-7.01	-14.00	X	
1993	10.03	16.38	22.72	0.56	0.02	-0.53	0.50	137.86	309.00	-1.00	81.47	147.00	X	
1994	9.31	15.79	22.26	-0.72	-0.59	-0.46	1.00	103.53	248.20	0.50	-34.33	-60.80	X	
1995	9.45	16.58	23.70	0.14	0.79	1.44	1.00	83.13	237.40	0.00	-20.39	-10.80		
1996	9.12	15.74	22.37	-0.33	-0.84	-1.33	0.00	88.02	233.20	-1.00	4.88	-4.20	X	
1997	9.12	15.95	22.79	0.00	0.21	0.42	0.00	73.82	184.70	0.00	-14.20	-48.50	X	
1998	10.54	16.80	23.06	1.42	0.85	0.27	0.00	110.43	296.30	0.00	36.62	111.60	X	

1999	10.37	16.18	21.99	-0.17	-0.62	-1.07	3.10	92.28	319.70	3.10	-18.15	23.40	
2000	10.12	16.12	22.12	-0.25	-0.06	0.13	2.30	77.52	228.90	-0.80	-14.77	-90.80	X
2001	10.68	16.38	22.08	0.56	0.26	-0.04	0.00	96.03	244.20	-2.30	18.52	15.30	
2002	10.90	16.64	22.39	0.22	0.26	0.31	0.00	95.48	329.50	0.00	-0.56	85.30	X
2003	10.61	16.81	23.01	-0.29	0.17	0.62	0.00	72.74	140.70	0.00	-22.73	-188.80	X
2004	10.40	16.65	22.89	-0.21	-0.16	-0.12	3.10	76.58	158.60	3.10	3.83	17.90	X
2005	10.38	16.76	23.14	-0.02	0.11	0.25	1.40	73.53	172.60	-1.70	-3.04	14.00	
2006	10.45	16.58	22.72	0.07	-0.18	-0.42	4.40	86.09	276.40	3.00	12.56	103.80	
2007	10.31	16.49	22.68	-0.14	-0.09	-0.04	0.00	90.95	319.20	-4.40	4.86	42.80	
2008	10.25	16.19	22.13	-0.06	-0.30	-0.55	4.80	82.63	167.60	4.80	-8.32	-151.60	
2009	10.81	16.50	22.18	0.56	0.31	0.05	7.90	111.80	228.30	3.10	29.17	60.70	
2010	10.81	16.95	23.09	0.00	0.45	0.91	1.10	64.36	126.40	-6.80	-47.44	-101.90	X
2011	10.32	16.20	22.07	-0.49	-0.75	-1.02	3.70	83.46	234.50	2.60	19.10	108.10	X
2012	10.50	16.38	22.26	0.18	0.18	0.19	0.00	89.12	244.60	-3.70	5.66	10.10	
2013	10.79	16.94	23.09	0.29	0.56	0.83	3.00	88.42	278.50	3.00	-0.70	33.90	X
2014	10.88	17.12	23.35	0.09	0.18	0.26	0.00	87.63	199.60	-3.00	-0.79	-78.90	
2015	11.27	17.57	23.80	0.39	0.45	0.45	0.00	63.75	212.90	0.00	-23.88	13.30	
2016	11.33	18.03	24.73	0.06	0.46	0.93	0.00	64.74	191.30	0.00	0.99	-21.60	X
2017	10.79	17.10	23.41	-0.54	-0.93	-1.32	2.05	82.69	220.29	2.05	17.94	28.99	
2018	11.16	17.10	23.03	0.37	0.00	-0.38	2.26	81.86	210.40	0.21	-0.83	-9.89	
2019	11.22	17.13	23.05	0.06	0.04	0.01	2.00	81.78	214.68	-0.25	-0.08	4.28	

Obtenidos de Córdova (2018), periodo 1967 - 2016

Obtenidos de Huamán y Veneros (2017), periodo 1987 - 2016

Obtenidos de Martínez (2018), periodo 1986 - 2017

Obtenidos de Martínez (2018), periodo 1986 - 2017, de acuerdo con las proyecciones recomendadas ($y = 0.0123x + 22.629$ para temperatura máxima, $y = 0.0605x + 9.1656$ para temperatura mínima y $y = 0.0364x + 15.897$ para temperatura promedio, tomando como referencia a "X = Año a estimar - 1986 + 1", "Y" temperatura)

Datos tomados del promedio de los últimos 10 datos registrados, al no encontrar fuentes confiables que lo validen