

Artículo original

Variabilidad climática interanual en la zona urbana de la ciudad de Chachapoyas, Perú (2017-2024)

Interannual climate variability in the urban area of the city of Chachapoyas, Peru (2017-2024)

Juan Romero-Moncada* 

Facultad de Ingeniería Ambiental, Biosistemas y de la Energía (FIABE), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.

*Autor de correspondencia:
Juan Romero-Moncada, email:
juan.romero@untrm.edu.pe

Historial del artículo
Recibido: 24 de febrero del 2026
Aceptado: 09 de abril del 2026
Publicado: 14 abril del 2026

RESUMEN

La variabilidad climática constituye un factor determinante en la dinámica ambiental y en la planificación urbana de ciudades andinas. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la variabilidad climática del barrio Higos Urco, ubicado en la ciudad de Chachapoyas, durante el periodo 2017–2024. Se empleó un diseño no experimental basado en análisis documental, utilizando registros históricos de temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación pluvial y radiación solar provenientes de la Estación Meteorológica del INDES-CES. Los datos fueron sometidos a análisis estadístico para determinar variaciones porcentuales y tendencias temporales. Los resultados mostraron una temperatura promedio anual de 15,5 °C, con un máximo de 16,71 °C en marzo de 2023 y un mínimo de 13,75 °C en junio de 2020. La humedad relativa presentó un promedio anual de 83,4 %, mientras que la presión atmosférica alcanzó un promedio de 773,5 mb. La precipitación pluvial registró valores promedio de 0,03 mm, evidenciando periodos sin precipitación, y la radiación solar mostró un promedio anual de 156,3 W/m². Las variaciones observadas evidencian fluctuaciones interanuales en las variables analizadas durante el periodo evaluado. Los patrones identificados coinciden temporalmente con antecedentes reportados para eventos de escala regional, como el fenómeno El Niño–Oscilación del Sur (ENSO). La información generada constituye una línea base reciente que puede contribuir a futuros estudios climáticos y a la planificación ambiental y urbana local.

Palabras clave: Clima, ENSO, meteorología, urbanismo, variabilidad.

ABSTRACT

Climate variability represents a key factor influencing environmental dynamics and urban planning in Andean cities. The present study aimed to analyze climate variability in the Higos Urco neighborhood, located in the city of Chachapoyas, Peru, during the period 2017–2024. A non-experimental research design based on documentary analysis was applied using historical records of temperature, relative humidity, atmospheric pressure, rainfall, and solar radiation obtained from the INDES-CES Meteorological Station. Data were statistically analyzed to identify percentage variations and temporal trends. The results showed an average annual temperature of 15.5 °C, with a maximum of 16.71 °C recorded in March 2023 and a minimum of 13.75 °C in June 2020. Relative humidity averaged 83.4%, while atmospheric pressure reached an annual mean of 773.5 mb. Average annual rainfall was 0.03 mm, including periods without precipitation, and solar radiation presented a mean value of 156.3 W/m². The observed variations demonstrate interannual fluctuations in the analyzed variables during the evaluation period. The identified patterns coincide temporally with reported events of regional scale, such as the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon. The information generated constitutes a recent baseline that can contribute to future climate studies and local environmental and urban planning.

Keywords: Climate, ENSO, meteorology, urbanism, variability.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático constituye uno de los principales desafíos ambientales a escala global debido a su influencia directa so-

bre los sistemas naturales, productivos y sociales, manifestándose mediante alteraciones en la temperatura, la precipitación, la humedad y otros elementos climáticos (IPCC, 2021; MINAM, 2020). En las regiones andinas del Perú, estos cambios se pre-

sentan con particular intensidad, generando impactos en actividades agrícolas tradicionales y en la disponibilidad de recursos naturales (Espinoza et al., 2021; SENAMHI, 2019).

En la ciudad de Chachapoyas, la variabilidad climática ha sido asociada a modificaciones en las condiciones ambientales locales que influyen en actividades productivas representativas, como el cultivo de palta en el barrio Higos Urco. Estudios realizados en la región Amazonas indican que las fluctuaciones climáticas vinculadas al cambio climático y a fenómenos de escala regional, como el fenómeno El Niño–Oscilación del Sur (ENSO), pueden generar efectos significativos en la productividad agrícola y en la dinámica ambiental regional (Huamán y Machuca, 2023; Rascón et al., 2021; SENAMHI, 2020).

La precipitación pluvial presenta una elevada variabilidad temporal y espacial en la zona de estudio. Investigaciones previas han identificado alternancias entre periodos secos y húmedos mediante el uso de índices climáticos estandarizados, evidenciando patrones de irregularidad en los regímenes de lluvia característicos de la región andino-amazónica (Rascón et al., 2021). Estos comportamientos han sido relacionados tanto con procesos de variabilidad climática regional como con la dinámica del ENSO y tendencias asociadas al cambio climático global (IPCC, 2021; MINAM, 2021).

Asimismo, estudios recientes han demostrado la influencia de variables climáticas sobre otros sectores estratégicos, como el energético. Espinoza (2022) evidenció la relación entre radiación solar, temperatura y humedad relativa con el rendimiento de sistemas fotovoltaicos en Chachapoyas, resaltando la importancia de comprender el comportamiento climático local desde un enfoque integral.

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la variación interanual de la temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación pluvial e índice de radiación solar, a partir de los registros de la Estación Meteorológica del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) en Chachapoyas, correspondientes al periodo 2017–2024.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el campus universitario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), lugar dónde está ubicada la Estación Meteorológica del INDES-CES, ciudad de Chachapoyas, región Amazonas, Perú. El área forma parte del entorno urbano de la ciudad y se localiza en las inmediaciones de la Pampa Histórica de Higos Urco, delimitada por el jirón Higos Urco y avenidas principales de conexión urbana. Aunque no se dispone de información poblacional específica a nivel de barrio, el sector se encuentra dentro de una ciudad con aproximadamente 36 400 habitantes. El área presenta características propias de un es-

pacio urbano en proceso de consolidación, con dinámicas asociadas al crecimiento urbano, ordenamiento territorial y mejoras recientes en infraestructura vial y servicios básicos.

Diseño de investigación

La investigación presentó un diseño no experimental, de tipo documental y descriptivo, debido a que las variables de estudio no fueron manipuladas y se analizaron registros climáticos históricos previamente generados. El enfoque fue cuantitativo, orientado al análisis de la variabilidad temporal de variables climatológicas durante el periodo 2017–2024.

Fuentes de información y variables analizadas

Los datos climáticos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica del INDES-CES correspondiente al ámbito de estudio. Se utilizaron registros históricos mensuales de las siguientes variables: temperatura del aire (°C), humedad relativa (%), presión atmosférica (mb), precipitación pluvial (mm) e índice de radiación solar (W/m^2).

El periodo de análisis comprendió ocho años consecutivos (2017–2024), lo que permitió evaluar la variabilidad mensual e interanual de cada variable climatológica.

Procedimiento de análisis de datos

El procesamiento y análisis de la información se realizó mediante una secuencia metodológica orientada a garantizar la consistencia y reproducibilidad de los resultados. En primer lugar, se recopiló la base de datos digital proporcionada por la Estación Meteorológica del INDES-CES, verificando la continuidad temporal de los registros correspondientes al periodo de estudio.

Posteriormente, los datos fueron revisados con el fin de identificar valores atípicos, inconsistencias y registros incompletos, realizándose la depuración de anomalías evidentes para asegurar la confiabilidad de la información analizada. Los registros depurados se organizaron en matrices de datos mensuales y anuales utilizando hojas de cálculo en Microsoft Excel, separando cada variable climatológica para su análisis individual.

Para cada variable se calcularon medidas estadísticas descriptivas, incluyendo promedio, valores máximos y mínimos, así como desviación estándar. Asimismo, se determinó la variación porcentual con el propósito de identificar cambios temporales y fluctuaciones relevantes durante el periodo evaluado.

Los resultados fueron representados mediante gráficos estadísticos elaborados en Excel, tales como diagramas de líneas para tendencias temporales, histogramas, diagramas de barras verticales y horizontales y polígonos de frecuencia, lo que permitió facilitar la interpretación visual de la variabilidad climática y la comparación entre años y meses.

Los resultados del análisis del comportamiento interanual durante el periodo 2017–2024; se presentaron a partir de los registros mensuales de temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación pluvial e índice de radiación solar; obtenidos de la Estación Meteorológica del INDES-CES.

La información fue analizada mediante estadísticos descriptivos y representada gráficamente para identificar patrones temporales y variaciones interanuales.

RESULTADOS

Temperatura del aire

La temperatura promedio anual registrada fue de 15,5 °C, evidenciando oscilaciones moderadas a lo largo del periodo de estudio. El valor máximo alcanzó 16,71 °C en marzo de 2023, mientras que el mínimo fue de 13,35 °C en junio de 2020 (Figura 1). Se observó un patrón estacional definido, con temperaturas más elevadas entre enero y abril y valores más bajos durante junio y julio.

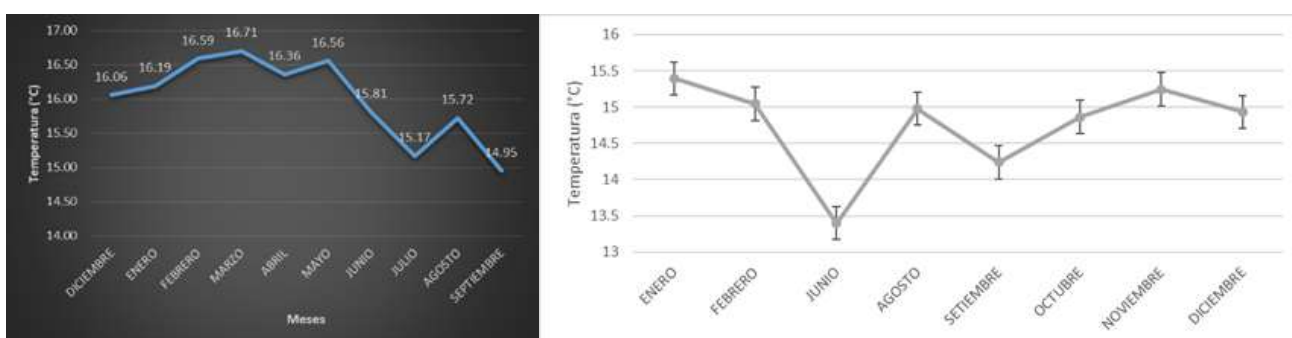


Figura 1. Valores de temperatura máximo y mínimo alcanzados durante el periodo 2017–2024.

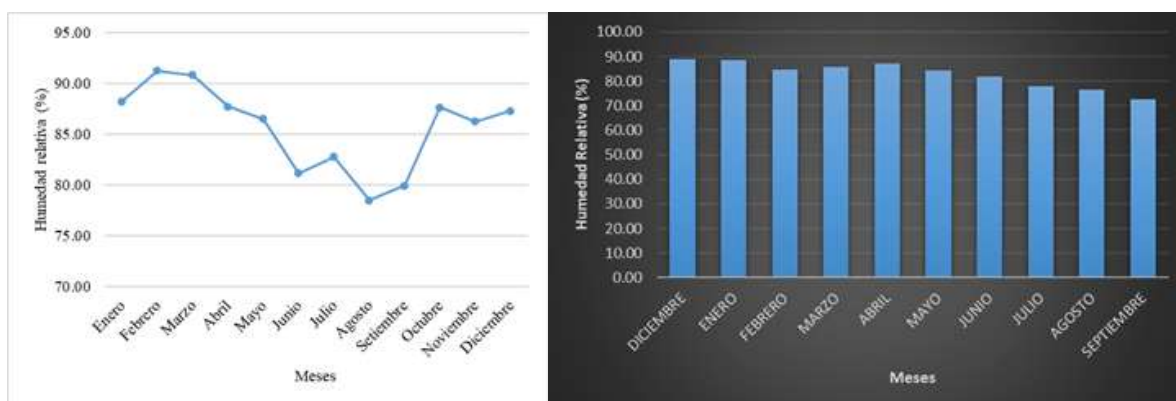


Figura 2. Valores de humedad relativa máximo y mínimo alcanzados durante el periodo 2017–2024.

Presión atmosférica

La presión atmosférica mostró una variación leve durante el periodo analizado, con un promedio anual de 773,5 mb. El máximo fue de 775,01 mb en julio de 2023 y el mínimo de 769,71 mb en noviembre de 2019 (Figura 3). Se identificó un comportamiento estacional, con valores ligeramente superiores durante el invierno austral (junio–agosto).

Humedad relativa

La humedad relativa presentó un promedio anual de 83,4 %, mostrando estabilidad interanual. El valor máximo registrado fue de 91,23 % en febrero de 2019 y el mínimo de 72,57 % en setiembre de 2023 (Figura 2). Los registros evidenciaron valores más altos durante la temporada lluviosa y una disminución progresiva en los meses secos.

Presión atmosférica

La presión atmosférica mostró una variación leve durante el periodo analizado, con un promedio anual de 773,5 mb. El máximo fue de 775,01 mb en julio de 2023 y el mínimo de 769,71 mb en noviembre de 2019 (Figura 3). Se identificó un comportamiento estacional, con valores ligeramente superiores durante el invierno austral (junio–agosto).

Precipitación pluvial

La precipitación pluvial presentó los valores más bajos entre las variables evaluadas, con un promedio anual de 0,03 mm. El valor máximo fue de 0,3785 mm en junio de 2020, mientras que se registraron periodos sin precipitación en julio de 2017 y 2023 (Figura 4). Los datos evidenciaron alta variabilidad interanual y predominio de registros bajos con incrementos puntuales durante la temporada húmeda.

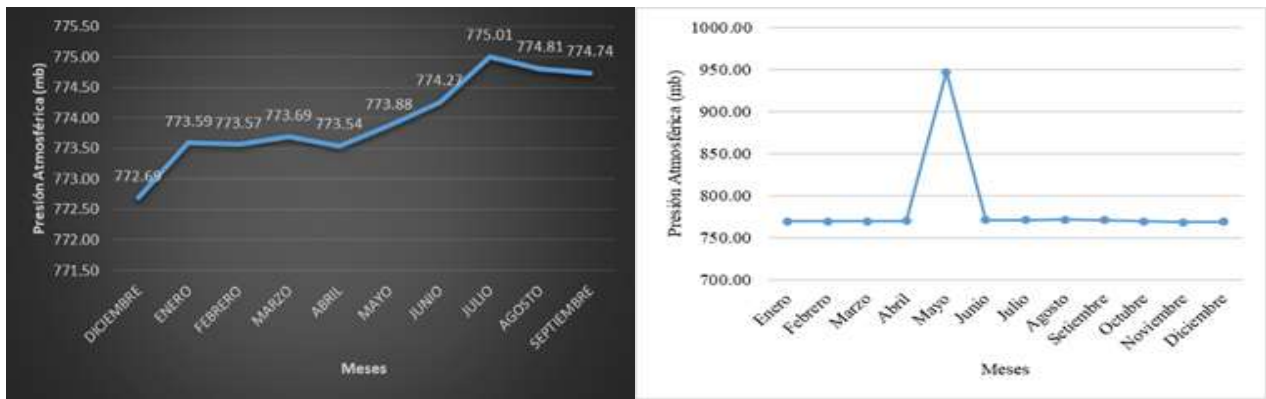


Figura 3. Valores de presión atmosférica máximo y mínimo alcanzados durante el periodo 2017–2024.

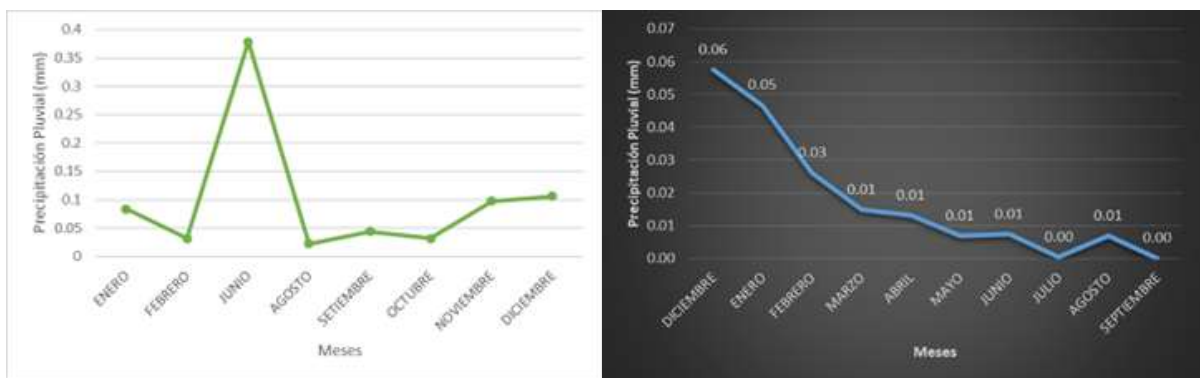


Figura 4. Valores de precipitación pluvial máximo y mínimo alcanzados durante el periodo 2017–2024.

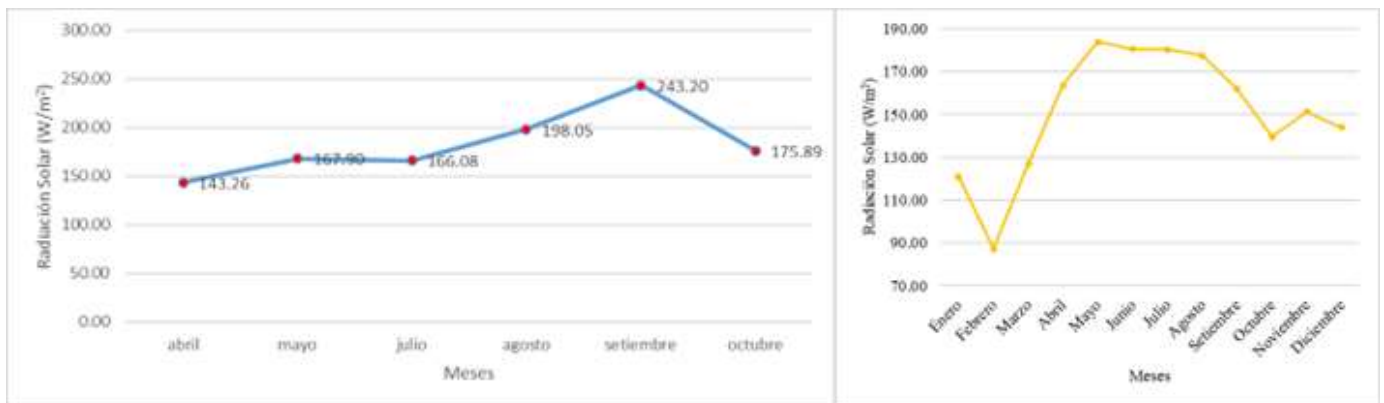


Figura 5. Valores del índice de radiación solar máximo y mínimo alcanzados durante el periodo 2017–2024.

Índice de radiación solar

El índice de radiación solar registró un promedio anual de 156,3 W/m². En la Figura 5 se observa el valor máximo registrado en setiembre de 2017 (243,20 W/m²) y el mínimo en febrero de 2019 (87,29 W/m²). La variable mostró una marcada

variación estacional, con mayores valores durante periodos de menor nubosidad y reducciones asociadas a mayor cobertura nubosa.

DISCUSIÓN

La evaluación de la temperatura en el barrio Higos Urco durante el periodo 2017–2024 muestra un comportamiento caracterizado por baja amplitud térmica interanual, oscilaciones marcadas por la estacionalidad andina, y un incremento sostenido de la temperatura media anual a partir de 2021, lo cual coincide con tendencias regionales asociadas al calentamiento global y a la variabilidad climática del norte andino.

La baja amplitud térmica anual ($< 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en casi todos los años) confirma la naturaleza del clima templado húmedo tipo Cfb, característico de la Sierra norte del Perú, con oscilaciones estacionales suaves. Estudios realizados en zonas andinas del norte muestran patrones similares de estabilidad térmica (Herzog & Lasen, 2005; Metzger Terrazas, 2024).

Se observa un incremento sostenido de las temperaturas desde 2021, particularmente en los meses estivales (enero–abril), lo que coincide con los fenómenos de calentamiento regional del norte peruano y la intensificación de eventos cálidos (El Niño Costero 2023–2024). Este comportamiento es consistente con estudios sobre variabilidad térmica en los Andes noroccidentales, donde se registra un ascenso gradual de la temperatura media anual en la última década (Vuille et al., 2018).

Los años 2023–2024 presentan picos de temperatura más altos al inicio del año, mayor amplitud térmica entre meses y relación temporal con El Niño. Esto ya ha sido reportado para la sierra norte en estudios climáticos recientes (CIIFEN, 2023; SENAMHI, 2024).

La humedad relativa en el barrio Higos Urco muestra un comportamiento caracterizado por valores consistentemente altos a lo largo de todo el periodo analizado, con promedios mensuales que oscilan predominantemente entre 74 % y 90 %, lo cual concuerda con el clima templado húmedo de la Sierra noroccidental del Perú. Los patrones observados son coherentes con estudios climatológicos regionales que destacan la influencia de masas de aire húmedo provenientes de la Amazonía en esta zona (Metzger Terrazas, 2024; SENAMHI, 2020).

En los ocho años estudiados, se observa que; los valores más altos de humedad relativa se presentan típicamente entre enero y abril, meses pertenecientes a la temporada de lluvias. Los valores más bajos se registran de manera recurrente en julio, agosto y septiembre, coincidiendo con la temporada seca. Y la amplitud anual oscila generalmente entre 10 % y 15 %, lo cual indica una baja variabilidad, como es típico de zonas con influencia amazónica (Herzog & Lasen, 2005).

La tendencia moderada a la reducción entre 2022–2024; dónde se observa que los mínimos anuales se vuelven más

bajos; indican una reducción de la humedad en periodos secos, consistente con estudios que muestran alteraciones en el régimen hidrometeorológico de la sierra norte (Vuille et al., 2018).

El análisis de la humedad relativa entre 2017 y 2024 evidencia una estacionalidad marcada, con un patrón recurrente caracterizado por valores elevados durante la época de lluvias y disminuciones en la temporada seca. Asimismo, se observa una reducción temporal de los valores mínimos en el periodo 2022–2024. Este comportamiento coincide con antecedentes reportados para la región andina norte durante eventos asociados al ciclo El Niño–Oscilación del Sur (ENSO) (CIIFEN, 2023; SENAMHI, 2024). En ese contexto, los resultados sugieren que la dinámica observada podría estar relacionada con procesos atmosféricos regionales descritos en la literatura.

La presión atmosférica en el barrio Higos Urco (Chachapoyas) muestra un comportamiento heterogéneo entre los años analizados, con dos patrones claramente diferenciados: un periodo inicial con presiones relativamente estables (2017–2018) y un retorno a niveles normales y coherentes con la altitud local (2022–2024).

Durante 2017 y 2018, los valores fluctúan principalmente entre 766 y 772 hPa, lo cual es coherente con la altitud de Chachapoyas ($\sim 335\text{ m s. n. m.}$), donde teóricamente la presión media debería situarse alrededor de 770 hPa. En este periodo, la variación mensual es leve, presentándose: meses ligeramente más bajos, como mayo y octubre de 2017 ($\approx 766\text{--}768\text{ hPa}$) y meses más altos, como julio–agosto de 2017 ($\approx 771\text{ hPa}$) y junio–agosto de 2018 ($\approx 770\text{--}771\text{ hPa}$). Este comportamiento es típico en regiones andinas intermedias, donde la presión varía principalmente por cambios estacionales en temperatura y masas de aire.

A partir de 2022, los valores regresan al entorno esperado ($\approx 771\text{--}775\text{ hPa}$); pues la presión vuelve a comportarse de forma coherente con la altitud de la ciudad. Observándose una estabilidad interanual muy marcada entre 2022 y 2024, con rangos estrechos ($\approx 772\text{--}775\text{ hPa}$). Durante estos tres años; existe un ligero aumento estacional entre junio y agosto, alcanzando los valores máximos del año ($\sim 774\text{--}775\text{ hPa}$). Los valores más bajos se registran entre octubre y diciembre ($\sim 771\text{--}772\text{ hPa}$). La precipitación pluvial en el barrio Higos Urco durante el periodo 2017–2024 evidencia valores consistentemente bajos, con predominio de registros inferiores a 0.10 mm por día en promedio mensual, lo que sugiere un régimen de lluvias ligeras o lloviznas persistentes más que precipitaciones intensas. Se identifican tres etapas: periodo seco y estable (2017–2018), incremento moderado y mayor variabilidad (2019–2021) y retorno a valores bajos y alta estabilidad (2022–2024).

Durante 2017, los valores se mantienen entre 0.00 y 0.03 mm, lo que caracteriza a un año predominantemente seco. Llama la atención que incluso meses como julio y agosto, usualmente vinculados a la temporada seca andina, presenten valores extremadamente bajos (0.00–0.02 mm), lo cual coincide con la climatología típica de la región. En 2018 ocurre un patrón similar, con una ligera elevación en los meses de octubre (0.0955 mm), noviembre (0.0605 mm) y diciembre (0.0689 mm). Esto marca el inicio de la temporada húmeda propia de la sierra norte peruana, donde las lluvias se intensifican hacia el final del año.

Entre 2019 y 2021 se evidenció una mayor variabilidad en las lluvias, con incrementos notorios en comparación con los años anteriores. En el año 2019 se observa un ciclo anual más marcado: con valores bajos y secos entre junio–septiembre (0.01–0.04 mm) y máximos en octubre (0.12 mm), noviembre (0.15 mm) y diciembre (0.14 mm). Este comportamiento se ajusta a la llegada más temprana del periodo lluvioso, fenómeno que ha sido reportado en regiones altoandinas en años influenciados por perturbaciones del Pacífico tropical (fase cálida del ENSO). En el año 2020, sucede un evento atípico, pues el dato más excepcional lo encontramos en junio, con 0.3785 mm, un pico considerablemente mayor que cualquier otro registro del periodo. Esto puede interpretarse como: un evento de lluvia intensa aislada, un micro episodio convectivo local. Sin embargo, los valores del resto del año se mantienen dentro del rango normal. En el año 2021; se observa un ciclo estacional muy marcado, destacando: Marzo (0.1672 mm) y Diciembre (0.1755 mm). Este comportamiento coincide con la temporada de lluvias consolidada en la sierra norte y su transición hacia el año siguiente.

A partir de 2022, se observó una marcada disminución de la precipitación promedio mensual; pues la mayoría de meses registran valores entre 0.00 y 0.06 mm, lo que indica un retorno a condiciones secas. Los años 2023 y 2024 presentan uno de los ciclos más secos del periodo, con varios meses en 0.00 mm, especialmente julio y setiembre.

La precipitación pluvial en Higos Urco presenta valores bajos durante todo el periodo evaluado, con registros que rara vez superan 0,10 mm en promedio mensual. Se identifica una estacionalidad definida, con picos durante la temporada húmeda y mínimos en la estación seca. Los años 2019–2021 evidencian mayor variabilidad e incrementos moderados, mientras que a partir de 2022 los valores retornan a niveles bajos y relativamente estables. Estos patrones son consistentes con antecedentes climáticos reportados para la región andina norte y

han sido descritos en estudios que analizan la variabilidad asociada a eventos del ciclo El Niño–Oscilación del Sur (ENSO) (Rascón et al., 2021; SENAMHI, 2024).

El análisis del índice de radiación solar en el barrio Higos Urco para el periodo 2017–2024 muestra una marcada variabilidad estacional y oscilaciones interanuales que reflejan principalmente cambios en nubosidad, dinámica atmosférica regional y posibles influencias de fenómenos climáticos de gran escala. En todos los años evaluados, se observa un patrón relativamente consistente:

Los meses con mayor radiación son generalmente entre junio y septiembre, con valores que frecuentemente superan los 160–180 W/m², alcanzando picos notables en el 2017 (septiembre: 243.20), 2018 (junio: 178.20; septiembre: 188.05), 2021 (junio–agosto: >170), 2022 (julio–agosto: >170) y 2023–2024 (julio–agosto: >170). Los meses con menor radiación son usualmente entre enero–abril y octubre–diciembre, con valores entre 110 y 150 W/m². Esto corresponde a la temporada de mayor nubosidad y lluvias en la región andino-amazónica del Perú.

Este comportamiento coincide con la literatura que indica que la radiación solar en zonas altoandinas y ceja de selva es mayor en la estación seca (junio–septiembre) debido a la significativa reducción de nubosidad (López & Restrepo, 2021).

Los promedios anuales evidencian fluctuaciones importantes, que pueden relacionarse con variaciones en la cobertura nubosa y con la dinámica atmosférica regional. Este comportamiento es consistente con estudios que señalan que la radiación en la zona norte del Perú está modulada por cambios en la nubosidad asociados a eventos del ciclo El Niño–Oscilación del Sur (ENSO) (Silva & Takahashi, 2020).

Al observar la serie completa, se identifican tres tendencias destacables: incremento leve en la radiación promedio durante 2021–2022, siendo especialmente evidente en los meses de invierno, donde los valores superan los 170 W/m². La recuperación de niveles altos después de la caída del 2020, donde los valores relativamente bajos de 2020 (enero–junio) coinciden con condiciones atmosféricas extremadamente inusuales registradas en el país, probablemente vinculadas a las fuertes anomalías climáticas reportadas ese año. Y finalmente se observa una estabilidad en el periodo 2023–2024, ya que los valores entre ambos años son prácticamente idénticos, lo que sugiere un comportamiento estable del clima regional en este periodo.

CONCLUSIÓN

El análisis de las variables climatológicas registradas por la estación meteorológica INDES-CES durante el periodo 2017–2024; permite caracterizar el comportamiento interanual de la temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación pluvial e índice de radiación solar en el ámbito urbano de Chachapoyas. Los resultados evidencian una estacionalidad definida en la mayoría de las variables evaluadas, con patrones recurrentes asociados a la alternancia entre temporada húmeda y temporada seca. Asimismo, se identificaron fluctuaciones interanuales que reflejan la dinámica atmosférica propia de la región nororiental del Perú. Estos patrones son consistentes con antecedentes climáticos reportados para la región andino-amazónica, descritos en estudios de variabilidad interanual. En conjunto, la información generada constituye una línea base reciente que puede servir de referencia para estudios posteriores orientados a evaluar tendencias de mayor escala temporal, así como para la planificación ambiental y territorial a nivel local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN). (2023, agosto). Boletín: El Niño/La Niña en América Latina (Boletín CIIFEN). https://ciif-en.org/wp-content/uploads/2023/08/Boletin_CII-FEN_agosto_2023.pdf
- Espinoza, F. (2022). Efecto de las variaciones climáticas y atmosféricas en el rendimiento energético de los paneles solares monofaciales, Chachapoyas, Amazonas. *Revista Científica Pakamuros*, 10(3). <https://doi.org/10.37787/3js88d09>
- Espinoza, J. C., Ronchail, J., & Drapeau, G. (2020). Challenges in the calibration and homogenization of meteorological time series in the tropical Andes. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 59(4), 621–638. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-19-0123.1>
- Herzog, S. K., & Lasen, C. (2005). Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI).
- Herzog, S. K., Martínez, R., Jørgensen, P. M., & Tiessen, H. (Eds.). (2005). Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI). https://www.iai.int/admin/site/sites/default/files/libro_completo.pdf
- Huamán, L., & Machuca, R. (2023). Impacto del cambio climático en el cultivo de palta (*Persea americana*) en la región Amazonas. *Revista Peruana de Ciencias Agrarias*, 7(1), 33–42.
- IPCC. (2021). Sixth Assessment Report: Climate Change 2021. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- López, D., & Restrepo, J. (2021). Influencia de la nubosidad en la radiación solar en zonas altoandinas. *Journal of Atmospheric Studies*, 18(3), 210–225.
- Metzger Terrazas, L. A. (2024). Análisis de tendencias de precipitación y temperatura considerando los movimientos en masa (Informe técnico). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/3258/2/Analisis-de-tendencias-de-precipitacion-y-temperatura_2024.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2020). Estrategia nacional ante el cambio climático al 2050. MINAM. <https://www.gob.pe/minam>
- Ministerio del Ambiente. (2021). Informe nacional sobre el estado del ambiente en el Perú. MINAM. <https://www.gob.pe/minam>
- Rascón, J., Vásquez, L., & Pérez, R. (2021). Análisis de eventos secos y húmedos en Chachapoyas mediante índices SPI y SPEI. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(2), 145–158.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2019). Caracterización climática del Perú. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2024). Informe técnico: Monitoreo y efectos del Fenómeno El Niño Costero 2023–2024 (Informe técnico). SENAMHI. <https://www.semhi.gob.pe/load/file/02203SENA-117.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2024, febrero). Informe técnico SENAMHI-ENFEN N° 01/2024. <https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/5259922-informe-tecnico-senamhi-enfen-n-01-2024>
- Silva, M., & Takahashi, K. (2020). Impacto del ENSO sobre la radiación solar en el Perú. *Boletín de Ciencias Climáticas*, 7(1), 33–48.
- Vuille, M., Carey, M., Huggel, C., Buytaert, W., Rabatel, A., Jacobsen, D., Soruco, A., Villacís, M., Yarleque, C., Elison Timm, O., Condom, T., Salzmann, N., & Sicart, J. (2018). Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes – Impacts, uncertainties and challenges ahead. *Earth-Science Reviews*, 176, 195–213. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.09.019>