

PRISMA ODS

REVISTA MULTIDISCIPLINARIA
SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE

ISSN: 3072-8452

EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO HISTÓRICO EN EL RENDIMIENTO HÍDRICO DE LA CUENCA DEL RÍO TUMILACA EN PERÚ

*EFFECT OF HISTORICAL CLIMATE
CHANGE ON THE WATER YIELD OF
THE TUMILACA RIVER BASIN IN
PERÚ*

AUTORES

**EDUARDO LUIS FLORES
QUISPE**

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE MOQUEGUA
PERU

**MARIO GAUNA
CHINO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
MOQUEGUA
PERU

**EDUARDO FLORES
CONDORI**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
ALTIPLANO
PERU

**JOSÉ ANTONIO
MAMANI GOMEZ**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
ALTIPLANO
PERU

**MAYDA YANIRA
FLORES QUISPE**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
JULIACA
PERU

Efecto del Cambio Climático Histórico en el Rendimiento Hídrico de la Cuenca del Rio Tumulaca en Perú

Effect of Historical Climate Change on the Water Yield of the Tumulaca River
Basin in Perú

Eduardo Luis Flores Quispe

efloresq@unam.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-5106-9583>

Universidad Nacional de Moquegua

Ilo – Perú

Mario Gauna Chino

mgaunac@unam.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-3370-236X>

Universidad Nacional de Moquegua

Ilo – Perú

Eduardo Flores Condori

eflores@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-0983-5250>

Universidad Nacional del Altiplano

Puno – Perú

José Antonio Mamani Gomez

jmamani@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-7694-7549>

Universidad Nacional del Altiplano

Puno – Perú

Mayda Yanira Flores Quispe

mflores@unaj.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-8803-9772>

Universidad Nacional de Juliaca

Juliaca – Perú

Artículo recibido: 25/05/2026

Aceptado para publicación: 03/07/2026

Conflictos de Intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

El cambio climático global presenta en muchos sitios manifestaciones locales las cuales es necesario confirmar con investigación. El objetivo de investigación fue determinar la significancia del efecto del cambio climático en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumilaca, en particular el efecto de la temperaturas medias mensuales y precipitación mensual en el rendimiento hídrico. Se realizó en la cuenca Tumilaca ubicada en la región Moquegua en Perú. Se utilizó información cartográfica e hidrometeorológica a nivel mensual como temperatura media, precipitación mensual de las estaciones: Yacango, Ilabaya, Cairani y Pampa Umalzo, y también caudales medios de la estación hidrométrica Tumilaca. Los registros históricos utilizados tienen períodos diferentes que van desde el año 1956 al 2024. Se realizó: (1) prueba de normalidad de Smirnov-Kolmogorov para escoger la prueba de tendencia adecuada, (2) análisis de tendencia con prueba de regresión lineal y la prueba de Mann-Kendall, (3) análisis de correlación y regresión entre la temperatura, precipitación y caudal. En la temperatura de las estaciones Cairani, Ilabaya y Yacango las tendencias son significativas, siendo decreciente en Cairani y creciente en Ilabaya y Yacango evidenciando un cambio climático local. La temperatura de la estación Pampa Umalzo y de la cuenca no existe ninguna tendencia significativa, es decir no hay cambio climático local. La precipitación mensual en las estaciones Cairani, Ilabaya, Pampa Umalzo, Yacango y de la cuenca Tumilaca la tendencia es rechazada, es decir no existe un cambio climático local. Los caudales no presentan tendencia significativa. La correlación múltiple entre las variables dependiente caudal e independientes temperatura y precipitación muestra una relación lineal moderada. El coeficiente de determinación (R^2) muestra que sólo el 30.6% de la variación del caudal es explicado por la temperatura y la precipitación. El análisis de varianza de regresión muestra un R^2 estadísticamente significativo y mayor a cero y la prueba t de coeficientes de regresión muestra que la temperatura y la precipitación tienen un efecto significativo sobre el caudal.

Palabras clave: efecto, cambio climático, rendimiento hídrico, cuenca Tumilaca, tendencia

ABSTRACT

Global climate change presents local manifestations in many places, which require confirmation through research. The objective of this research was to determine the significance of the effect of climate change on the water yield of the Tumilaca River basin, specifically the effect of mean monthly temperatures and precipitation. The study was conducted in the Tumilaca basin, located in the Moquegua region of Peru. Monthly cartographic and hydrometeorological data were used, including mean temperature and monthly precipitation from the Yacango, Ilabaya, Cairani, and Pampa Umalzo stations, as well as mean flow rates from the Tumilaca hydrometric station. The historical records used cover different periods, ranging from 1956 to 2024. The following analyses were performed: (1) the Smirnov-Kolmogorov normality test to select the appropriate trend test, (2) trend analysis using linear regression and the Mann-Kendall test, and (3) correlation and regression analysis between temperature, precipitation, and flow rate. The temperature trends at the Cairani, Ilabaya, and Yacango stations are significant, decreasing at Cairani and increasing at Ilabaya and Yacango, indicating a local climate change. No significant trend is observed in the temperature at the Pampa Umalzo station or in the basin as a whole, meaning there is no local climate change. The trend in monthly precipitation at the Cairani, Ilabaya, Pampa Umalzo, Yacango, and Tumilaca basin stations is rejected, indicating no local climate change. Streamflow rates do not show a significant trend. Multiple correlation between the dependent variable (streamflow) and the independent variables (temperature and precipitation) shows a moderate linear relationship. The coefficient of determination (R^2) indicates that only 30.6% of the variation in streamflow is explained by temperature and precipitation. The regression analysis of variance shows a statistically significant R^2 greater than zero, and the t-test of regression coefficients shows that temperature and precipitation have a significant effect on streamflow.

Keywords: effect, climate change, water yield, tumilaca basin, trend

INTRODUCCIÓN

El cambio climático como efecto del calentamiento global tiene manifestaciones a nivel del planeta, sin embargo, esas manifestaciones son pocas veces estudiadas, analizadas e investigadas en forma local sobre todo en regiones de cada país. El incremento de la temperatura promedio global no siempre se puede manifestar a nivel local y es necesario realizar investigaciones al respecto. Así mismo, las precipitaciones en cuanto a su variabilidad producto del cambio climático global no se investigan a nivel local.

La teoría estadística nos facilita una representación más precisa de las variaciones en los datos hidrológicos. Esta representación se realiza a través de un modelo estocástico que detalla todas las propiedades de la serie hidrológica y posibilita la simulación en circunstancias donde no es posible experimentar directamente (Flores-Quispe et al., 2015).

La tendencia actual en investigación es el cambio climático global, pero a nivel local en muchas partes del mundo no se ha demostrado el efecto del cambio climático en los caudales, incluso ni siquiera se ha probado la existencia de un cambio climático a nivel local a nivel de cuencas. Por ello, esta investigación trata de dar respuesta a este vacío en el conocimiento.

En cuanto a las causas del cambio climático, según Useros (Useros, 2013) la principal causa del cambio climático es el incremento de los gases de efecto invernadero producto de la quema de combustibles fósiles, quema que se elevó por el desarrollo industrial. Además, SERFOR (Laura-Añasco et al., 2021) menciona que el cambio climático es la variación del estado del clima a nivel mundial durante largos períodos de tiempo causado por la modificación antropogénica de la atmósfera. Así mismo, Salaverry y Botana indican que el cambio climático es una alteración del clima a nivel del planeta tierra consecuencia de gases dispuestos en la atmósfera y del efecto invernadero (Salaverry & Inés Botana, 2022).

En relación a los efectos del cambio climático, según el Grupo intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (IPCC) (IPCC, 2001) (IPCC, 2007) a partir de evidencia científica los principales efectos del cambio climático son incremento de la temperatura promedio global del aire y los océanos, derretimiento de formaciones de hielo y nieve, y aumento de los niveles del mar en promedio (Rodríguez-Becerra & Mance, 2009). Además, el IPCC afirma que el cambio climático es de origen antrópico y no natural como sucedió con

las eras geológicas, y esto lo afirma con una certeza de 90% por la rapidez con que se produce, en cambio las eras geológicas son procesos lentos (IPCC, 2001) (IPCC, 2007).

Ruiz-Gómez y otros consideran que la temperatura y la precipitación son las principales variables indicadoras del cambio climático, ellos estimaron la evapotranspiración como una variable interviniente y también estimaron el déficit hídrico. Ellos también indican que el comportamiento de la temperatura y precipitación pueden estar influidos por factores regionales como el fenómeno del niño oscilación sur (ENOS), tormentas y depresiones tropicales (Ruiz Gómez et al., 2021).

Blanco-Villafuerte y Hartinger indican que el cambio climático al generar cambios en las temperaturas y precipitaciones están causando impactos negativos en la salud humana ocasionando enfermedades por la contaminación del aire por incendios o la contaminación del agua por inundaciones, también ocasiona desnutrición por reducción de la producción agrícola, aumento de infecciones transmitidas por vectores como el dengue (Blanco-Villafuerte & Hartinger, 2023).

Algunos efectos del cambio climático son el aumento de la temperatura o los eventos meteorológicos extremos (Blanco-Villafuerte & Hartinger, 2023). Efectos que están relacionados a precipitación como sequías y lluvias intensas; además de extremos relacionados a temperatura como eventos de calor alto y heladas más frecuentes.

El cambio climático incrementa la vulnerabilidad de la agricultura aumentando la demanda de agua de los cultivos con incremento de las temperaturas, limitando el abastecimiento de agua con periodos de sequías y por lo tanto generando presión sobre los recursos hídricos (Bou Said et al., 2026).

En cuanto al efecto del cambio climático en la temperatura, Rodríguez y Mance afirman que, según el IPCC, en el periodo 1906 a 2005 la temperatura del planeta aumento 0.74 °C. También el IPCC en su informe del 2007 prevé un incremento entre 1.1°C y 6.4 °C para el periodo de los años 2089 a 2099 respecto al año 2000. En el 2009 se presentaron proyecciones donde se prevé un aumento de 4°C antes del 2055 si se mantiene las condiciones actuales (Rodríguez-Becerra & Mance, 2009).

En relación al efecto del cambio climático en el régimen hídrico de precipitación y caudal, también forman parte de los diferentes impactos del cambio climático los períodos extremos de sequía o de lluvias torrenciales (Rodríguez-Becerra & Mance, 2009) . Así mismo, habrá baja en el suministro de agua; se aumentará la escasez de agua y la frecuencia de inundaciones incrementará también.

La desaparición de glaciares andinos afectaría al suministro de agua, el aumento de escasez de agua y aumento del riesgo de inundaciones, también son efectos del cambio climático en el régimen hídrico (Rodríguez-Becerra & Mance, 2009). El cambio en el régimen de lluvias es otro efecto, disminuyendo en algunos lugares y aumentando en otros.

Para condiciones de ríos en zonas áridas del Perú como el Tumulaca, se han realizado estudios de predicción de sus caudales con modelos estocásticos autoregresivo a nivel diario (Flores-Quispe et al., 2015). Los caudales medios diarios presentan mayor variabilidad que los medios mensuales, por la influencia del clima; pero para planificación de recursos hídricos es más usual los medios mensuales.

Los factores del clima influyen a la precipitación máxima para condiciones de los andes peruanos del sur (Flores-Condori et al., 2021), pero esta influencia es local y el cambio climático global no puede influenciar directamente sobre la precipitación como elemento climático que depende de los factores del clima.

La precipitación máxima en lugares como Moquegua en Perú se ha regionalizado con el fin de una mejor predicción con fines de diseño hidrológico, además, la precipitación máxima es explicada en un 79% por factores del clima como la posición geográfica (latitud, longitud y altitud) mejorándose su estimación (Flores-Quispe et al., 2022). Aunque el comportamiento de los máximos es puramente aleatorio, el cambio climático global puede mostrarse con mayor frecuencia y magnitud de eventos extremos como lluvias intensas.

Palacios y otros analizaron y evaluaron la sensibilidad de los caudales para generación hidroeléctrica a los efectos del cambio climático, ellos han utilizado modelos de cambio climático para proyecciones de precipitación que indican que existe una probabilidad significativa de eventos extremos como tormentas de lluvias intensas que aumentarán los caudales (Palacios Cabrera et al., 2024).

Algunos de los sectores afectados por el cambio climático son el de recursos hídricos y el de generación de hidroenergía, puesto que el cambio climático influye en la variabilidad de los caudales impactando en la eficiencia y confiabilidad de producción hidroenergética que a su vez forma parte de las estrategias de energía renovable a nivel mundial (Abraham et al., 2026).

En relación a los estudios sobre el cambio climático en América Latina centrados en Perú, hay varios organismos de cooperación internacional que han llevado a cabo y llevan a cabo estudios (ya sean propios o financiados) en América Latina acerca del Cambio Climático, sus consecuencias sobre la biodiversidad, su influencia en la economía de las naciones de América Latina y el Caribe, así como en los individuos y sus acciones. Además, desarrollan programas y proyectos de mitigación y adaptación, entre otros (Vergara-Rodríguez, 2012).

Entre las instituciones se encuentra la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), el Banco Mundial (BM), la Comunidad Andina de Naciones (CAN), la Cooperación Finlandesa, la Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (COSUDE), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Programa Desarrollo Rural Sostenible (PDRS), Oxfam GB, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Comisión Europea y Ayuda Humanitaria de la Comunidad Europea (ECHO), Comprehensive Assessment Reporting Evaluation (CARE), Comisión Económica para América Latina (CEPAL), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entre otros.

Es importante destacar el documento "El cambio climático no tiene fronteras" entre los diferentes estudios que estas instituciones han presentado. "Influencia del cambio climático en la comunidad andina", que fue presentado por la secretaria de la CAN en 2008 (Amat y León, 2008).

Incluso Pablo Fajnzylber, uno de los investigadores del informe, indicó que "Perú ya está padeciendo algunas de las consecuencias atribuidas al cambio climático, y por eso es importante mantener y profundizar todas las medidas de mitigación y adaptación posibles, como parte de una política de estado que sea amigable con el medio ambiente" (De la Torre et al., 2009).

El informe de CEPAL (CEPAL, 2010) "La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis 2010" indica que, aunque América Latina y el Caribe es la

segunda región del mundo con menores emisiones de GEI, podría verse afectada significativamente por los efectos del cambio climático sobre la población, las actividades económicas y los ecosistemas. Asimismo, se señala que el cambio climático provoca un incremento de la aridez, del número de meses secos (que es la relación entre la evapotranspiración y las precipitaciones) y de la concentración e intensidad de las precipitaciones, lo que afecta los procesos de degradación de la tierra y su productividad.

Entre las áreas más afectadas, se destacan las zonas de frontera agrícola en sistemas ecológicos de alta fragilidad como las selvas de las vertientes amazónicas de Colombia, Ecuador y Perú, donde los procesos antrópicos como la deforestación, la agricultura, la ganadería y la minería aurífera informal provocan severos procesos de degradación”.

En cuanto a investigaciones sobre Cambio Climático realizadas por el Perú, un análisis más detallado del marco institucional y normativo del Perú relacionado al Cambio Climático es accesible en la Segunda Comunicación Nacional del Perú (MINAM, 2010). La Comisión Nacional sobre el Cambio Climático (CNCC) es un Grupo Técnico conformado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC, el Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana - IIAP, el Instituto Geofísico del Perú - IGP, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Fondo Nacional del Ambiente - FONAM, el Instituto de Mar del Perú - IMARPE, el Ministerio de Agricultura - MINAG, el Ministerio de Economía y Finanzas - MEF, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC, el Ministerio de Energía y Minas - MINEM, Ministerio de la Producción - PRODUCE, así como por representantes de ONGs, Universidades, Asamblea Nacional de Gobiernos Regionales, del Consejo Nacional de Decanos de los Colegios Profesionales del Perú y Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas - CONFIEP (MINAM, 2010).

El artículo 4 de la aprobación de la CCNN fue cambiado a través del D.S. N° 009-2010-MINAM con el fin de incorporar a representantes de otras instituciones, por ejemplo, Organizaciones indígenas, organizaciones de trabajadores, la Mesa de Concertación para la lucha contra la pobreza y otros (Poder ejecutivo de la república del Perú, 2010).

Dentro de este proyecto, en el 2007 el Perú comenzó el Proyecto Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales mediante la generación de escenarios con énfasis en los efectos sobre el retroceso de los glaciares para las cuencas de

los Ríos Urubamba y Mantaro (proyecciones al 2100). Existe también un Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC), que busca responder a los efectos e impactos de los escenarios futuros del cambio climático implementando medidas de adaptación e incidiendo con sus experiencias en los procesos de planificación regional y nacional (MINAM, 2010).

Con respecto a escenarios del cambio climático, los escenarios de cambio climático son proyecciones detalladas que simulan el clima futuro (temperatura, precipitación, extremos) a escala local o regional, basadas en modelos globales y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Son herramientas clave para la adaptación y gestión de riesgos, mostrando cambios diferenciados según la geografía.

Rodríguez-Flores y Rodríguez-Flores han analizado la variabilidad de caudales ecológicos frente al escenario histórico y a escenarios regionales del cambio climático futuros, encontraron que frente a escenarios del cambio climático futuros los caudales ecológicos disminuirán y los flujos tendrán mayor variabilidad (Rodríguez-Flores & Rodríguez-Flores, 2025).

Respecto a la adaptación al cambio climático, es necesario investigar la cooperación internacional en la gestión de agua en ríos transfronterizos especialmente en el contexto del cambio climático, sobre todo en lugares donde la parte alta posee demandas hídricas para generación hidroeléctrica y donde la parte baja posee otras demandas (Abraham et al., 2026).

En relación a los límites de los estudios con escasos datos, en países en vías de desarrollo las limitaciones en datos hidrológicos hacen difícil cuantificar los cambios en los caudales de ríos relacionados al abastecimiento para usos consuntivos y en la evapotranspiración potencial relacionado a la demanda de agua agrícola, así mismo esto se agrava más en un contexto de cambio climático (Bou Said et al., 2026).

Según Flores-Quispe et al. (2022), los estudios hidrológicos son una herramienta fundamental para determinar la viabilidad de un proyecto de desarrollo hidráulico en una cuenca hidrográfica. Uno de los problemas dentro del planeamiento hidráulico presente en la cuenca del río Tumulaca, es la asignación del recurso agua para garantizar la cobertura de la demanda sujeta frecuentemente a situaciones de deficiencias o excedencias.

El río Tumulaca se origina en la unión de los ríos Capillune (Huacanane) y Coscori, a una altitud de 2400 msnm. Su recorrido abarca los distritos de Moquegua, Samegua y Torata, finalizando en el último. Según INRENA (2003), su longitud es de 67.729 km y su pendiente es de 0.054 m/m. Riega los angostos valles de Samegua, Pocata y Tumulaca. Es el tercer tributario más importante de la cuenca del río Moquegua. La mayoría de los recursos hídricos de la cuenca del río Moquegua se producen en las microcuencas de los ríos Huaracane, Tumulaca y Torata.

El planteamiento del problema expone que, para garantizar la oferta de agua de una cuenca, es necesario realizar estudios de predicción de caudales empleando modelos matemáticos. El río Tumulaca es la principal fuente de agua para los usos multisectoriales ubicados en su trayecto. Las condiciones geográficas y climáticas condicionan sus niveles de agua poniendo en riesgo la atención de la demanda de agua de todos sus usuarios, por tanto, es muy importante predecir el caudal diario para tomar la previsión en las actividades que hacen uso del agua de esta fuente.

En general las cuencas de la región Moquegua son áridas en la parte media y baja, siendo las partes altas las principales fuentes productoras. Los ríos de estas cuencas tienen en general recursos hídricos limitados para cubrir todas las demandas poblacionales, agrarias, mineras y ecológicas. Específicamente el río Tumulaca posee escasos pero valiosos recursos hídricos con un caudal medio aproximado de 0.541 m³/s en diciembre. En estas condiciones se considera que la predicción de caudales es valiosa para gestionar los recursos hídricos.

El cambio climático puede agravar el problema de escasez de recursos hídricos con sequías o puede causar desastres por lluvias intensas. Así mismo, no se puede afirmar con certeza que el cambio climático global influye en el clima regional y local de alguna cuenca, porque existe la variabilidad natural del clima en los diferentes elementos climáticos: temperatura, precipitación, humedad, presión atmosférica, viento y nubosidad, los cuales son dependientes de los factores climáticos que son: latitud, altitud, relieve, corrientes marinas, continentalidad o distancia al mar, circulación atmosférica y vegetación.

El cambio climático histórico debe comprobarse y de presentarse debe determinarse el efecto de este cambio climático en el rendimiento hídrico o en el caudal. En esta investigación se ha evaluado dos elementos del clima: la temperatura media mensual y la precipitación mensual;

además se ha evaluado la influencia de estos dos elementos en el cauda o rendimiento hídrico.

En esta investigación la pregunta general es: ¿Es significativo el efecto del cambio climático en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca?. Las preguntas específicas son: (1) ¿Es significativo el efecto de las temperaturas medias mensuales en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca?, (2) ¿Es significativo el efecto de la precipitación mensual en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca?. La hipótesis general es: El efecto del cambio climático en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca es significativo. Las hipótesis específicas son: (1) El efecto de las temperaturas medias mensuales en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca es significativo, (2) El efecto de la precipitación mensual en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca es significativo. El objetivo general es: Determinar la significancia del efecto del cambio climático en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca. Los objetivos específicos son: (1) Determinar la significancia del efecto de las temperaturas medias mensuales en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca, (2) Determinar la significancia del efecto de la precipitación mensual en el rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumulaca.

METODOLOGÍA

La información cartográfica utilizada fue la Carta Nacional digital a escala 1:100 000, elaborada por Instituto Geográfico Militar (IGM), mapas base y temáticos. La información meteorológica utilizada pertenece a estaciones que están dentro y fuera de la cuenca Tumulaca. En la tabla 1 se muestra las estaciones utilizadas.

Tabla 1. Estaciones meteorológicas utilizadas

ESTACIÓN	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	ALTITUD (MSNM)
Yacango	17°05'47.8''	70°52'03.1''	2091
Ilabaya	17°25'04.2''	70°30'46.1''	1375
Cairani	17°17'17''	70°20'20''	3920
Pampa Umalzo	16°52'30''	70°25'25''	4609

Fuente: SENAMHI.

Así mismo, se recopiló información de temperatura media mensual y de precipitación mensual de las estaciones meteorológicas de la tabla 1 anterior. Los registros históricos

utilizados tuvieron el mayor periodo posible y se obtuvieron por el SENAMHI de la región Moquegua y Tacna, los cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Registros históricos utilizados

<i>ESTACIÓN</i>	<i>TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)</i>	<i>PRECIPITACIÓN MENSUAL (MM)</i>
Cairani	2013 a 2024	1971 a 2024
Ilabaya	1997 a 2024	1997 a 2024
Pampa Umalzo	2002 a 2024	1964 a 2024
Yacango	1995 a 2024	1965 a 2024
Cuenca Tumilaca con Polígono de Thiessen	2013 a 2024	1997 a 2024

Fuente: Elaboración propia.

La información hidrométrica utilizada es el registro histórico de caudales medios mensuales (m³/s) de la estación hidrométrica Tumilaca, proporcionada por el SENAMHI Tacna - Moquegua. La estación pertenece al departamento de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, distrito de Torata, sus coordenadas son: 17°07'42.17" de Latitud sur, 70°50'12.8" de Longitud oeste, altitud de 1929 msnm. Es de tipo convencional – hidrológica con código 204804. Se utilizó como rendimiento hídrico el caudal medio mensual (m³/s) registrado históricamente de 1956 a 2024, en la referida estación hidrométrica.

Se delimitó la cuenca Tumilaca, a partir de la ubicación de la estación hidrométrica Tumilaca. Se ubicaron las estaciones meteorológicas dentro y fuera de la cuenca Tumilaca. Se determinó los polígonos de Thiessen y con ello el área de influencia de las estaciones en la cuenca Tumilaca. Los datos faltantes se completaron a través de la función tendencia de Excel con los datos existentes. El tamaño de la muestra analizada son los registros históricos disponibles de información.

Se analizó exploratoriamente los datos con técnicas de estadísticas descriptivas y gráficas, con el fin de identificar los métodos estadísticos más adecuados a aplicar para poder comprobar las hipótesis de la investigación. Un método fundamental aplicado en esta parte es la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Se probó de normalidad para escoger la prueba estadística de tendencia más adecuada. Se probó de tendencia con prueba no paramétrica de Mann Kendall para datos no normales y la prueba paramétrica de regresión

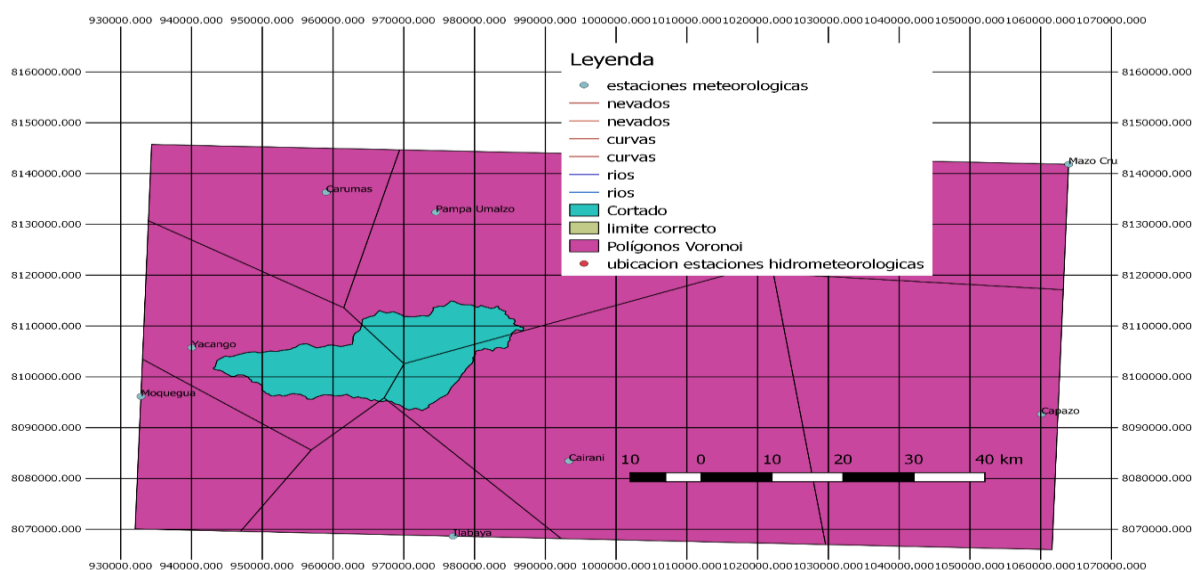
lineal para datos normales que incluye la prueba t. Lo cual se hizo con temperatura media mensual, de la precipitación mensual y del caudal medio mensual. Se probó la correlación de Pearson. Las variables que han sido correlacionadas fueron la temperatura, la precipitación y el caudal. Se analizó la regresión lineal donde las variables son la temperatura, la precipitación y el rendimiento hídrico.

Los programas de computadora utilizados para el manejo de la información cartográfica fueron QGIS 2.18, para el análisis estadístico se empleó Minitab 14, para el análisis de tendencia se utilizó TREND.y para la correlación y regresión se utilizó Microsoft Excel.

RESULTADOS

El límite de la cuenca Tumilaca a partir de la dicha estación hidrométrica, además los polígonos de Thiessen obtenidos se presentan en la siguiente figura 1.

Figura 1. Polígonos de Thiessen en la cuenca Tumilaca



Fuente: Elaboración propia.

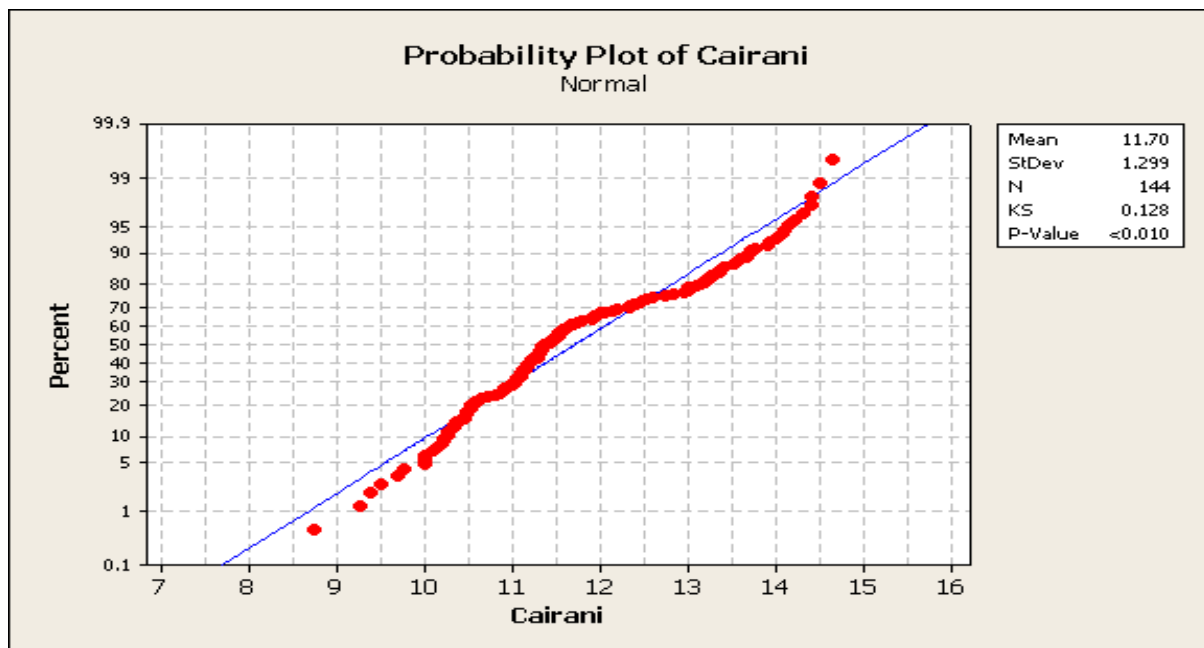
El área de influencia de las estaciones en la cuenca Tumilaca se muestra en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Área de influencia de cada estación meteorológica en la cuenca Tumulaca

<i>ESTACIÓN</i>	<i>DEPARTAMENTO</i>	<i>PROVINCIA</i>	<i>DISTRITO</i>	<i>ÁREA (KM2)</i>	<i>% ÁREA</i>
Ilabaya	Tacna	Jorge Basadre	Ilabaya	0.40	0.09
Pampa Umalzo	Moquegua	Mariscal Nieto	Carumas	155.25	32.79
Cairani	Tacna	Candarave	Cairani	98.84	20.87
Yacango	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata	219.04	46.26
Total =				473.53	100

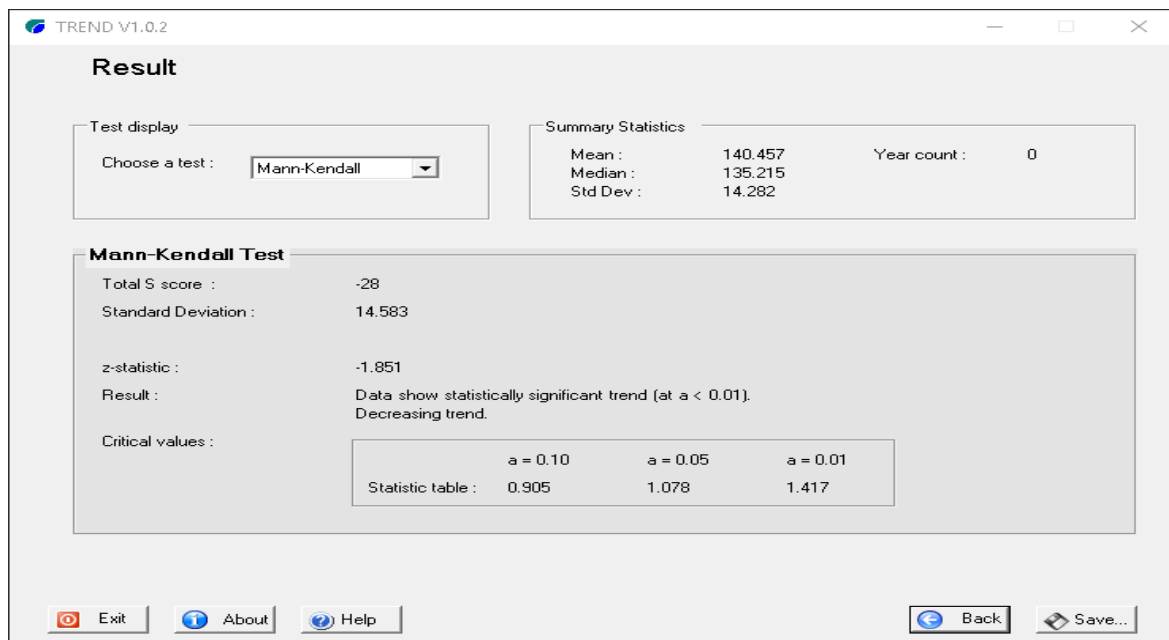
Fuente: Elaboración en QGIS basado en datos de ubicación.

En la figura 2 se presenta la prueba de normalidad de la temperatura media mensual de la estación Cairani.

Figura 2. Prueba gráfica de normalidad de temperatura media mensual de la estación Cairani

Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 2 anterior la normalidad es rechazada con la prueba de Kolmogórov-Smirnov (KS) al nivel de significancia de 0.05. Por ello se realizó la prueba de tendencia de Mann Kendall para probar la tendencia de la temperatura media mensual de la estación Cairani, como muestra la figura 3.

Figura 3. Prueba de tendencia de temperatura media mensual estación Cairani

Fuente: Elaboración propia.

La prueba muestra que existe una tendencia altamente significativa decreciente al nivel de significancia de 0.01. Del mismo modo se hizo las pruebas de normalidad y de tendencia en las estaciones Ilabaya, Pampa Umalzo, Yacango y en la temperatura media mensual de la cuenca. En la siguiente tabla 4 se presenta un resumen de las pruebas de normalidad y del análisis de tendencia de la temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas.

Tabla 4. Resumen de pruebas de normalidad y de tendencia de temperatura media mensual.

<i>ESTACIÓN</i>	<i>NORMALIDAD</i>	<i>PRUEBA DE TENDENCIA</i>	<i>TENDENCIA</i>
Cairani	Rechazada	Mann Kendall	Decreciente, altamente significativa
Ilabaya	Aceptada	Regresión lineal	Creciente, significativa
Pampa Umalzo	Aceptada	Regresión lineal	Ninguna
Yacango	Rechazada	Mann Kendall	Creciente, altamente significativa
Cuenca Tumilaca	Aceptada	Regresión lineal	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se analizó de tendencia de la precipitación mensual de la estación Cairani. La normalidad es rechazada con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) al nivel de significancia de 0.05. Se realizó la prueba de tendencia de Mann Kendall. La prueba muestra que no existe una tendencia significativa en la precipitación de la estación Cairani. Del mismo modo se hizo las pruebas de normalidad y de tendencia en las estaciones Ilabaya, Pampa Umalzo, Yacango y en la precipitación mensual de la cuenca. En la siguiente tabla 5 se presenta un resumen de las pruebas de normalidad y del análisis de tendencia de la precipitación mensual de las estaciones meteorológicas.

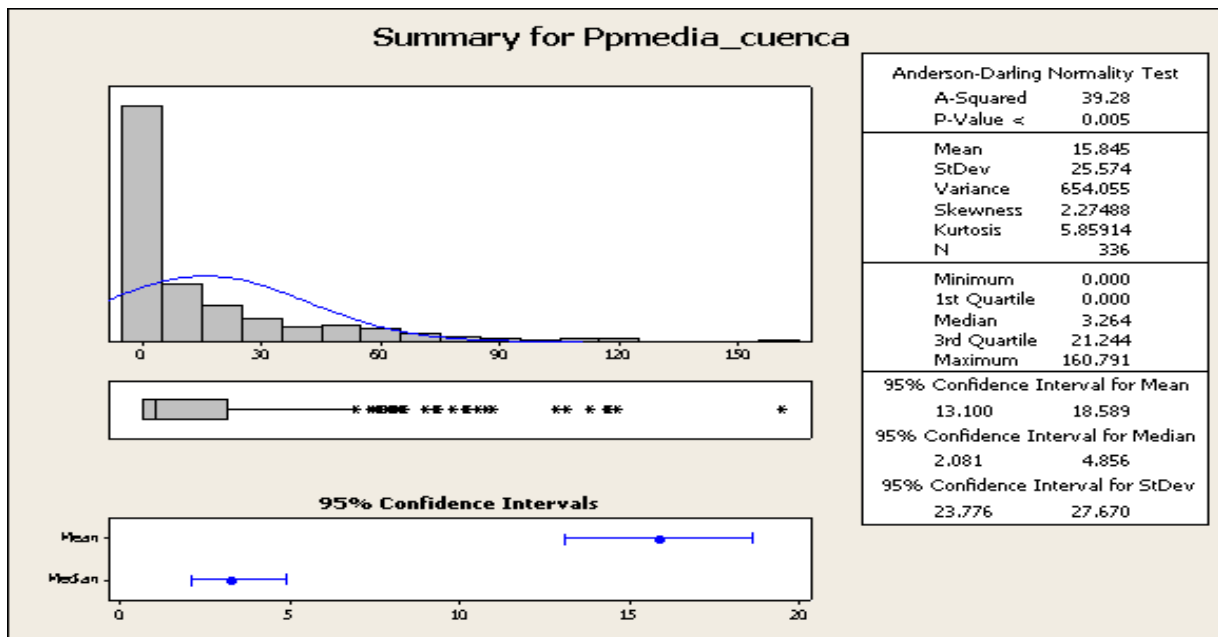
Tabla 5. Resumen de pruebas de normalidad y de tendencia de precipitación mensual

<i>ESTACIÓN</i>	<i>NORMALIDAD</i>	<i>PRUEBA DE TENDENCIA</i>	<i>TENDENCIA</i>
Cairani	Rechazada	Mann Kendall	Ninguna
Ilabaya	Rechazada	Mann Kendall	Ninguna
Pampa Umalzo	Rechazada	Mann Kendall	Ninguna
Yacango	Rechazada	Mann Kendall	Ninguna
Cuenca Tumulaca	Rechazada	Mann Kendall	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al caudal medio mensual de la estación hidrométrica Tumulaca la prueba de rechaza la normalidad al 0.05 de significancia. Se analizó la tendencia con prueba de Mann Kendall la cual muestra que no existe tendencia significativa en los caudales medios mensuales.

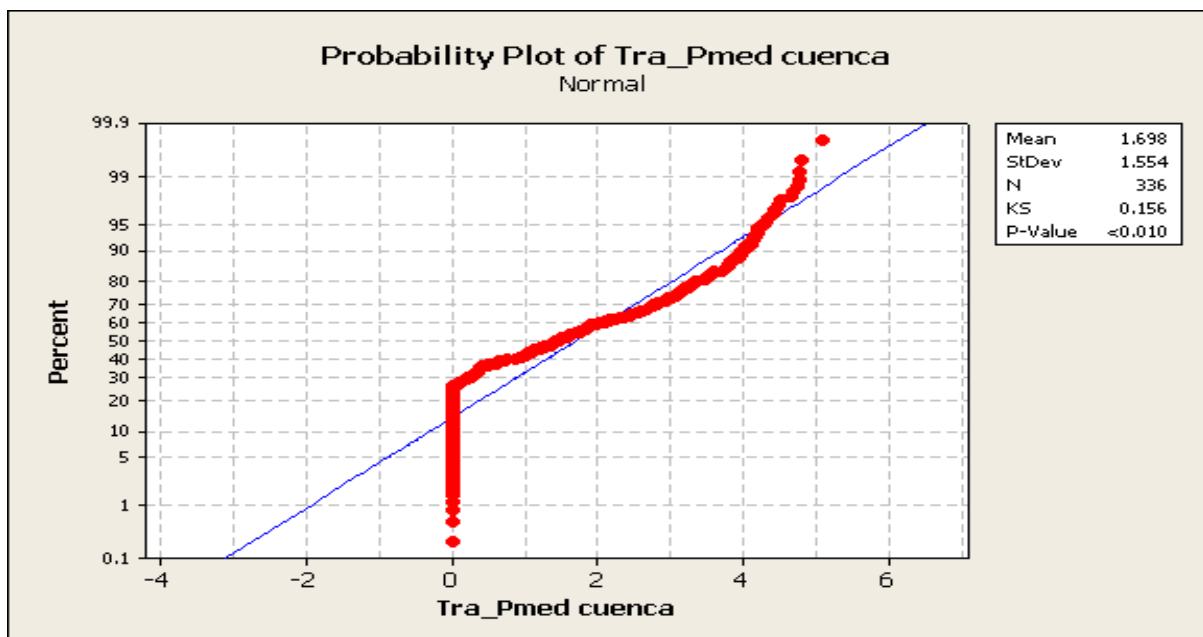
Para determinar el efecto de la precipitación y la temperatura en el caudal se utilizó regresión lineal múltiple en el período de datos común. Para utilizar este método estadístico se transformó variables para que sean datos normales. La temperatura media mensual de la cuenca Tumulaca es normal por lo cual no es necesaria ninguna transformación. La precipitación media mensual en la cuenca Tumulaca no es normal, por lo cual se procedió a su transformación. Para elegir el método de transformación más adecuado se determinó estadísticos descriptivos como muestra la figura 4 siguiente.

Figura 4. Resumen de estadísticos básicos de la precipitación media cuenca Tumilaca

Fuente: Elaboración propia.

Puesto que el coeficiente de asimetría es mayor a cero se utilizó la siguiente transformación que admite valores de cero $y = \ln(x + 1)$

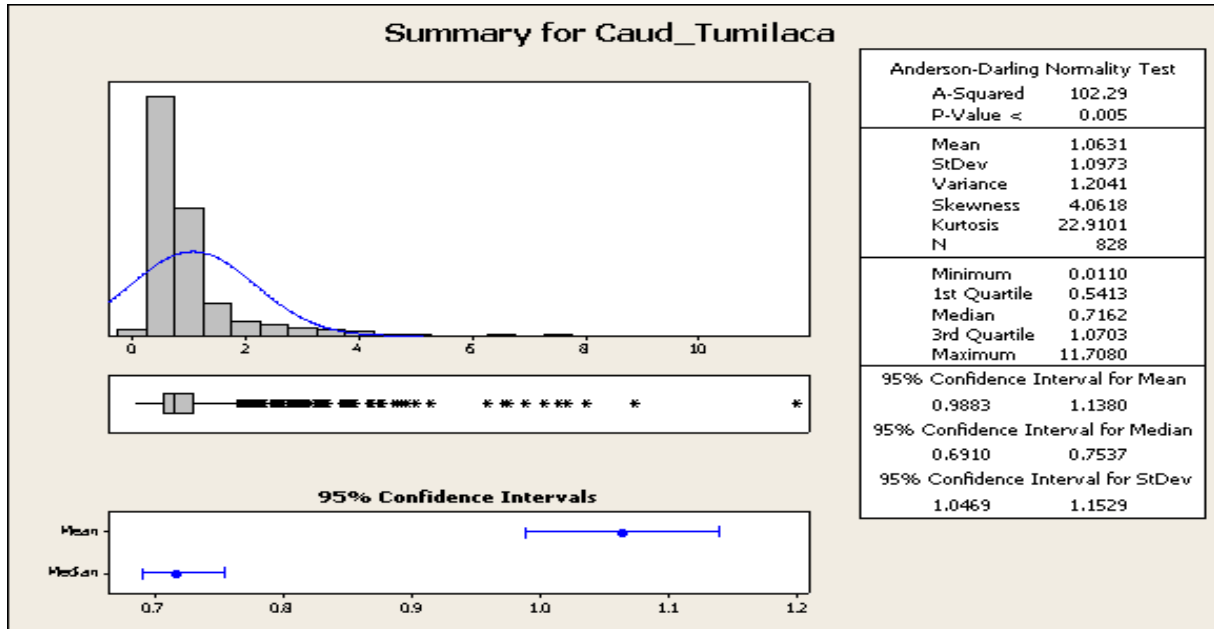
Luego de la transformación se realizó la prueba de normalidad de Smirnov-Kolmogorov como muestra la figura 5.

Figura 5. Prueba gráfica de normalidad de precipitación mensual transformada de la cuenca Tumilaca

Fuente: Elaboración propia.

La prueba concluye que siguen siendo no normales los datos de precipitación. El caudal medio mensual de la estación Tumilaca también no es normal por lo cual se determinó sus estadísticos descriptivos como muestra la figura 6.

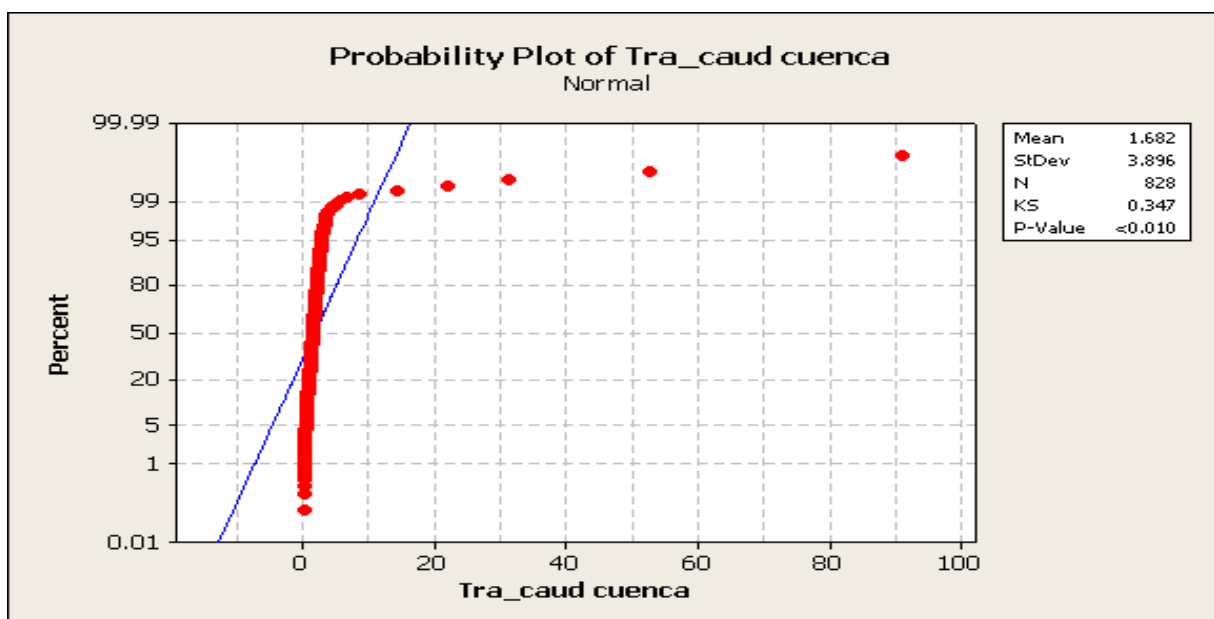
Figura 6. Resumen de estadísticos básicos del caudal medio mensual estación Tumilaca



Fuente: Elaboración propia.

La transformación más adecuada por el alto nivel de asimetría es la inversa $y = \frac{1}{x}$. También se realizó la prueba de normalidad de Smirnov-Kolmogorov a los datos transformados como muestra la figura 7.

Figura 7. Prueba gráfica de normalidad del caudal medio mensual transformado de la estación Tumilaca



Fuente: Elaboración propia.

Los datos transformados siguen siendo no normales según el resultado. El modelo de regresión es el siguiente:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2, \quad y = \frac{1}{Q}, \quad x_1 = T, \quad x_2 = \ln(P + 1)$$

Siendo Q = caudal medio mensual (m³/s), T = temperatura media mensual (°C), P = precipitación mensual (mm/mes). Se obtuvo un coeficiente de correlación múltiple de 0.553142, un coeficiente de determinación (R²) de 0.305966, un R² ajustado de 0.296122, un error típico de 0.53959, y el número de observaciones fue de 144. El coeficiente de correlación múltiple de 0.553 (entre 0.4 a 0.59) muestra que existe una relación lineal moderada entre las variables dependiente e independiente, este resultado claramente se esperaba puesto que las variables no son lineales y en su mayoría no son normales. El coeficiente de determinación de 0.306 (entre 0.2 a 0.4) muestra que sólo el 30.6% de la variable dependiente es explicado por las variables independientes, por lo tanto, la relación es baja y el ajuste del modelo es pobre. En las siguientes tablas 6 y 7 se presenta los resultados de la regresión lineal múltiple.

Tabla 6. Análisis de varianza de regresión lineal múltiple

	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD
Regresión	2	18.09835	9.049175	31.08006	6.57E-12
Residuos	141	41.05312	0.291157		
Total	143	59.15147			

Fuente: Elaboración propia

El resultado del análisis de varianza de regresión muestra que el coeficiente de determinación R² es mayor a cero y que los coeficientes del modelo β_i son mayores a cero, ambos al nivel de significancia de 0.05.

Tabla 7. Coeficientes de regresión y prueba t respectiva

	COEFICIENTES	ERROR TÍPICO	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD	INFERIOR 95%	SUPERIOR 95%
Intercepción	-0.24716	0.639309	-0.38661	0.699629	-1.51103	1.016708
Variable X 1	0.186543	0.059899	3.114288	0.002234	0.068126	0.304959
Variable X 2	-0.29201	0.03933	-7.42456	9.8E-12	-0.36976	-0.21426

Fuente: Elaboración propia

Las variables x_1 y x_2 son estadísticamente diferentes de cero al nivel de significancia de 0.05.

DISCUSION

Las estaciones pluviométricas que tienen influencia en la cuenca Tumilaca son: Ilabaya, Pampa Umalzo, Cairani y Yacango según el método de Polígonos de Thiessen. En orden de porcentaje de área de influencia Yacango posee un 46.26%, Pampa Umalzo tiene 32.79%, Cairani tiene 20.87% e Ilabaya posee solamente 0.09%, es decir, Yacango influye más en la cuenca. El método de polígonos de Thiessen junto con los métodos de la media aritmética y potencia de la distancia inversa han mostrado tener errores reducidos; sin embargo, el método de potencia de la distancia inversa fue encontrado como satisfactorio en caso de mayor dispersión en investigaciones previas (Dante et al., 2022). En la presente investigación se asume así mismo, que el método de polígonos de Thiessen tiene errores reducidos.

En cuanto a la normalidad de los datos de temperatura media mensual en Cairani y Yacango la normalidad es rechazada, en cambio en Ilabaya, Pampa Umalzo y en la precipitación media de la cuenca la normalidad es aceptada; por lo cual se aplicó la prueba de tendencia correspondiente que es regresión lineal para datos normales y prueba de Mann Kendall para datos no normales. Como mencionan otros autores con datos meteorológicos a nivel mensual al no cumplirse el supuesto de normalidad e igualdad de varianzas es necesario aplicar pruebas no paramétricas (Romero & Forigua Parra, 2021), entonces en este aspecto la presente investigación hizo una prueba de tendencia adecuada según este cumplimiento de normalidad.

En las temperaturas medias mensuales de las estaciones Cairani, Ilabaya y Yacango las tendencias son significativas, siendo decreciente en Cairani y creciente en Ilabaya y Yacango es decir se evidencia un cambio climático local. En cambio, la temperatura media mensual de la estación Pampa Umalzo y de la cuenca no existe ninguna tendencia significativa, por lo cual no hay un cambio climático en estas temperaturas. Como una variante del análisis de tendencia de temperatura, autores lo han realizado en temperaturas mínimas y máximas con técnicas de análisis wavelets, la cual puede dar resultados a mayor detalle (Correa Ortiz et al., 2021).

En cuanto a las precipitaciones mensuales en las estaciones Cairani, Ilabaya, Pampa Umalzo, Yacango y de la cuenca Tumilaca la normalidad de datos es rechazada y la tendencia con la prueba Mann Kendall respectiva, también es rechazada al nivel de significancia de 0.05, por

lo cual no existe un cambio climático local. Algunos autores también realizaron un análisis de tendencia aplicando la técnica de análisis wavelets, utilizando datos diarios transformados a mensuales, evidenciando tendencias lentas y crecientes en precipitación y en temperatura mínima, en contraste, en temperatura máxima encontraron tendencias lentas decrecientes (Correa Ortiz et al., 2021), comparando este resultado con lo encontrado en la presente investigación, el análisis wavelets puede dar resultados de lentitud de las tendencias lo cual no con la prueba de Mann Kendall no podría evidenciarse.

Los caudales medios mensuales son no normales y no presentan tendencia significativa. Así mismo, la presente investigación al igual que otras utilizó pruebas no paramétricas para probar la tendencia en caudales medios mensuales que no son normales, pero los caudales en esas investigaciones han sido generados por un modelo precipitación-escorrentía (Zorrilla Marcos et al., 2024), en comparación la presente investigación analizó tendencia de datos observados de caudal.

Para el proceso de regresión es necesario evaluar la normalidad de datos y analizar el requerimiento de transformación de estos. A nivel de la cuenca la temperatura media mensual es normal por lo cual no ha requerido transformación de datos. En contraste la precipitación mensual de la cuenca es no normal requiriendo una transformación de datos. Así mismo, los caudales medios mensuales no son normales también requiriendo transformación. Para aplicar la regresión múltiple es necesario cumplir los supuestos de normalidad sobre todo en los residuos, autores han realizado esta aplicación a la temperatura anual promedio como variable dependiente teniendo como variable independiente las emisiones de CO₂ y otras variables (Castro-Vargas, 2025).

La correlación múltiple entre las variables dependiente caudal e independientes temperatura y precipitación muestra una relación lineal moderada. El coeficiente de determinación muestra que sólo el 30.6% de la variación del caudal es explicado por la temperatura y la precipitación. El análisis de varianza muestra un coeficiente de determinación estadísticamente mayor a cero, es decir, significativo y la prueba t de coeficientes de regresión muestra que estos son estadísticamente significativos y mayores a cero, por lo cual la temperatura y la precipitación tienen un efecto significativo sobre el caudal a nivel mensual en la cuenca Tumilaca. El uso de correlación entre caudales y variables climáticas representados por índices climáticos, se han realizado por autores recientemente, a su vez han realizado el análisis de variabilidad en fases de su ciclo anual (Ricetti et al., 2024). La

presente investigación también ha utilizado estos métodos estadísticos de correlación y regresión, herramientas que permiten demostrar las relaciones entre variables.

CONCLUSIÓN

En las temperaturas medias mensuales de las estaciones Cairani, Ilabaya y Yacango las tendencias son significativas, siendo decreciente en Cairani y creciente en Ilabaya y Yacango, es decir, se evidencia un cambio climático local. En cambio, la temperatura media mensual de la estación Pampa Umalzo y de la cuenca no existe ninguna tendencia significativa, por lo cual no hay un cambio climático local.

En cuanto a las precipitaciones mensuales en las estaciones Cairani, Ilabaya, Pampa Umalzo, Yacango y de la cuenca Tumilaca la tendencia es rechazada, por lo cual no existe un cambio climático local. Los caudales medios mensuales no presentan tendencia significativa por lo cual no cambian localmente.

La temperatura media mensual de la cuenca influye significativamente ($p < 0.05$) en el caudal medio mensual del río Tumilaca, de forma no lineal puesto que ha sido necesario realizar transformación de los datos de caudal para cumplir el supuesto de normalidad.

Así mismo, la precipitación mensual de la cuenca influye significativamente ($p < 0.05$) en el caudal medio mensual del río Tumilaca, de forma no lineal porque ambos datos de las variables dependiente e independiente han sido transformados para cumplir el supuesto de normalidad.

REFERENCIAS

- Abraham, T., Olarinoye, T., Hartmann, A., Hendricks Franssen, H.-J., & Liu, Y. (2026). Towards cooperation on transboundary rivers: achieving a win-win balance between upstream hydropower generation and downstream water demand under climate change. *Journal of Hydrology*, 669, 135111. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2026.135111>
- Amat, & León, C. (2008). El Cambio Climático no tiene fronteras: Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina. Secretaria General de la Comunidad Andina.
- Blanco-Villafuerte, L., & Hartinger, S. M. (2023). Impact of climate change on the health of peruvians: challenges and strategies for a comprehensive response. In *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* (Vol. 40, Number 2, pp. 130–131). Instituto Nacional de Salud. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2023.402.12998>

- Bou Said, R., Mohtar, R. H., & Moussa, R. (2026). Water demand and surface water supply dynamics in the changing climate of semi-arid basins. *International Soil and Water Conservation Research*, 100635. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2026.100635>
- Castro-Vargas, J. J. (2025). Análisis de la variación de la temperatura mundial en el periodo 2000-2024 mediante Regresión Múltiple. <https://repositorio.ucm.edu.co/server/api/core/bitstreams/a9ca7d35-c407-4035-8296-b9c210b2e1b3/content>
- CEPAL. (2010). *La economía del cambio climático síntesis 2010*. ONU.
- Correa Ortiz, L. C., Ocampo López, O. L., & Alba Castro, M. F. (2021). Análisis de tendencia de temperatura y precipitación para el departamento de Caldas (Colombia), mediante wavelets. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 31(1), 37–52. <https://doi.org/10.18359/rcin.4900>
- Dante, M., Arriero, T., Galbetti, S., Galbetti, M. V., De Oliveira Ribeiro, V., & Oliveira Diodato, J. (2022). Comparação dos métodos da média aritmética, dos polígonos de Thiessen e do IPD na avaliação espacial de dados pluviométricos. *Revista EIA*, 19(37), 1–11. <https://doi.org/10.24050/reia>
- De la Torre, A., Fajnzylber, P., & Nash, J. (2009). *Desarrollo con menos carbono: Respuestas latinoamericanas al desafío del Cambio Climático*. Banco Mundial.
- Flores-Condori, E., Flores-Quispe, E. L., & Morales-Aranibar, L. (2021). Influence of climate factors on the regionalization of maximum precipitations in the basin of Lake Titicaca. *Manglar*, 18(1), 27–34. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.004>
- Flores-Quispe, E. L., Flores-Condori, E., & Huaquisto-Cáceres, S. (2022). Regionalization of Maximum Daily Rain in Moquegua Perú. *Revista Científica de La UCSA*, 9(2), 43–57. <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2022.009.02.043>
- Flores-Quispe, E. L., Silva-Delgado, C. A., & Flores-Condori, E. (2015). Predicción de caudales diarios de la estación hidrométrica Tumilaca aplicando modelos estocásticos autoregresivos. *Revista Ciencia & Desarrollo*, 19, 68–73. <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/489/483>
- INRENA. (2003). *Evaluación y ordenamiento de los recursos hídricos en la cuenca del río Tambo y Moquegua: inventario de fuentes de agua superficial*. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Intendencia de Recursos Hídricos. Administración Técnica del Distrito de Riego Tambo - Alto Tambo. Editorial INRENA. Páginas 74. <https://repositorio.ana.gob.pe/item/39ff5a80-8003-4c9b-a013-56e10760c670>
- IPCC. (2001). *Cambio Climático 2001: Informe de síntesis (OMM, Ed.)*. PNUMA.

- IPCC. (2007). Cambio climático 2007: informe de síntesis (OMM, Ed.). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.
- Laura-Añasco, F. Y., Moreano-Rodríguez, V. A., & Sencie-Tarazona, Á. (2021). Cambio Climático (Ministerio de desarrollo agrario y riego, Ed.). Servicio nacional forestal y de fauna silvestre (SERFOR). www.gob.pe/serfor
- MINAM. (2010). Segunda Comunicación Nacional del Perú.
- Palacios Cabrera, T. A., Quishpe Landeta, D., Armenta, G., Arias, M., & Gavilanes López, S. L. (2024). Análisis de la sensibilidad del caudal aprovechable para generación hidroeléctrica del proyecto “El Tigre” ante los efectos del cambio climático. *Sostenibilidad Económica, Social y Ambiental*, (6), 97–122. <https://doi.org/10.14198/sostenibilidad.25382>
- Poder ejecutivo de la república del Perú. (2010). Decreto supremo N°009-2010-MINAM que modifica el artículo 4 del decreto supremo N°006-2009-MINAM referido a la comisión nacional sobre cambio climático. *Diario El Peruano - Normas legales*.
- Ricetti, L., Hurtado, S. I., Scarel, E. A., & Cesanelli, A. (2024). Variabilidad del caudal del río Neuquen en las fases de su ciclo anual y su relacion con indices climaticos. *Meteorologica*, 49. <https://doi.org/10.24215/1850468Xe026>
- Rodríguez-Becerra, M., & Mance, H. (2009). Cambio climático: lo que está en juego. *Foro Nacional Ambiental*.
- Rodríguez-Flores, S., & Rodríguez-Flores, M. A. (2025). Variabilidad Histórica y de Cambio Climático del Caudal Ecológico. COMEII-2500 X Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Riego, Drenaje y Biosistemas, 1–10.
- Romero, M., & Forigua Parra, J. E. (2021). La importancia de los métodos estadísticos en la investigación: Caso de estudio sobre las variables meteorológicas mensuales en la ciudad de Bogotá en el periodo 1972- 2016. *Noria Investigación Educativa*, 1(9), 106–119. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/25905791.18533>
- Ruiz Gómez, V. L., Savé Monserrat, R., Lanuza Lanuza, O. R., Herrera Herrera, A., López Benavidez, K., & Urrutia Rodríguez, J. T. (2021). Evolución de la temperatura y precipitación en cuatro estaciones meteorológicas, ubicadas en la región Norcentral de Nicaragua, Centroamérica. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, (38), 197–212. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i38.11952>
- Salaverry, E., & Inés Botana, M. (2022, April 8). Las teorías sobre cambio climático aplicadas en América Latina y la estandarización de los sistemas ambientales. XXII

Jornadas de Investigación y Enseñanza de La Geografía.

https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.15067/ev.15067.pdf


Useros, J. (2013). El Cambio Climático: sus causas y efectos medioambientales. Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid, 50, 71–98.

Vergara Rodríguez, K. V. (2012). Variabilidad climática, percepción ambiental y estrategias de adaptación de la comunidad de Conchucos, Ancash. Tesis PUCP. Lima, Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/items/1f647038-e101-420d-b038-6da564f36b6c>

Zorrilla Marcos, Y., Panana Holgado, E. C., Solorzano Poma, J. E., Minaya Huerta, D., Javier Cabana, L. T., & Coral Jamanca, J. C. (2024). Generation of monthly mean flows using the Gr2m model for trend analysis. Universidad Ciencia y Tecnología, 28(124), 26–36. <https://doi.org/10.47460/uct.v28i124.841>

© Los autores. Este artículo se publica en Prisma ODS bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Esto permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, incluidos fines comerciales, siempre que se otorgue la atribución adecuada a los autores y a la fuente original.



 <https://doi.org/10.65011/prismaods.v5.i3.279>

Cómo citar este artículo (APA 7ª edición):

Flores Quispe, E. L. ., Gauna Chino, M. ., Flores Condori, E. ., Mamani Gomez, J. A. ., & Flores Quispe, M. Y. . (2026). Efecto del Cambio Climático Histórico en el Rendimiento Hídrico de la Cuenca del Rio Tumilaca en Perú. *Prisma ODS: Revista Multidisciplinaria Sobre Desarrollo Sostenible*, 5(3), 252-276. <https://doi.org/10.65011/prismaods.v5.i3.279>