

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Evaluación de la eficiencia hidráulica en los
canales de riego para la rehabilitación de
terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo –
Maranganí, 2024**

Freddy Harold Blanco Huaracha

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental

Tesis digital



Esta obra está bajo una licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional"

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ma. Edinson José Porras Arroyo
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 16 de setiembre de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Maranganí, 2024

Autores:

1. Freddy Harold Blanco Huaracha – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|--|-----------------------------|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☐ | NO ☒ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): | SI ☐ | NO ☒ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTOS

*Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis abuelos, quienes supieron estar cuando más los necesitaba. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico. También, expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesor de tesis, el **Ing. Edinson José Porras Arroyo**. Su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a mi experiencia en el complejo y gratificante camino de la investigación. Su guía constante y su fe en mis habilidades me han motivado a alcanzar alturas que nunca imaginé. No tengo palabras para expresar mi gratitud por su inmenso apoyo durante este viaje.*

DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi sostén incondicional en cada etapa de este camino. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, por creer en mí cuando yo dudaba y por acompañarme con paciencia y amor. Cada logro que alcanzo lleva consigo su sacrificio silencioso. Esta tesis es fruto de sus enseñanzas, su ejemplo y su fe constante. No hay palabras suficientes para agradecer todo lo que han hecho por mí. Siempre llevaré conmigo y con mucho orgullo todo lo que me dieron: valores, fuerza y corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE ECUACIONES	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	13
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo general.....	14
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación e importancia	15
1.3.1. Justificación práctica.....	15
1.3.2. Justificación teórica	15
1.3.3. Justificación ambiental.....	16
1.3.4. Justificación social	16
1.4. Delimitación del proyecto.....	16
1.4.1. Delimitación conceptual	16
1.4.2. Delimitación espacial.....	17
1.4.3. Delimitación temporal.....	17
1.5. Hipótesis y descripción de variables.....	17
1.5.1. Hipótesis	17
1.5.1.1. Hipótesis general.....	17

1.5.1.2. Hipótesis específicas	17
1.5.2. Descripción de variables	18
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.2.1. Antecedentes internacionales	20
2.2.2. Antecedentes nacionales	22
2.2. Bases teóricas.....	24
CAPITULO III.....	34
METODOLOGÍA	34
3.1 Métodos, tipo o alcance de la investigación	34
CAPÍTULO IV	42
RESULTADOS	42
DISCUSIONES	126
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES.....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
ANEXOS	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema nacional de recursos hídricos	26
Figura 2. Representación del ciclo hidrológico	27
Figura 3. Pasos para realizar un diseño hidráulico.....	28
Figura 4. Polígono de Thiessen.....	31
Figura 5. Energía Hidráulica.....	32
Figura 6. Delimitación de microcuencas Latarani y Qarqapunku.....	36
Figura 7. Flujograma de diseño metodológico.....	37
Figura 8. Toma de datos para resultados.....	38
Figura 9. Medición de la velocidad del agua	39
Figura 10. Instrumento de medición verificación	40
Figura 11. Flujograma del procedimiento de datos.....	41
Figura 12. Ubicación de la unidad de estudio.....	43
Figura 13. Mapa de ubicación estudio topográfico.....	44
Figura 14. Bocatoma de forma tradicional.....	45
Figura 15. Deterioro el concreto de la bocatoma	45
Figura 16. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Sicuani	84
Figura 17. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica La Raya.....	84
Figura 18. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Yauri.....	85
Figura 19. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Santo Tomas.....	85
Figura 20. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Livitaca	86
Figura 21. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Pomacanchis	86
Figura 22. Diagrama de doble masa.....	92
Figura 23. Precipitación promedio mensual Qarqapunku.....	94
Figura 24. Precipitación promedio mensual Latarani	96
Figura 25. Generación de caudales medios mensuales para el año promedio en las microcuena	97
Figura 26. Generación de caudales medios mensuales para el año promedio en las microcuena	98
Figura 27. Caudales medios mensuales (m ³ /S)- Microcuena Qarqapunku	100
Figura 28. Caudales medios mensuales (m ³ /S)- Microcuena Latarani.....	103
Figura 29. Disponibilidad de caudales medios generados de la microcuena Qarqapunk.....	105
Figura 30. Disponibilidad de caudales medios generados de la microcuena Latarani.....	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	19
Tabla 2. Ubicación geográfica de los sectores beneficiarios de la Comunidad de Ccuyo	46
Tabla 3. Captaciones	47
Tabla 4. Área de intervención de reservorio sistema de riego CCUYO.....	47
Tabla 5. Área de intervención de reservorio sistema de riego CCUYO.....	48
Tabla 6. Coordenadas UTM en captaciones y líneas de conducción Latarani	53
Tabla 7. Temperatura máxima (°C)-Estación Sicuani	61
Tabla 8. Temperatura mínima.....	61
Tabla 9. Características socioeconómicas	62
Tabla 10. Vía de acceso.....	63
Tabla 11. Parámetros generales de las cuencas	67
Tabla 12. Estaciones meteorológicas	68
Tabla 13. Precipitación estación Sicuani.....	70
Tabla 14. Precipitación estación La Raya	72
Tabla 15. Precipitación estación Yauri	74
Tabla 16. Precipitación estación Santo Tomas	76
Tabla 17. Precipitación estación.....	79
Tabla 18. Precipitación estación Pomacanchi	81
Tabla 19. Análisis de doble masa de las estaciones cercanas al proyecto.....	88
Tabla 20. Análisis de precipitaciones acumuladas de las estaciones cercanas al proyecto	90
Tabla 21. Precipitación media generada en la microcuenca Qarqapunku	93
Tabla 22. Precipitación media generada en la microcuenca Latarani	95
Tabla 23. Caudales medios mensuales generados para la Microcuenca Qarqapunku.....	99
Tabla 24. Caudales medios mensuales generados para la Microcuenca Latarani	101
Tabla 25. Resumen de caudales de oferta - microcuenca Qarqapunku	104
Tabla 26. Resumen de caudales de oferta - microcuenca Latarani	106
Tabla 27. Balance hídrico de la microcuenca Qarqapunku	108
Tabla 28. Balance hídrico de la microcuenca Latarani	110
Tabla 29. Caudales máximos de la microcuenca Latarani	115
Tabla 30. Caudales máximos de la microcuenca Latarani	117
Tabla 31. Comprobación hipótesis general	120
Tabla 32. Comprobación hipótesis específica 1	121
Tabla 33. Comprobación hipótesis específica 2	123
Tabla 34. Comprobación hipótesis específica 3.....	124

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	28
Ecuación 2.....	28
Ecuación 3.....	29
Ecuación 4.....	29
Ecuación 5.....	29
Ecuación 6.....	29
Ecuación 7.....	30
Ecuación 8.....	31
Ecuación 9.....	31
Ecuación 10.....	32
Ecuación 11.....	32
Ecuación 12.....	33
Ecuación 13.....	33
Ecuación 14.....	114

RESUMEN

El problema general que motivó esta investigación fue la baja eficiencia hidráulica de los canales de riego en la comunidad de Ccuyo, distrito de Maranganí, el objetivo general fue determinar la eficiencia hidráulica optimizada de dichos canales para mejorar la distribución del agua de riego. La hipótesis general planteó que la implementación de mejoras técnicas en los canales incrementaría significativamente su eficiencia hidráulica, reduciendo las pérdidas de agua y favoreciendo la productividad agrícola. La investigación se desarrolló bajo un método descriptivo–cuantitativo, de tipo aplicada, con un nivel explicativo y un diseño no experimental–transversal. La población estuvo conformada por todos los canales de riego de la comunidad de Ccuyo y la muestra incluyó los canales principales que abastecen las microcuencas de Latarani y Qarqapunku, donde se emplearon mediciones de campo, análisis topográficos, cálculos hidráulicos y datos meteorológicos actualizados. Los resultados mostraron que permite el abastecimiento hídrico suficiente para la rehabilitación de 283 hectáreas agrícolas, gracias al aprovechamiento eficiente del recurso hídrico proveniente de las microcuencas Qarqapunku y Latarani, las cuales presentan una precipitación media anual de 860.17 mm y 857.06 mm respectivamente, y cuyos caudales máximos estimados alcanzan 16.04 m³/s y 41.84 m³/s con un periodo de retorno de 50 años. Se concluye que, mediante revestimiento y mantenimiento constante, la eficiencia hidráulica podría elevarse, reduciendo las pérdidas lo que favorecerá la distribución del agua, aumentará la productividad agrícola y garantizará la sostenibilidad hídrica en la región.

Palabras claves: Eficiencia hidráulica, canales de riego, rehabilitación de terrenos agrícolas, recursos hídricos.

ABSTRACT

The general problem that motivated this research was the low hydraulic efficiency of the irrigation canals in the community of Ccuyo, located in the Maranganí region. The general objective was to determine the optimized hydraulic efficiency of these canals to improve the distribution of irrigation water. The general hypothesis proposed that the implementation of technical improvements in the canals would significantly increase their hydraulic efficiency, reduce water losses, and enhance agricultural productivity. The research was carried out using a descriptive–quantitative method, with an applied approach, explanatory level, and a non-experimental–cross-sectional design. The study population consisted of all irrigation canals in the community of Ccuyo, and the sample included the main canals that supply the micro-watersheds of Latarani and Qarqapunku. Field measurements, topographic analysis, hydraulic calculations, and updated meteorological data were used. The results showed that the water supply is sufficient for the rehabilitation of 283 hectares of agricultural land, thanks to the efficient use of water resources from the Qarqapunku and Latarani micro-watersheds, which present an average annual precipitation of 860.17 mm and 857.06 mm, respectively, and estimated maximum flows of 16.04 m³/s and 41.84 m³/s for a return period of 50 years. It is concluded that, through proper lining and constant maintenance of the canals, hydraulic efficiency can be improved, water losses reduced, and water distribution enhanced thus increasing agricultural productivity and ensuring water sustainability in the region.

Keywords: Hydraulic efficiency, irrigation canals, agricultural land rehabilitation, water resources.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia en la gestión de los recursos hídricos es un factor clave para el desarrollo y la sostenibilidad de la agricultura en regiones rurales, donde el uso adecuado del agua puede marcar la diferencia en la productividad y el bienestar de las comunidades. En la comunidad de Ccuyo, ubicada en el distrito de Maranganí, la rehabilitación y optimización de los sistemas de riego son fundamentales para asegurar que los terrenos agrícolas cuenten con un suministro de agua adecuado y eficiente. La eficiencia hidráulica en los canales de riego, en particular, juega un papel crucial en este proceso, ya que la pérdida de agua por infiltraciones y fallas en la infraestructura puede comprometer la disponibilidad de este recurso vital.

En la actualidad Perú cuenta con un gran potencial hídrico formada por las masivas precipitaciones pluviales que se dan en las cabeceras de cuencas, este recurso hídrico debe ser aprovechado de manera razonable y eficiente, tomando en cuenta que este es un recurso renovable que reemplaza el combustible, sea petróleo o gas, que es más costoso y ocasiona daños al medio ambiente. La electrificación rural en el Perú es una de las tareas pendientes que enfrenta el gobierno en materia de infraestructura y provisión de servicios básicos. Según la evaluación técnica emitida por el INEI en el 2021, en el ámbito geográfico urbano el 2.4 % no tiene acceso al servicio de energía eléctrica y el 17,4 % de la población rural aún no tiene acceso al servicio (INEI, 2021, p. 57).

Esta investigación se centra en la evaluación de la eficiencia hidráulica de los canales de riego que abastecen los terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo. El objetivo principal es determinar el estado actual de la eficiencia hidráulica y proponer medidas para su optimización, utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos relevantes. Se busca así mejorar la infraestructura hidráulica, lo que redundará en un uso más eficiente del agua y en el aumento de la productividad agrícola en la zona.

La presente investigación está organizada en varios capítulos que abordan distintos aspectos del estudio. En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema existente, en el segundo capítulo se detalla el marco teórico que sustenta la investigación, incluyendo los conceptos fundamentales relacionados con la eficiencia hidráulica y el riego, así como una revisión de experiencias previas y enfoques metodológicos utilizados en investigaciones similares. El tercer capítulo detalla la metodología empleada, especificando los métodos de recolección de datos, las herramientas de simulación y los procedimientos utilizados para optimizar el sistema de riego. El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos tras el análisis de la eficiencia hidráulica en los canales de riego de la comunidad de Ccuyo, destacando las

características técnicas de los canales, las pérdidas de agua identificadas y la evaluación del balance hídrico. Finalmente, se resumen las conclusiones y recomendaciones para garantizar la sostenibilidad y eficiencia del sistema de riego a largo plazo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

En la última década, el cambio climático y la creciente demanda de alimentos han incrementado la presión sobre los recursos hídricos a nivel global, impactando significativamente en la sostenibilidad de la agricultura; es por ello, que esta investigación se sitúa en un contexto global donde la gestión eficiente del agua se ha vuelto crucial ante el aumento de la población y el cambio climático. A nivel internacional, se estima que más del 70% del agua dulce se destina a la agricultura, lo que subraya la importancia de optimizar los sistemas de riego para garantizar la seguridad alimentaria. Sin embargo, se ha reportado que la eficiencia del riego en muchas regiones del mundo oscila entre el 40% y el 60%, lo que implica un desperdicio significativo de recursos hídricos (Peirano, De La Flor, y Vilchez, 2023, p. 63).

En América Latina, la situación es igualmente preocupante, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, p. 43-110), la región enfrenta desafíos relacionados con la escasez de agua y la variabilidad climática, que afectan la producción agrícola. En particular, se ha observado que los canales de riego en muchos países presentan deficiencias estructurales y operativas, lo que reduce su capacidad para transportar agua de manera eficiente. Un estudio realizado en 2020 reveló que, en algunos países de la región, la eficiencia de los sistemas de riego se encontraba por debajo del 50%, lo que pone en riesgo la producción de cultivos esenciales como el maíz y el arroz (FAO, 2020).

Perú, un país con una vasta diversidad agrícola, depende en gran medida de sistemas de riego para mantener su producción. Sin embargo, se estima que el 60% de los canales de riego en el país están en condiciones deficientes, lo que afecta directamente la productividad agrícola. La región de Maranganí, donde se encuentra la comunidad de Ccuyo, no es la excepción, donde la falta de mantenimiento y la inadecuada gestión de los recursos hídricos han llevado a una disminución de la eficiencia hidráulica de los canales, generando pérdidas significativas de agua. Un informe del Ministerio de Agricultura y Riego de Perú indicó que la eficiencia de riego en esta región se sitúa en torno al 30%, lo que

agrava la situación de los agricultores locales que ya enfrentan problemas de escasez de agua (Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, 2022, p. 34-47).

La evaluación de la eficiencia hidráulica de los canales de riego en Ccuyo se torna, por lo tanto, una necesidad urgente. La rehabilitación de estos canales no solo permitirá mejorar la eficiencia en el uso del agua, sino que también contribuirá a la sostenibilidad de la agricultura en la región, los agricultores locales han expresado su preocupación por la falta de apoyo institucional y la escasa inversión en infraestructura hidráulica, lo que limita su capacidad para adaptarse a las condiciones cambiantes del clima y maximizar la producción agrícola, la rehabilitación de los canales de riego, junto con la implementación de tecnologías de gestión del agua, podría aumentar la eficiencia de riego hasta un 50%, permitiendo así un uso más sostenible de los recursos hídricos disponibles.

1.1.1. Problema general

¿Cuál será la eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el estado actual de la eficiencia hidráulica en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024?
- ¿Qué características técnicas influyen en la eficiencia hidráulica en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024?
- ¿Cómo influye la optimización de la eficiencia hidráulica, utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el estado actual de la eficiencia hidráulica en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Marangani, 2024.
- Identificar las características técnicas que influyen en la eficiencia hidráulica de los canales de riego en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Marangani, 2024.
- Realizar la optimización de la eficiencia hidráulica utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, los cuales impactarán en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Marangani, 2024.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación práctica

La investigación tuvo gran relevancia práctica, ya que permitió determinar el nivel real de eficiencia hidráulica en los canales de riego de la comunidad de Ccuyo, identificando las pérdidas de agua y los factores que limitaban una distribución óptima del recurso hídrico. Los resultados sirvieron como base para proponer mejoras técnicas en la infraestructura y en las prácticas de manejo del riego, optimizando así el uso del agua disponible. Esto se tradujo en un incremento en la productividad agrícola y en la sostenibilidad de las actividades económicas de la zona (Capcha y Chuquillanqui, 2021, p. 51-62).

1.3.2. Justificación teórica

Desde el punto de vista teórico, la investigación contribuyó al conocimiento existente sobre la evaluación de la eficiencia hidráulica en sistemas de riego por canales abiertos, integrando conceptos de ingeniería hidráulica, gestión de recursos hídricos y rehabilitación agrícola. Se aplicaron metodologías estandarizadas de medición y cálculo de eficiencia, las cuales permitieron validar o contrastar teorías relacionadas con el rendimiento hidráulico y la distribución de agua en zonas rurales de altura. De esta manera, el estudio no solo aportó datos empíricos, sino que también fortaleció el marco conceptual y metodológico para futuras investigaciones similares (Villar y Santa , 2020, p. 21-30).

1.3.3. Justificación ambiental

La optimización de la eficiencia hidráulica tuvo un impacto directo en la conservación del recurso hídrico, ya que redujo pérdidas por infiltración, evaporación y filtraciones no controladas, al minimizar el desperdicio de agua, se contribuyó a la preservación de fuentes hídricas y al uso sostenible del recurso, disminuyendo la presión sobre los ecosistemas locales. Asimismo, un manejo más eficiente del riego favoreció la recuperación y el mantenimiento de suelos agrícolas, evitando procesos de erosión y degradación (Sanchez y Acosta, 2023, p. 10-41).

1.3.4. Justificación social

La mejora de la eficiencia hidráulica en los canales de riego benefició directamente a los agricultores de la comunidad de Ccuyo, al asegurar una distribución más equitativa y oportuna del agua, elemento esencial para su producción y subsistencia. Esto repercutió positivamente en la seguridad alimentaria, los ingresos familiares y la cohesión comunitaria, fortaleciendo la resiliencia frente a sequías o cambios climáticos. Además, el proyecto fomentó la participación activa de los usuarios en el cuidado y mantenimiento de la infraestructura, generando un sentido de corresponsabilidad y organización social (Capcha y Chuquillanqui, 2021, p. 64-78).

1.4. Delimitación del proyecto

1.4.1. Delimitación conceptual

El concepto central del estudio fue la "eficiencia hidráulica" de los canales de riego, entendida como la capacidad de estos sistemas para distribuir el agua de manera equitativa y eficaz a lo largo de los terrenos agrícolas, minimizando pérdidas y garantizando la disponibilidad del recurso para los cultivos. La rehabilitación de los canales se abordó desde una perspectiva técnica, buscando identificar las mejoras necesarias en la infraestructura y en los métodos de operación, así como la optimización de los flujos de agua. Además, el proyecto incluyó un análisis de la situación socioeconómica de la comunidad, para asegurar que las mejoras en el sistema de riego tuvieran un impacto positivo en la productividad agrícola y en la calidad de vida de los habitantes.

1.4.2. Delimitación espacial

El estudio se centró en la comunidad de Ccuyo, ubicada en el distrito de Maranganí, en la provincia de Canchis, en la región de Cusco, Perú. Esta área se caracteriza por su actividad agrícola, que depende de los sistemas de riego para garantizar la producción de cultivos. En particular, el proyecto se focalizó en los canales de riego que abastecen las tierras agrícolas de la comunidad, evaluando su infraestructura y su eficiencia hidráulica en la distribución del agua.

1.4.3. Delimitación temporal

El proyecto tuvo lugar en el año 2024, donde se llevó a cabo el análisis y diagnóstico de la eficiencia de los canales de riego en función de las condiciones climáticas y las infraestructuras existentes, donde el proceso de rehabilitación de los canales de riego fue un aspecto clave en este análisis, con el fin de mejorar la distribución del recurso hídrico en los terrenos agrícolas, las evaluaciones se realizaron durante el ciclo agrícola correspondiente a ese año, considerando la variabilidad en las demandas de riego durante las diferentes estaciones. El período de estudio se estableció para el año 2024, con un enfoque en la recolección de datos y la evaluación de la eficiencia hidráulica fue de dos meses.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis

1.5.1.1. Hipótesis general

La eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego permitirá una rehabilitación más efectiva de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, incrementando la disponibilidad de agua para riego y mejorando la productividad agrícola.

1.5.1.2. Hipótesis específicas

- La evaluación de la eficiencia hidráulica en los canales de riego permitirá identificar las deficiencias en la distribución del agua y plantear mejoras que optimicen la rehabilitación de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.
- Las características técnicas, como el tipo de revestimiento y el diseño del canal, influyen significativamente en la eficiencia hidráulica, afectando la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.

- La optimización de la eficiencia hidráulica, utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, tendrá un impacto positivo en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, al mejorar la distribución y el uso eficiente del recurso hídrico.

1.5.2. Descripción de variables

- **V. I.: Eficiencia hidráulica de los canales de riego:** Esta variable se refiere a la capacidad de los canales de riego para transportar y distribuir el agua de manera efectiva y con mínimas pérdidas (por infiltración, evaporación, etc.).
- **V.D.: Diseño de optimización para los terrenos agrícolas:** Esta variable se refiere a la mejora y recuperación de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo - Maranganí, como resultado de la optimización de la eficiencia hidráulica de los canales de riego.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Variable independiente: <i>Eficiencia hidráulica de los canales de riego</i>	La eficiencia de los sistemas de riego se refiere a la capacidad de un sistema de riego para utilizar el agua de manera óptima para satisfacer las necesidades hídricas de las plantas, minimizando las pérdidas por evaporación, escorrentía y percolación profunda. Este concepto implica la maximización de la proporción de agua aplicada que es efectivamente utilizada por las plantas para su crecimiento, desarrollo y producción, en comparación con el total de agua suministrada. La eficiencia de riego es esencial para la sostenibilidad del uso del agua en la agricultura, la conservación de recursos hídricos y la reducción de costos (Cisneros & Pacheco, 2007, p. 87).	En términos operacionales primero se mide el volumen total de agua aplicada a un área de cultivo durante un ciclo de riego. Esta cantidad, conocida como Volumen de Agua Aplicada (VAA), se obtiene utilizando dispositivos de medición como medidores de flujo o calculando el tiempo de riego y la capacidad del sistema. Luego, se estima el Volumen de Agua Útil (VAU), que es la cantidad de agua efectivamente absorbida por las plantas y almacenada en la zona radicular. Esta estimación se realiza midiendo la humedad del suelo antes y después del riego.	Eficiencia de aplicación de agua
			Uniformidad de distribución
			Eficiencia de uso del agua
			Pérdidas de agua
			Costo por unidad de agua aplicada
Variable dependiente: <i>Diseño de optimización para los terrenos agrícolas</i>	Se refiere a la implementación de mejoras técnicas y estructurales en los canales de riego con el objetivo de maximizar el transporte y distribución efectiva del agua, minimizando las pérdidas por infiltración, evaporación, y fricción. Este proceso incluye la evaluación, rediseño, y modernización de los canales, así como el uso de tecnologías y prácticas avanzadas para mejorar el flujo del agua y la capacidad de riego, garantizando un uso más eficiente del recurso hídrico para la rehabilitación de terrenos agrícolas (Fano, 2021, p. 63).	Operacionalmente, la rehabilitación de ecosistemas involucra una serie de pasos y acciones concretas. Primero, se realiza un diagnóstico exhaustivo del estado actual del ecosistema, identificando las causas de su degradación y los elementos faltantes o dañados. Este diagnóstico se basa en estudios de suelo, monitoreo de la biodiversidad y evaluación de la calidad del agua, entre otras herramientas.	Coefficiente de eficiencia hídrica
			Reducción de pérdida por infiltración
			Velocidad del flujo de agua en los canales
			Uniformidad de distribución del agua Impacto en la producción agrícola

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.2.1. Antecedentes internacionales

En la investigación titulada “Evaluación de la eficiencia hidráulica de canales de riego revestidos: un estudio de caso en Punjab, Pakistán”, tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de dicha medida sobre la eficiencia hidráulica de los canales ubicados en la provincia de Punjab, Pakistán, en total, se supervisaron 14 canales, distribuidores y ramales menores con una longitud acumulada de 226 km, registrando su desempeño hidráulico en distintas zonas de riego. Se recopilaron datos experimentales de variables hidráulicas, geométricas y socioeconómicas como el coeficiente de rugosidad, contenido de sedimentos, velocidad de flujo, perímetro mojado, fugas, incidencias de extracción ilegal de agua, características del lecho, pendiente lateral, perfil de la lámina de agua, radio hidráulico, productividad de cultivos y superficie afectada por vegetación. Los resultados se contrastaron con los valores de diseño y con mediciones previas al revestimiento. Para estimar las pérdidas por filtración, se efectuaron diez ensayos con el método de entrada-salida y ocho ensayos con el método de encharcamiento, los análisis revelaron que prácticamente todos los parámetros experimentaron variaciones respecto a los valores proyectados. La evaluación comparativa de los indicadores socioeconómicos mostró que el revestimiento permitió reducir las pérdidas por filtración en aproximadamente un 78 % (Hassam, Akram, Punthakey, Shabir, y Sultran, 2023, p. 14-110).

En la investigación titulada “El efecto del revestimiento hidráulico en la eficiencia y el costo de la reconstrucción de canales de riego”, tuvo como objetivo analizar cómo las propiedades hidráulicas de diferentes materiales de revestimiento como: geomembranas, hormigón, asfalto, bentonita mezclada con arena y piedra de canto rodado, influyen en el costo de rehabilitación de los canales. Para ello, se utilizaron datos de campo y el modelo hidrodinámico HEC-RAS para evaluar el impacto de cada material en la eficiencia hidráulica, así como para comparar los costos asociados. En el estudio, se midieron parámetros de flujo y batimetría mediante un perfilador acústico Doppler en un tramo de 1 km del canal principal de Tashkent. El coeficiente de determinación (R^2) entre los datos medidos y modelados fue de 0,86, evidenciando una buena precisión del modelo. La aplicación de los distintos materiales de revestimiento modificó la geometría del

canal con costos que oscilaron entre 210 y 688 mil dólares por metro lineal, dependiendo del material. Al evaluar la vida útil y los costos anuales, la geomembrana, seguida por el hormigón y la piedra de canto rodado, presentaron los menores costos de mantenimiento anual, con valores aproximados de 32, 46 y 10 mil dólares por año, respectivamente. La piedra de canto rodado, por su alta durabilidad, se identificó como la opción más eficiente para mejorar la eficiencia del uso del agua en el canal magistral de Tashkent, finalmente se resalta que se proporciona información valiosa para que los responsables de políticas puedan seleccionar el material más adecuado para revestir los canales, considerando factores como vida útil, costos y durabilidad, contribuyendo así a mejorar la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos de Uzbekistán (Zelenakova, Arifjanov y Allaorov, 2025, p. 17-120).

En la investigación titulada “Rendimiento del riego antes y después de la rehabilitación de un pequeño sistema de riego representativo junto al río Senegal, Mauritania” en su presenta la evaluación de la rehabilitación de un pequeño sistema de riego representativo, gestionado por una cooperativa de agricultores en la localidad de Bélinabé, antes de la intervención, el sistema abarcaba 37,7 ha distribuidas en 107 parcelas de 0,33 ha, destinadas íntegramente al cultivo de arroz. El suministro de agua se realizaba mediante bombeo directo desde el río hacia dos cuencas de cabecera, desde donde se distribuía por canales abiertos. Tras la rehabilitación, la superficie irrigada aumentó a 115 ha, con parcelas de aproximadamente 0,36 ha. El agua comenzó a conducirse a través de un único conjunto de bombas y un sistema combinado de tuberías y canales abiertos. La evaluación del rendimiento incluyó el análisis de la capacidad del sistema, las pérdidas en la distribución, la flexibilidad, adecuación y fiabilidad del suministro, el estado de mantenimiento y la percepción de los agricultores sobre su funcionamiento. Los datos de campo se recopilaron durante la campaña de riego previa a la rehabilitación (2004) y en las posteriores de 2006 y 2007. Para facilitar el análisis, se desarrolló un modelo de distribución de la red y un balance hídrico del campo. Los resultados mostraron que, antes de la rehabilitación, el sistema podía operar de manera satisfactoria si se garantizaba un mantenimiento adecuado. Sin embargo, después de las obras, aunque más familias accedieron al riego, la fiabilidad y flexibilidad en la distribución del agua disminuyeron, y la capacidad de bombeo resultó insuficiente para satisfacer las demandas hídricas de los cultivos. El estudio concluye con recomendaciones para futuras intervenciones y para mejorar el mantenimiento general de los sistemas de riego (Connor, 2020, p. 9-87).

2.2.2. Antecedentes nacionales

La investigación titulada “Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad - canal Huayao, Chupaca, Junín 2021”, tuvo como propósito evaluar la eficiencia hidráulica del canal de riego por gravedad Huayao, ubicado en Chupaca, Junín, durante el año 2021. Se empleó un diseño no experimental y el método científico, utilizando una ficha de recopilación de datos aplicada al propio canal de riego Huayao, seleccionado por conveniencia mediante un muestreo no probabilístico. Los resultados mostraron que, en el canal trapezoidal, la eficiencia promedio obtenida entre las progresivas 0+000 km y 2+0.22 km fue de 58.36% y 71.53% en dos días de medición. En el canal rectangular, entre las progresivas 0+000 km y 0+100 km, la eficiencia registrada fue de 95.14%, 92.33%, 94.93% y 95.6%. Se concluyó que es necesario revestir nuevamente el canal e incrementar la sección del canal trapezoidal, dado que las pérdidas se originan principalmente por infiltración, especialmente en tramos donde los paños laterales están deteriorados, lo que reduce la eficiencia a 71.53% e impide el abastecimiento adecuado a todos los usuarios del sistema (Capcha y Martinez, 2021, p. 15-98).

La investigación titulada “Determinación de la máxima eficiencia hidráulica y costo en diseño de canales de sección trapezoidal y rectangular en la comunidad Huilasipe distrito de Acora, provincia, departamento Puno, 2021”, tuvo como objetivo principal comparar las secciones trapezoidal y rectangular de canales en cuanto a su máxima eficiencia hidráulica y los costos asociados al movimiento de tierras y al uso de concreto simple en su diseño. Los objetivos específicos fueron determinar la máxima eficiencia hidráulica para ambas secciones en distintas pendientes de diseño en la comunidad de Huilasipe, estimar sus costos de construcción y realizar la comparación correspondiente. Se diseñó un canal de 1.41 km siguiendo la metodología tradicional, dividiéndolo en siete unidades muestrales de 200 metros cada una, y se analizaron los resultados mediante gráficos de barras. Los hallazgos mostraron que la máxima eficiencia hidráulica, medida por el área mojada, fue de 0.560 m² en el canal trapezoidal y de 0.582 m² en el canal rectangular. En cuanto al perímetro, el trapezoidal presentó 5.194 m y el rectangular 5.682 m. Respecto a los costos, el movimiento de tierras en el canal trapezoidal ascendió a 15,280.200 soles, mientras que en el rectangular fue de 15,574.050 soles. La comparación de costos para la máxima eficiencia hidráulica reveló que el canal trapezoidal resulta más óptimo y eficiente: la diferencia en movimiento de tierras fue de 293.850 soles (1.905%) y, en el caso del concreto

simple $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, la diferencia fue de 6,588.120 soles (13.158%) a favor del canal trapezoidal (Apaza, 2024, p. 4-87).

La investigación titulada “Evaluación de las pérdidas de conducción y mejoramiento de la eficiencia hidráulica en el canal de riego Yesera, Magollo, Vilacollo - Quilahuani - Candarave - Tacna, tramo: km 004 + 200 hasta 006 + 700”, tuvo como objetivo principal evaluar las pérdidas de conducción para mejorar la eficiencia hidráulica del canal de riego Yesera, ubicado en Magollo, Vilacollo, Quilahuani, Candarave (Tacna), específicamente en el tramo comprendido entre las progresivas 004+200 y 006+700. Se aplicó una metodología de tipo científico, con un nivel y método descriptivo, bajo un diseño no experimental. Para determinar las pendientes mínimas se realizó un levantamiento topográfico del canal, evidenciándose incumplimiento en las pendientes de diseño, lo que provoca desbordes y sedimentación, además, se identificó discontinuidad en las juntas de disipación, agrietamiento entre concreto nuevo y antiguo, erosión en las paredes y deficiencias en las tomas laterales. En el tramo crítico, entre las progresivas 4+200 y 5+200, se efectuaron aforos mediante los métodos del flotador y del correntómetro, obteniendo un caudal promedio de entrada de $0,072 \text{ m}^3/\text{s}$ y uno de salida de $0,064 \text{ m}^3/\text{s}$. La eficiencia de conducción calculada fue del 88,79 %, valor inferior al 95 % recomendado para canales revestidos, lo que confirma que el estado actual del canal es deficiente. Como propuesta de mejora, se plantea un replanteo del trazo del canal que cumpla con las pendientes requeridas, junto con un nuevo diseño hidráulico entre las progresivas 04+200 y 04+700, el presupuesto estimado para la intervención asciende a S/ 238,334.87 (Ticona, 2024, p. 14-67).

En la investigación “Evaluación hidráulica para mejorar la eficiencia hidráulica del canal de riego en el sector La Huerta, C.P. Cerro Alegre, distrito de Imperial, Cañete, Lima”, su objetivo principal fue evaluar el estado actual y las condiciones que influyen en el funcionamiento del canal para sustentar una propuesta de optimización. Se desarrolló una investigación aplicada, con enfoque causal, nivel descriptivo y correlacional, bajo un diseño cuantitativo, no experimental y transversal, utilizando algoritmos de cálculo. La población de estudio coincidió con la muestra, correspondiente a un tramo de 340 m del canal, se determinó que el caudal actual no alcanza la eficiencia hidráulica necesaria para abastecer adecuadamente las áreas agrícolas. Incorporando un factor de seguridad al promedio de los valores obtenidos en la modelación hidráulica, se estableció un caudal de diseño de $Q = 1,45 \text{ m}^3/\text{s}$. La propuesta de mejora incluye reubicar el eje del canal a 3,50 m del límite de propiedad en el tramo inicial y a 4,50 m después

de la curva en el tramo recto final; uniformizar la sección para el caudal máximo de diseño; revestir todo el canal con concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 0,10 m de espesor; y construir cuatro alcantarillas de concreto tipo cajón de dos ojos, con vertimiento libre y control de salida (Lopez, 2022, p. 23-135).

En la investigación titulada “Evaluación de la eficiencia hidráulica del canal principal del sistema de riego La Palmira de la parroquia Quinara, cantón y provincia de Loja”, tuvo como propósito evaluar la eficiencia de conducción del canal principal y describir su estado actual, con el objetivo de identificar las pérdidas de agua y plantear acciones de mejora. Se adoptó un enfoque descriptivo y cuantitativo, realizando un diagnóstico físico de la infraestructura mediante observación directa y registros de campo. La medición de caudales se efectuó con el método de aforo por molinete y la fórmula de Manning, complementada con el software HCanales. Para el cálculo de las pérdidas volumétricas se aplicaron los modelos de Davis y Wilson, así como el de Moritz. Los resultados evidenciaron pérdidas máximas de 2,14 l/s/km y un promedio de 1,71 l/s/km, ocasionadas principalmente por grietas y desgaste en el revestimiento. La eficiencia promedio del sistema fue del 73,83 %, considerada aceptable, aunque en tramos críticos descendió hasta un 41,25 %, también se detectaron problemas estructurales como fisuras, compuertas deterioradas, acumulación de sedimentos y vegetación, además de la falta de mantenimiento preventivo. Se concluye que las condiciones actuales del canal reducen su eficiencia y que es necesaria la ejecución de un plan integral de rehabilitación que incluya la reparación de la infraestructura, la mejora de las labores de mantenimiento y la capacitación de los usuarios para optimizar la gestión del recurso hídrico (Tacuri, 2021, p. 43-118).

2.2. Bases teóricas

2.2.1 La hidrología y la importancia del agua en el Perú

El agua es un recurso natural, que se renueva a través del ciclo hidrológico, siendo indispensable para la vida y fundamental para el desarrollo económico y social del país. El Perú cuenta con 1'768,172 MMC de volumen anual de agua ubicándolo entre los 20 países más ricos de fuente hídrica. Sin embargo, su disponibilidad en nuestro territorio es irregular, pues casi el 70 % de agua producto de las lluvias se da entre los meses de diciembre y marzo originando épocas de extrema aridez en todo el año y de muchas precipitaciones en algunos meses. No obstante, el Perú contempla tres vertientes hidrográficas las cuales son:

- Vertiente Atlántico: 97.7 % recursos hídricos, donde se encuentra el 30 % de la población.
- Vertiente del Titicaca: 0.56 % recursos hídricos, donde se asienta el 5 % de la población.
- Vertiente del Pacífico: 2.18 % recursos hídricos, donde se encuentra el 65% de la población.

Como se puede apreciar la distribución de los recursos hídricos es heterogéneo en las vertientes hidrográficas con extrema aridez en la vertiente del Pacífico sur y abundancia en la vertiente del Atlántico, lo que origina que la vertiente del Pacífico tenga limitaciones de disponibilidad del recurso hídrico provocándose conflictos por el acceso al agua entre usuarios. Es así que, la población habitable en la vertiente Atlántica presenta una gran demanda de agua, pero problemas en el manejo de ella.

Es por ello, que esta gran dificultad en el manejo de los recursos hídricos conlleva a emplear una gestión renovada y eficiente de los recursos hídricos enfocándose en el manejo y mantenimiento de las cuencas hidrográficas del Perú. Anteriormente el Perú ha manejado la administración del agua de formas independiente: Ministerio de Agricultura la gestión de la cantidad, Ministerio de salud la gestión de la calidad y el Ministerio de Defensa el manejo de información hidrometeorológica. Ello origina problemas, pues no se pueden controlar las estaciones hidrometeorológicas ni el monitoreo de la calidad del agua en las cuencas (Falconí, 2020, p. 43-78).

Debido a este mal manejo de la administración del agua, se modifica la LEY 29338 Ley de Recursos Hídricos creando el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH), cuya finalidad es conformar una gestión integrada de conservación de los recursos hídricos en los ámbitos de las cuencas, de los ecosistemas que lo conforman y de sus bienes asociados. De esta forma la Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la encargada de conducir, organizar y administrar la información de los recursos hídricos. Los integrantes del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos proporcionan la información que sea solicitada por dicha autoridad para el cumplimiento de sus funciones (Cisneros y Pacheco, 2007, p. 67-114).



Figura 1. Sistema Nacional de Recursos Hídricos

Nota. Extraído de la Autoridad Nacional del Agua, 2012.

2.2.2 Hidrología

La hidrología considerada como una ciencia natural, se encarga de realizar el estudio del agua en todas sus fases sobre la tierra, en cuanto a su distribución y circulación por la superficie terrestre. También tiene presente las características físicas y químicas en cuanto a su interacción con el medio ambiente. Por otro lado, el resultado del estudio hidrológico es empleado para resolver problemas prácticos, ya sea de diseño, planeación, operación, generación hidroeléctrica, abastecimiento de agua y para el manejo apropiado de los recursos hídricos mediante estimaciones, luego de aplicar métodos estadísticos para el tratamiento de los datos recopilados. La Organización Meteorológica Mundial, la cual destaca la importancia de la hidrología en relación con los recursos hidráulicos de la tierra y su aprovechamiento. “Hidrología es la ciencia que trata de los procesos que rigen el agotamiento y recuperación de los recursos de agua en las áreas continentales de la tierra y en las diversas fases del ciclo hidrológico” (Fano, 2021, p. 51-52).

2.2.3 Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico es un fenómeno global de circulación del agua entre la superficie terrestre y la atmósfera, provocado fundamentalmente por la energía solar, la energía gravitacional y la rotación terrestre, siendo este un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, pues sus diversos procesos ocurren en forma continua. Este ciclo comprende los cambios que experimenta el

agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.).

Las precipitaciones pueden caer en estado líquido (lluvia) o en estado sólido (nieve o granizo) y durante su trayecto una parte puede volver a evaporarse y el otro escurre por la superficie del terreno, escorrentía superficial, que se concentra en surcos que dará origen a línea de agua. El agua restante se infiltra en el interior del suelo, esta agua puede volver a la atmósfera por evapotranspiración o hasta llegar a las capas donde se encuentra los niveles freáticos. Tanto el escurrimiento superficial y el subterráneo alimentan los cursos de agua que desembocaran en lagos, ríos y océanos. La escorrentía superficial se presenta cada vez que haya precipitaciones y concluye poco después de haber terminado la precipitación. El escurrimiento subterráneo se da a través de medios porosos sobre la superficie terrestre, ocurre con gran lentitud y sigue alimentando los cursos de agua mucho después de haber terminado las precipitaciones que le dio origen (Puelles, 2023, p. 37).

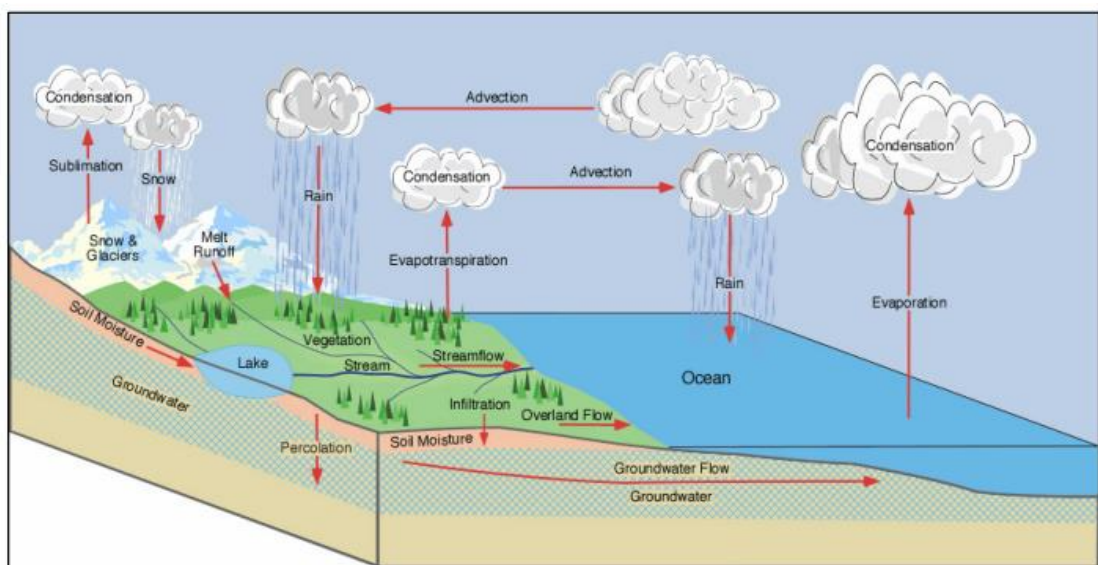


Figura 2. Representación del ciclo hidrológico

Nota. Extraído de www.eoearth.org/article/Hydrologic_cycle, adaptado por Ordoñez, 2014

2.2.4 Estudio hidrológico

Estudio encargado de determinar los caudales de diseño que se disponen de la oferta hídrica mediante datos estadísticos de caudal durante un tiempo (de varios años).

Como en la mayoría de los casos en nuestro país, no cuenta con datos hídricos suficientes para seleccionar el caudal, se utiliza información pluviométrica con la

que se puede determinar aproximadamente el caudal de la cuenca (Guanoluisa, 2016, p. 67-73).

2.2.5 Diseño hidráulico

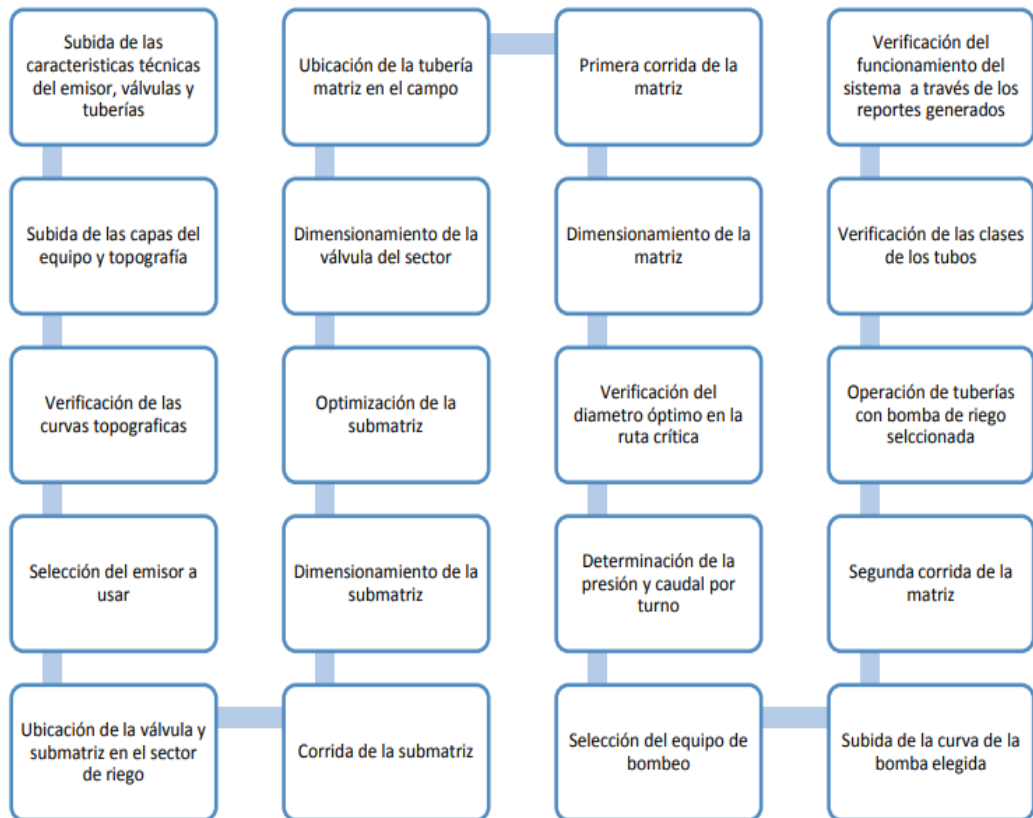


Figura 3. Pasos para realizar un diseño hidráulico

Nota. Extraído de (Guanoluisa, 2016)

2.2.5.1 Disponibilidad de agua (m³/día)

$$Vol. disponible parcial = \frac{Q_{canal} * T_{riego} * 3.6}{periodo entre turnos (días)} \text{ Ecuación 1}$$

$$Vol. disponible parcial = Vol, disponible diario$$

2.2.5.2 Demanda de agua

Cálculo de la evapotranspiración real (ET_r) o de cultivo (ET_c) (mm/día)

$$ET_c = \frac{k_c * ET_0 * f}{ef * Cu} \text{ Ecuación 2}$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración real o de cultivo, (mm/día)

k_c = Coeficiente de cultivo, (A dimensional)

ET_0 = Evapotranspiración potencial, (mm/día)

f = Factor de corrección por área sombreada

ef = Eficiencia con el proyecto

Cu = Coeficiente de uniformidad

Riego por goteo con una eficiencia de 0.9

2.2.5.3 Factor de corrección por área sombreada

$$f = \frac{2.34 \times Ps + 0.5(1 - Ps)}{2} \text{ Ecuación 3}$$

- **Área sombreada (Ha)**

$$As = \frac{\pi d p^2}{4} \text{ Ecuación 4}$$

As = Área sombreada

D = Distanciamiento entre plantas

- **Porcentaje de sombra (%)**

$$Ps = \frac{As}{Dist.plantas \times Dist.hileras} \text{ Ecuación 5}$$

Ps = Porcentaje de sombra

As = Área sombreada

2.2.5.4 Dotación de agua (litros/árbol día)

$$Dotación = ET_r \times \text{Área de marco de plantación} \text{ Ecuación 6}$$

ET_r = Evapotranspiración real, (mm/día)

2.2.6 Precipitación media de una cuenca

Dentro del estudio hidrológico, es importante saber cuál es la precipitación media en la cuenca en estudio. Se dispone de tres métodos para obtener la precipitación media; el método por promedio de registro de las estaciones, el método de los polígonos de Thiessen y el método de las isoyetas. El método por promedios asume una distribución homogénea de la precipitación, por lo que solo se requiere aplicar un simple promedio del registro de las estaciones. El método de los Polígonos de Thiessen contempla el área de influencia asociada a cada pluviómetro, con lo cual se procede a calcular un promedio ponderado. Por último, el método de las isoyetas tiene en consideración el efecto orográfico y morfología del lugar (McCuen, 1989).

Polígonos de Thiessen: para este método se establece que en cualquier punto de la cuenca la lluvia es igual a la que se registra en el pluviómetro más cercano; luego la profundidad registrada en la estación pluviométrica se aplica hasta la mitad de la distancia a la siguiente estación pluviométrica en cualquier dirección. Los pesos relativos de cada pluviómetro se determinan de las correspondientes áreas de aplicación en una red de polígonos de Thiessen, cuyas fronteras estas formadas por los bisectores perpendiculares a las líneas que unen las estaciones adyacentes (Ven te Chow, 1994).

$$P = \frac{\sum P_j * A_i}{A_t} \text{ Ecuación 7}$$

Donde:

A_i : es el área del polígono de la estación, en km^2

A_t : es el área total de la cuenca, en km^2

P_j : precipitación de la estación, en mm

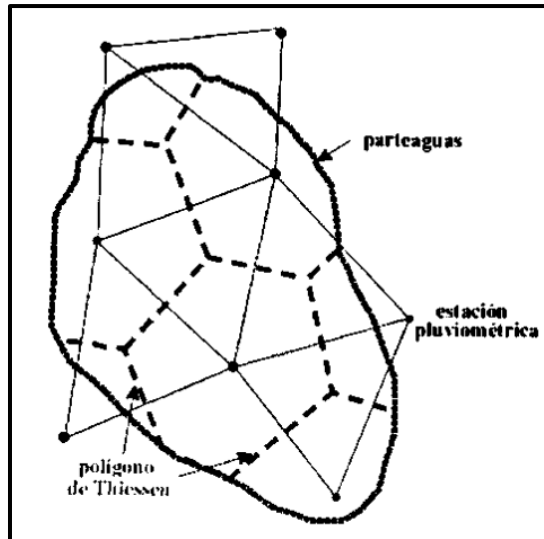


Figura 4. Polígono de Thiessen

Nota. Extraído de (Villón, 2002)

2.2.7 Energía hidráulica y potencia instalada

Según precisa Ortiz (2011) la energía hidráulica corresponde al aprovechamiento de la energía gravitacional, producida a partir del flujo másico del agua a través de la tubería de presión. Es decir, la energía hidráulica que llega a la turbina equivale al peso del agua m que se desplaza a lo largo del tramo, comprendido entre la sección de entrada (0-0) y la salida de la tubería de presión (1-1), (p. 47-51) corresponde a:

$$EH = Hest \, m \text{ Ecuación 8}$$

Donde:

Hest: Es la altura estática, diferencia entre nivel superior NS e inferior NI, esto es $Hest = ZNS - ZNI$

m : es el peso del agua que corresponde a $m = \rho \, g \, V$, donde el volumen V es el producto del caudal Q en un determinado tiempo

t : $V = Q \cdot t$

Bajo este principio al reemplazar los valores de la densidad del agua y la aceleración de la gravedad se tiene que la potencia hidráulica total dada en kilowatts es igual a:

$$PH = 9,8 \, Hest \, Q; (kW) \text{ Ecuación 9}$$

Donde:

Q es el caudal dado en (m³/s) y H_{est}, es la caída o altura en (m)

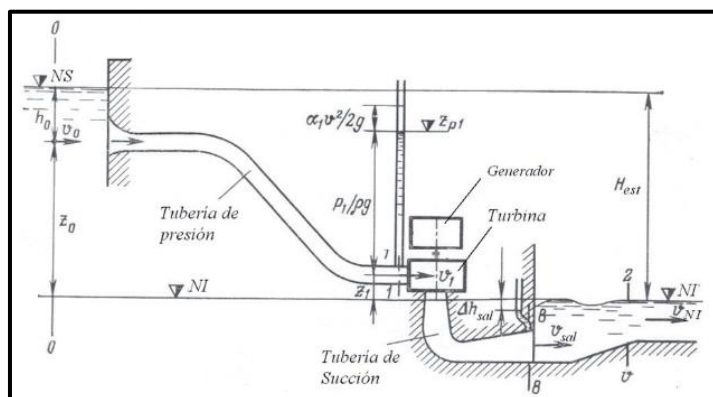


Figura 5. Energía hidráulica

Nota. Ortiz, 2011

Sin embargo, cabe mencionar que, en la ecuación anterior, la altura estática no incluye las pérdidas por longitud y accesorios en la tubería de presión. Por tal motivo para tener mayor detalle y considerar las pérdidas por longitud y accesorios en la tubería de presión, la potencia hidráulica total se determina de la siguiente forma:

$$P = 9,8 * Q * H * e \text{ Ecuación 10}$$

Donde:

P: potencia instalada, en kW

Q: caudal nominal, en m³/s

H: altura neta, en m

e: factor de eficiencia de la central, adimensional

El factor de eficiencia de la central (e) se calcula como se indica en la ecuación:

$$e = R_t * R_g * R_s \text{ Ecuación 11}$$

Donde:

R_t: rendimiento de la turbina, adimensional

R_g: rendimiento del generador, adimensional

R_s: rendimiento del sistema de transmisión, adimensional

Como primera aproximación, se puede considerar el valor de 0,85 para una minicentral hidroeléctrica (FAO, 2020, p. 117-139).

Para el cálculo de la altura neta mencionada se utiliza la ecuación, mostrada a continuación:

$$H = N. \text{ cámara de carga} - N. \text{ casa de máquinas} - \text{Pérdida total} \text{ ecuación 12}$$

Donde:

N. cámara de carga: altura de la ubicación de la cámara de carga, en m

N. casa de máquinas: altura de la ubicación de la casa de máquinas, en m

Pérdida total: suma de las pérdidas por fricción a lo largo del y accesorios

2.2.8 Potencia neta (Pnet)

La potencia neta es la potencia útil o efectiva que se entregará a la población beneficiaria en la línea de alta tensión a la altura de la subestación (línea primaria).

La potencia neta se estima con la siguiente ecuación:

$$P_{net} = n_{tf} * n_L * P; kW \text{ Ecuación 13}$$

Donde:

n_{tf} : eficiencia del transformador

n_L : eficiencia en la línea de alta tensión

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Métodos, tipo o alcance de la investigación

3.1.1 Método de investigación

El método científico sistemático que permitió investigar y comprender el fenómeno de la eficiencia hidráulica en los canales de riego, con el objetivo de identificar las causas de las pérdidas de agua y proponer mejoras para optimizar el sistema de riego en la rehabilitación de terrenos agrícolas.

El alcance del estudio es explicativo, de acuerdo a La Madriz (2019) tiene como objetivo principal identificar las causas y efectos de ciertos fenómenos, así como las relaciones entre las variables involucradas, además busca no solo describir o medir, sino también entender por qué y cómo ocurren los fenómenos. En el contexto del título propuesto, la investigación explicativa busco entender las razones detrás de la eficiencia de los sistemas de riego y su impacto en la rehabilitación de ecosistemas degradados. (p. 54)

3.1.2 Tipo de investigación

El tipo de la investigación es fundamentalmente aplicada, ya que, según Cabezas, Naranjo, y Torres (2018), se enfoca en resolver problemas prácticos y específicos utilizando el conocimiento y las teorías existentes. A diferencia de la investigación básica, que busca expandir el conocimiento teórico sin un objetivo práctico inmediato, la investigación aplicada tiene un propósito directo de utilizar el conocimiento para abordar problemas del mundo real. En este contexto, la investigación aplicada busca una aplicación directa de los resultados para mejorar condiciones o procesos en una situación específica, es así que en la presente investigación se utilizaron tecnologías de riego avanzadas y conocimientos científicos aplicados, esta investigación buscó mejorar la salud de los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades locales, ofreciendo resultados tangibles y aplicables que pueden ser implementados de inmediato. (p. 41-43)

3.1.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación fue explicativo, ya que se identificaron y se analizaron las causas que afectan la eficiencia hidráulica de los canales de riego, evaluando cómo estas variables influyen en la rehabilitación de terrenos agrícolas. Este enfoque permitió no solo medir la eficiencia hidráulica, sino también comprender

los factores que contribuyen a su mejora o deterioro, estableciendo relaciones de causa-efecto. Según Cabezas, Naranjo y Torres (2018) precisan que una investigación explicativa busca responder preguntas relacionadas con el porqué de los fenómenos, estableciendo relaciones de causalidad, lo cual se alinea con el propósito de analizar los factores que afectan la eficiencia hidráulica en los canales de riego (p.41-45).

3.1.4 Diseño de investigación

El diseño experimental, donde según Alvarez (2020), los investigadores manipulan deliberadamente una variable independiente (en este caso, la eficiencia de los sistemas de riego) para observar su efecto en una variable dependiente (la rehabilitación de los ecosistemas degradados), y permite evaluar de manera efectiva cómo los sistemas de riego pueden contribuir a la rehabilitación de los ecosistemas degradados, proporcionando datos rigurosos y aplicables para la gestión ambiental y la toma de decisiones. (p. 25)

3.1.5 Población y muestra

La población según La Madriz (2019) precisa que se define como el conjunto total de elementos, individuos, objetos o fenómenos que poseen características comunes y que son objeto de estudio en una investigación, ya que representa el universo al cual se desea generalizar los resultados del estudio. La población de esta investigación incluyo todos los canales de riego de la comunidad de Ccuyo – Marangani. (p. 45)

La muestra es un subconjunto representativo de la población, seleccionado mediante un método específico, que permite realizar observaciones o mediciones para inferir conclusiones sobre la población completa (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018, p. 21-25).

Donde la unidad de estudio es el tramo de canal dentro de cada microcuenca Latarani y Qarqapunku, donde para cada tramo se consideraron puntos de aforo en entrada y salida, así como en puntos singulares (bocatomas, derivaciones, compuertas) a fin de estimar pérdidas y eficiencia de conducción.

Criterios de inclusión

- Tramos de canal en operación durante el periodo 2024.
- Accesibilidad para realizar aforos y mediciones geométricas.

- Relevancia en la entrega de caudal hacia las áreas de rehabilitación.

Criterios de exclusión

- Tramos fuera de servicio o con flujo intermitente que impidiera la medición confiable.
- Sectores sin condiciones mínimas de seguridad o acceso.

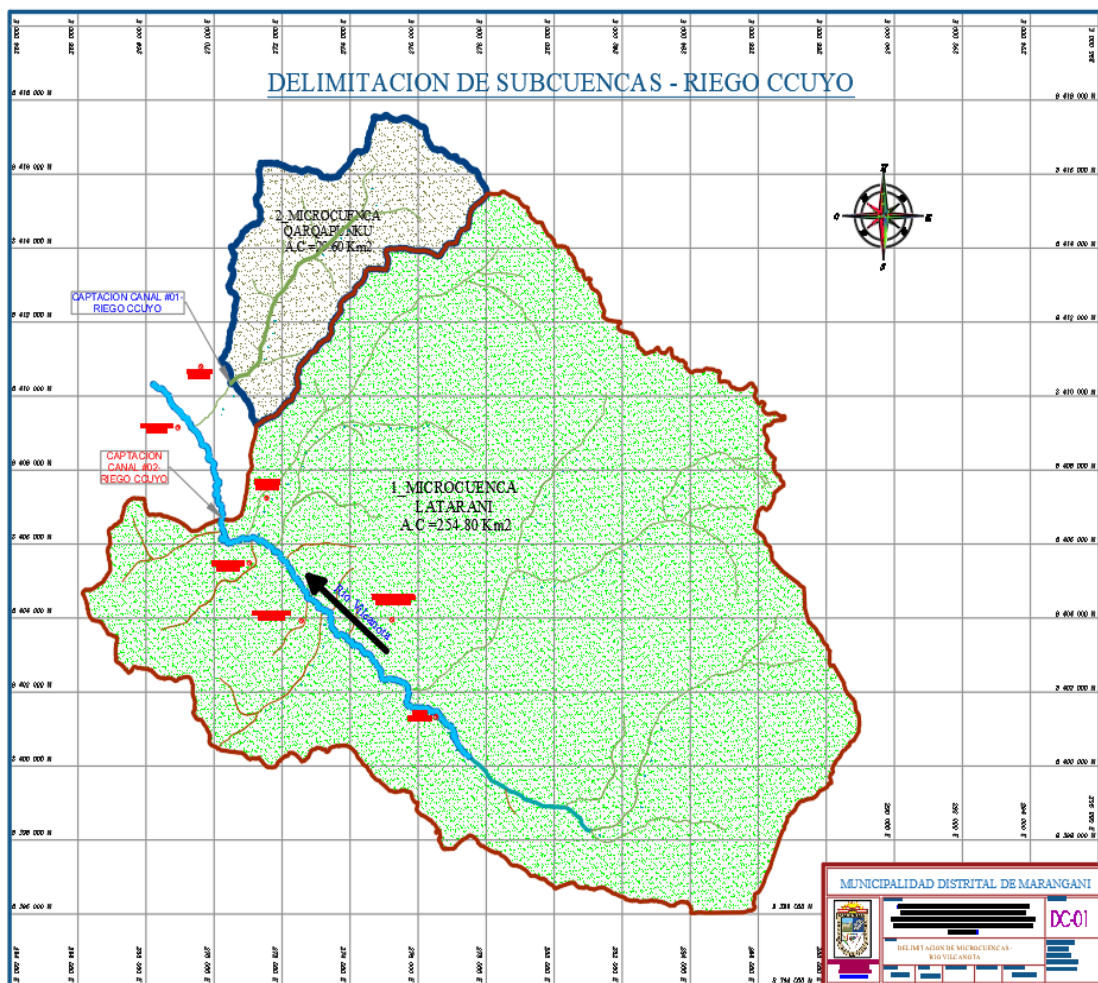


Figura 6. Delimitación de microcuencas Latarani y Qarqpunku

El muestreo es el proceso mediante el cual se selecciona una muestra de la población utilizando técnicas que garantizan que los resultados obtenidos sean representativos y fiables para inferencias sobre la población total (La Madriz, 2019, p. 18-21).

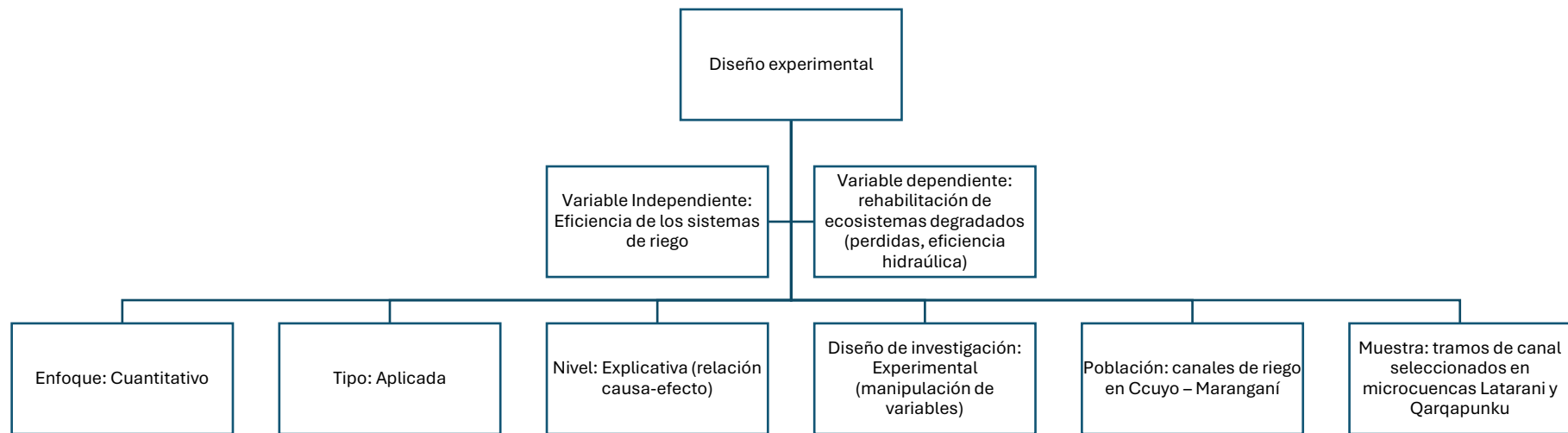


Figura 7. *Flujograma de diseño metodológico*

3.1.6 Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas, son empleadas para obtener información sobre las variables investigadas, el análisis documental y la observación directa son técnicas que se aplicarán en la cobertura de investigación (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, p. 31-38). En la presente investigación se utilizó la observación directa y la revisión bibliográfica.

Según Alvarez (2020), los instrumentos de investigación son herramientas o medios que se utilizan para recolectar, medir y analizar datos relevantes en un estudio, con el objetivo de responder a las preguntas planteadas y cumplir los objetivos de la investigación. Estos instrumentos permitieron recopilar información de manera estructurada, sistemática y confiable, asegurando que los datos obtenidos sean representativos y válidos para el problema de investigación. La presente investigación tuvo el siguiente procedimiento:

1. Evaluación del estado actual de la eficiencia hidráulica
 - Se realizaron visitas técnicas a los canales principales y secundarios de la comunidad de Ccuyo – Maranganí.
 - Se efectuaron inspecciones visuales para identificar deterioros físicos, obstrucciones y filtraciones.
 - Se levantó información topográfica de las secciones representativas de los canales, utilizando nivel topográfico. (p. 57-61)



Figura 8. Toma de datos para resultados

2. Medición de caudales

En la comunidad de Ccuyo – Maranganí se efectuó el aforo de caudales en los canales revestidos de concreto, con la finalidad de evaluar la eficiencia hidráulica, se desarrolló de la siguiente manera:

- Se escogió un tramo recto y representativo del canal, evitando zonas con turbulencia excesiva o bifurcaciones.
- Se limpió la sección para garantizar que el flujo circulará de manera uniforme.
- Medición de las dimensiones de la sección transversal
- Como se aprecia en la siguiente figura, se colocó una cinta métrica transversal al canal para registrar el ancho útil del cauce.



Figura 9. *Medición de la velocidad del agua*

- Se midió también la profundidad del agua en distintos puntos con una regla o varilla graduada, permitiendo calcular el área hidráulica.

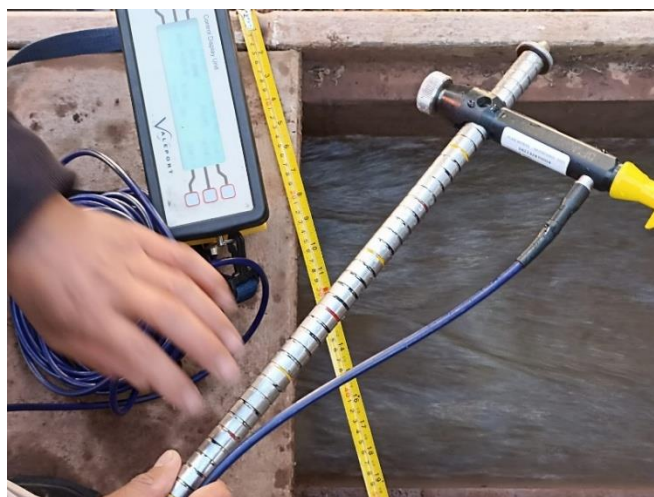


Figura 10. *Instrumento de medición verificación*

- Se utilizó un molinete hidrométrico, donde el sensor se introdujo a distintas profundidades en el centro y a lo largo del canal, midiendo la velocidad puntual del agua.
- Se repitieron las lecturas en varias secciones para obtener la velocidad media.
- Los valores obtenidos se anotaron en fichas técnicas de campo, registrando fecha, hora, tramo del canal y condiciones ambientales.
- Los datos se compararon con los caudales de diseño del canal, permitiendo calcular la eficiencia hidráulica.

3. Procesamiento de datos

- Se organizaron los datos en hojas de cálculo para calcular la eficiencia hidráulica inicial mediante una línea base de eficiencia para cada tramo de canal evaluado.
- Se identificaron problemas de filtración, erosión en las paredes y fondo de los canales, pérdidas por evaporación y por infiltración en tramos no revestidos.
- Se revisó el manejo de compuertas, la frecuencia de limpieza y las prácticas de mantenimiento ejecutadas por la comunidad.
- Se utilizaron datos meteorológicos históricos de la estación más cercana (precipitación, temperatura, evaporación potencial).
- Se integraron proyecciones climáticas y demandas hídricas del proyecto para el año 2024.

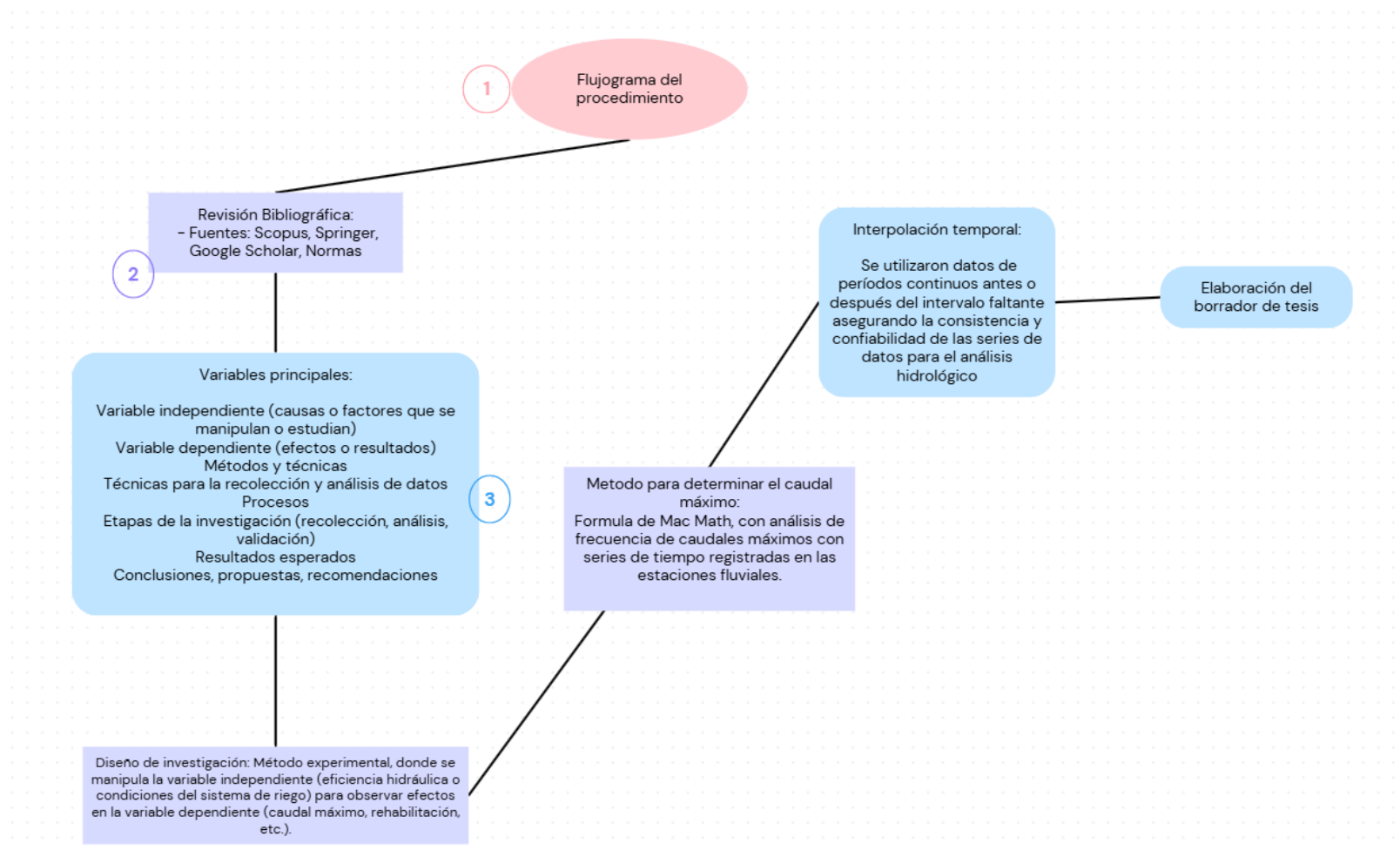


Figura 11. *Flujograma del procedimiento de datos*

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

La precipitación, como principal fuente de agua, es clave para comprender la disponibilidad hídrica que alimenta los canales de riego. Al derivar los caudales mensuales a partir de los datos regionalizados de precipitación, se obtuvo una base sólida para evaluar la capacidad de los canales de riego en transportar y distribuir el agua de manera eficiente hacia los terrenos agrícolas.

El procedimiento descrito, que incluye el uso de ecuaciones de regresión y coeficientes de regionalización, fue esencial para modelar el comportamiento hidrológico de la Microcuenca Qarqapunku y Latarani, regiones vinculadas al ámbito del estudio. Estos cálculos proporcionaron información crítica para determinar si la infraestructura de riego existente podía satisfacer las demandas agrícolas, contribuyendo así a la rehabilitación efectiva de los terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo en Marangani.

El proyecto comprende la instalación de riego en 256.12 hectáreas de terrenos de cultivo. El diseño considera 02 sectores de riego Canal N° 01 y Canal N° 02 con dos turnos por día, para 99.20 Has en Canal N° 01 y las 156.92 has. En Canal N° 02. La demanda máxima de 56.64 y 158.01 lts/seg caudal que sale independientemente de cada fuente; será cubierta en 24 horas de riego diarios, dos turnos diarios durante siete días continuos de riego.

Para tal efecto el recurso hídrico que abastecerá el sistema de riego por aspersión en el Canal N° 01, la cual será alimentada por las aguas provenientes de la quebrada Qarqapunku que conducirá un promedio de 57 lt/seg. Mientras el recurso hídrico que abastecerá el sistema de riego por gravedad en el Canal N° 02, la cual será alimentada por las aguas provenientes del río Vilcanota – Captación Latarani que conducirá un promedio de 158 lt/seg.

Siguiendo las pautas metodológicas para la incorporación del análisis de riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública, se encontró que el proyecto se encuentra expuesto a riesgos medios con una vulnerabilidad baja; los peligros más saltantes es el que se presenta en los diques de represa y presa, afectado por posibles inundaciones, el cual tiene un grado de intensidad medio bajo, se presenta problemas de estabilidad de taludes en periodos de intensa precipitación pluvial y también por los deslizamientos de piedras y huaycos de las quebradas secas. Por la

cual las medidas estructurales ante estos riesgos están internalizadas en dentro de las actividades de infraestructura de riego: como encausamiento y protección de los muros de la captación, instalación de tubería PVC en los tramos críticos de alta erosión; por lo tanto las medidas de reducción del riesgo se encuentran internalizadas, por consiguiente no existe costos adicionales que se puedan generar por riesgo, no generan conflictos de intereses, presenta impactos ambientales negativos mínimos.

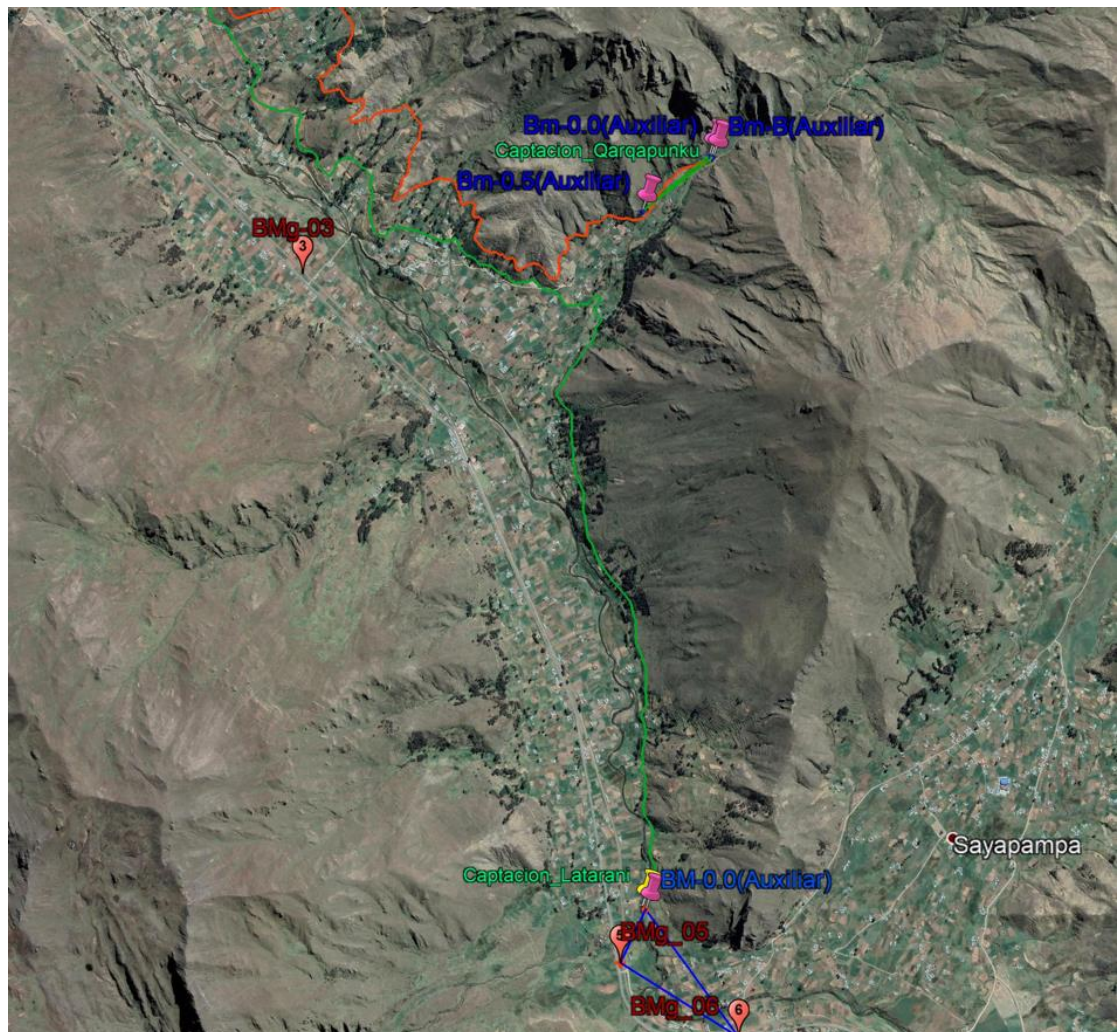


Figura 12. *Ubicación de la unidad de estudio*

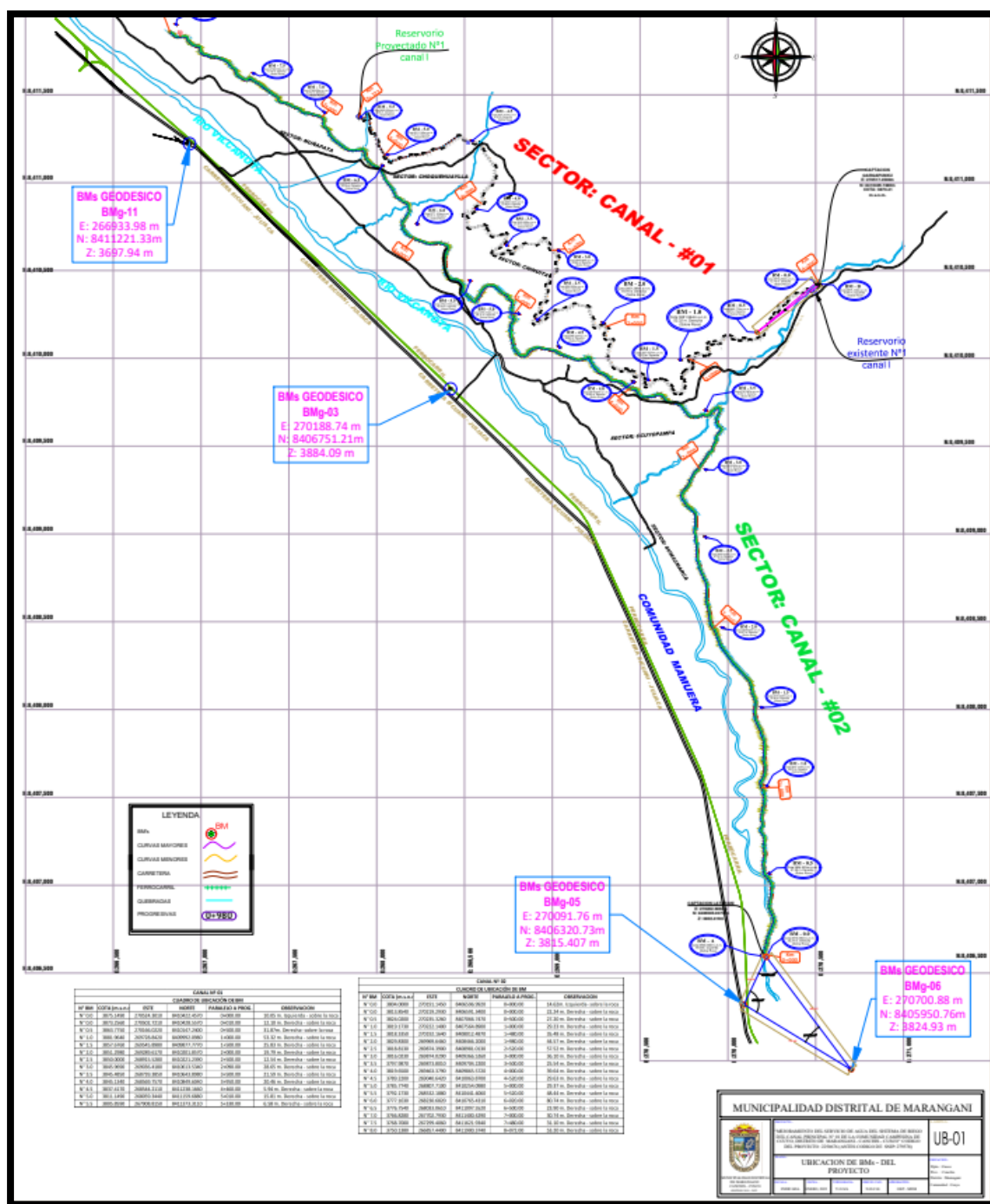


Figura 13. Mapa de ubicación estudio topográfico

Sector: Canal #01 Bocatoma qarqapunku

La Bocatoma Qarqapunku está situada en la comunidad campesina de Cuyo, dentro del distrito de Marangani. Se localiza a una altitud de 3,873.0 m.s.n.m., con coordenadas UTM correspondientes a 270517.50 Este y 8410429.65 Norte, en la zona conocida como Quechapampa.



Figura 14. *Bocatoma de forma tradicional*

Sector: Canal #02 Bocatoma latarani

La Bocatoma Latarani está localizada en la Comunidad Campesina de Ccuyo, perteneciente al distrito y provincia de Marangani. Se encuentra a una altitud de 3,802.0 m.s.n.m., con coordenadas UTM (DATUM WGS84, ZONA 18 SUR): 270202.56 Este y 8406606.00 Norte.



Figura 15. *Deterioro el concreto de la bocatoma*

Tabla 2. *Ubicación geográfica de los sectores beneficiarios de la Comunidad de Ccuyo*

DESCRIPCIÓN	ZONA - UTM	ESTE	NORTE
Comunidades			
S. Sumac Marca	18	269928	8408334
S. Ccuyopampa	18	269430	8409581
S. Chihuita	18	268642	8410335
S. Choquehuaylla	18	268061	8410924
S. Muñapata	18	267601	8411308

Características físicas generales

El área de estudio se caracterizó por llanuras, laderas, quebradas y farallones. La zona está conformada por llanuras, que son extensiones planas o pampas que se encuentran en la parte baja de la comunidad, están compuestas por material de acarreo o depósitos coaluviales y aluviales, ya sean limos o arcillas. Las quebradas están representadas por pequeños valles producto de la erosión de los cauces fluviales, que discurren sus aguas por las fallas y contactos de las formaciones, estos riachuelos que discurren producen erosión y transporte, este proceso erosivo es con mayor frecuencia en épocas de lluvia. Las laderas presentan pendientes fuertes y suaves, con moderadas alturas que rodean la Comunidad de Ccuyo, tomando la forma de un valle producto de la erosión del río Vilcanota, su composición litológica está conformada por bloques de rocas tobas e ignimbritas, vegetación de ichus, árboles de qolli y otros. En la zona de estudio se encuentran farallones en la parte alta de ambas laderas, tomando la forma de cañones conformados por rocas ígneas riolíticas muy consolidadas de coloración amarillo a blanquecino.

El relieve de la comunidad es ondulado y ligeramente accidentado, donde las pendientes varían de 10 a 25%.

Tabla 3. Captaciones

Nº	DESCRIPCIÓN	CAUDAL DE DESCARGA (L/sg)	COTA	ESTE	NORTE	PROGRESIVA
1	CAP. QARQAPUNKO	113.14	3873.41	270517.45	8410429.748	0+000.00
2	CAP. LATARANI	6130	3802.054	270202.606	8406606.037	0+000.00

Se realizaron los levantamientos topográficos del trazo de los canales de conducción, comenzando con la ejecución de una línea de gradiente que permitió un reconocimiento geológico e ingenieril del emplazamiento. Una vez definida la línea de gradiente, se utilizó como apoyo para el levantamiento del canal proyectado, cubriendo franjas de 25-30 metros a ambos lados, referenciadas al sistema de coordenadas UTM y representadas en el plano correspondiente.

Tabla 4. Área de intervención de reservorio sistema de riego CCUYO

ÁREA DE INTERVENCIÓN DE RESERVORIO SISTEMA DE RIEGO CCUYO RESERVORIO N°01				
VÉRTICE O PK	LADO O TRAMO	ESTE (X)	NORTE (Y)	DISTANCIA PARCIAL (m)
A	A-B	270507.67	8410384.764	29.3385
B	B-C	270493.913	8410406.051	24.4398
C	C-D	270476.813	8410394.313	29.3385
D	D-A	270490.852	8410373.111	24.4398
PERÍMETRO TOTAL		107.981	m	
ÁREA TOTAL		722.786	m ²	

Tabla 5. *Área de intervención de reservorio sistema de riego CCUYO*

ÁREA DE INTERVENCIÓN DE RESERVORIO SISTEMA DE RIEGO CCUYO				
RESERVORIO N°02				
VÉRTICE O PK	LADO O TRAMO	ESTE (X)	NORTE (Y)	DISTANCIA PARCIAL (m)
A	A-B	267897.302	8411356.111	23.2667
B	B-C	267939.212	8411387.711	20.8968
C	C-D	267896.69	8411386.371	23.2667
D	D-A	267883.122	8411374.041	20.8968
PERÍMETRO TOTAL		88.327	m	
ÁREA TOTAL		451.663	m2	



UNIVERSIDAD CONTINENTAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis:	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Maranganí, 2024
Operador:	Freddy Harold Blanco Huaracha

ELEMENTOS DE CURVA CAPT: QARQAPUNKO

Nº PI	PC	PI	PT	PI - Este	PI - Norte
PI : 1	0+019.81	0+022.65	0+025.34	270508.452	8410408.96
PI : 2	0+053.08	0+056.27	0+059.37	270480.758	8410389.65
PI : 3	0+072.07	0+074.37	0+076.38	270462.892	8410386.21
PI : 4	0+082.05	0+085.66	0+088.31	270453.837	8410393.44
PI : 5	0+113.94	0+116.83	0+119.64	270426.918	8410375.9
PI : 6	0+152.65	0+155.33	0+157.97	270389.101	8410368.31
PI : 7	0+207.06	0+211.17	0+214.85	270339.147	8410343.29
PI : 8	0+224.44	0+227.89	0+231.23	270333.633	8410327.06
PI : 9	0+253.64	0+257.07	0+260.38	270313.031	8410306.23
PI : 10	0+278.36	0+284.32	0+289.11	270287.243	8410297.06
PI : 11	0+307.68	0+310.95	0+314.00	270282.982	8410269.59
PI : 12	0+332.72	0+334.12	0+335.51	270266.45	8410253.05
PI : 13	0+366.47	0+367.84	0+369.21	270246.576	8410225.8
PI : 14	0+409.18	0+409.59	0+410.00	270226.812	8410189.02
PI : 15	0+462.05	0+464.32	0+466.58	270200.638	8410140.95
PI : 16	0+495.81	0+502.43	0+508.59	270175.35	8410112.42
PI : 17	0+552.06	0+556.36	0+560.46	270122.113	8410101.28
PI : 18	0+587.33	0+589.70	0+591.99	270090.263	8410111.79
PI : 19	0+610.27	0+612.49	0+614.68	270067.637	8410108.43
PI : 20	0+643.72	0+646.23	0+648.69	270034.23	8410113.36
PI : 21	0+667.63	0+669.90	0+672.09	270013.172	8410124.27
PI : 22	0+694.25	0+698.65	0+702.55	269984.355	8410125.17
PI : 23	0+744.70	0+750.23	0+754.80	269948.024	8410087.84
PI : 24	0+770.98	0+775.44	0+779.37	269922.44	8410093.34

PI : 25	0+787.83	0+792.22	0+796.11	269908.418	8410083.18
PI : 26	0+806.50	0+812.37	0+815.15	269888.183	8410087.3
PI : 27	0+835.35	0+836.06	0+836.76	269887.09	8410060.54
PI : 28	0+867.41	0+872.64	0+876.01	269887.65	8410023.97
PI : 29	0+891.11	0+894.27	0+897.37	269864.435	8410020.4
PI : 30	0+934.08	0+936.82	0+939.09	269822.383	8410027.23
PI : 31	0+960.03	0+964.96	0+969.19	269803.326	8410005.89
PI : 32	0+986.56	0+990.46	0+992.05	269777.194	8410007.84
PI : 33	1+002.78	1+005.16	1+007.51	269780.341	8409991.12
PI : 34	1+021.95	1+026.63	1+031.15	269790.681	8409972.26
PI : 35	1+048.79	1+051.89	1+054.34	269791.742	8409946.86
PI : 36	1+085.43	1+087.78	1+090.09	269759.722	8409929.25
PI : 37	1+103.69	1+107.56	1+111.26	269746.113	8409914.85
PI : 38	1+129.87	1+133.98	1+137.88	269739.487	8409889.1
PI : 39	1+154.61	1+156.29	1+157.96	269745.755	8409867.48
PI : 40	1+182.30	1+184.78	1+187.17	269747.435	8409839.03
PI : 41	1+218.09	1+225.48	1+230.81	269730.495	8409801.92
PI : 42	1+251.17	1+255.79	1+260.17	269698.4	8409806.1
PI : 43	1+273.98	1+279.43	1+284.56	269680.015	8409821.34
PI : 44	1+298.42	1+302.59	1+306.56	269673.275	8409843.83
PI : 45	1+343.51	1+347.33	1+350.99	269640.002	8409874.04
PI : 46	1+365.10	1+368.14	1+371.10	269619.623	8409878.98
PI : 47	1+398.13	1+401.29	1+404.35	269586.829	8409873.63
PI : 48	1+457.84	1+462.13	1+464.93	269535.752	8409840.41
PI : 49	1+474.67	1+479.99	1+484.94	269522.854	8409854.82
PI : 50	1+505.25	1+507.91	1+510.53	269520.366	8409883
PI : 51	1+531.78	1+534.21	1+535.86	269510.14	8409907.28
PI : 52	1+569.41	1+571.46	1+573.01	269472.775	8409900.21
PI : 53	1+595.04	1+601.56	1+605.98	269456.635	8409926.21
PI : 54	1+610.28	1+617.68	1+623.74	269439.53	8409919.93
PI : 55	1+636.26	1+642.02	1+647.10	269419.619	8409936.15
PI : 56	1+662.33	1+666.53	1+670.52	269394.716	8409932.37
PI : 57	1+708.66	1+712.62	1+716.41	269351.997	8409950.23
PI : 58	1+772.78	1+780.40	1+786.87	269310.44	8410003.99

PI : 59	1+844.22	1+848.30	1+852.35	269329.616	8410070.32
PI : 60	1+877.22	1+892.75	1+897.20	269348.72	8410110.48
PI : 61	1+918.34	1+926.80	1+932.39	269303.589	8410111.26
PI : 62	1+947.28	1+950.40	1+953.32	269299.664	8410137.44
PI : 63	1+980.26	1+991.80	1+997.40	269317.968	8410174.79
PI : 64	2+021.55	2+025.12	2+028.40	269280.617	8410186.88
PI : 65	2+055.00	2+066.78	2+072.34	269241.542	8410171.64
PI : 66	2+114.58	2+117.47	2+120.33	269229.752	8410227.31
PI : 67	2+184.14	2+189.77	2+194.40	269203.396	8410294.66
PI : 68	2+264.63	2+267.79	2+270.75	269125.538	8410308.19
PI : 69	2+321.50	2+323.24	2+324.98	269075.199	8410284.46
PI : 70	2+383.77	2+385.80	2+387.82	269014.842	8410267.98
PI : 71	2+431.81	2+434.92	2+437.94	268971.015	8410245.77
PI : 72	2+450.40	2+453.17	2+455.87	268959.303	8410231.66
PI : 73	2+493.30	2+494.91	2+496.51	268922.873	8410211.16
PI : 74	2+512.50	2+558.87	2+539.67	268875.062	8410168.66
PI : 75	2+567.76	2+569.90	2+572.00	268906.244	8410238.62
PI : 76	2+602.41	2+605.21	2+607.88	268929.063	8410265.61
PI : 77	2+643.96	2+648.36	2+652.25	268935.751	8410308.38
PI : 78	2+675.11	2+679.54	2+683.46	268962.146	8410325.92
PI : 79	2+733.11	2+734.88	2+736.65	268970.479	8410381.16
PI : 80	2+766.78	2+768.92	2+770.82	268967.547	8410415.08
PI : 81	2+791.91	2+794.07	2+796.17	268984.327	8410434.14
PI : 82	2+825.34	2+828.33	2+831.24	268994.339	8410466.97
PI : 83	2+867.54	2+872.40	2+876.94	269022.412	8410501.04
PI : 84	2+912.59	2+914.00	2+915.40	269025.018	8410542.88
PI : 85	2+945.48	2+951.00	2+955.58	269034.141	8410578.75
PI : 86	3+010.72	3+014.36	3+017.85	268989.79	8410625.31
PI : 87	3+038.73	3+042.31	3+045.76	268981.883	8410652.27
PI : 88	3+073.43	3+082.29	3+087.93	268954.431	8410681.52
PI : 89	3+125.70	3+130.42	3+134.85	268913.033	8410651.14
PI : 90	3+198.70	3+201.73	3+204.70	268841.455	8410649.45
PI : 91	3+252.54	3+257.08	3+261.35	268789.919	8410629.09
PI : 92	3+285.85	3+298.45	3+303.85	268766.163	8410594.9

PI : 93	3+307.10	3+313.58	3+318.60	268751.196	8410611.47
PI : 94	3+354.60	3+355.29	3+355.97	268710.13	8410598.17
PI : 95	3+389.38	3+394.68	3+399.13	268672.039	8410588.11
PI : 96	3+404.25	3+418.05	3+423.12	268653.775	8410604.02
PI : 97	3+458.79	3+461.75	3+464.69	268698.824	8410630.84
PI : 98	3+499.00	3+504.78	3+510.26	268729.644	8410660.91
PI : 99	3+543.02	3+561.71	3+561.68	268742.939	8410716.58
PI : 100	3+574.80	3+578.98	3+582.94	268711.848	8410698.48
PI : 101	3+631.53	3+635.86	3+639.71	268654.761	8410699.34
PI : 102	3+676.12	3+678.99	3+681.79	268625.427	8410731.61
PI : 103	3+697.67	3+705.90	3+711.45	268615.938	8410756.87
PI : 104	3+782.46	3+797.14	3+805.70	268523.302	8410741.36
PI : 105	3+848.99	3+854.26	3+858.70	268511.53	8410803.5
PI : 106	3+861.53	3+885.42	3+881.49	268482.226	8410816.34
PI : 107	3+916.97	3+924.80	3+931.41	268547.597	8410831.89
PI : 108	3+956.88	3+961.52	3+965.57	268561.477	8410867.21
PI : 109	4+003.05	4+011.92	4+017.56	268609.75	8410883.62
PI : 110	4+051.04	4+058.90	4+065.52	268599.411	8410932.75
PI : 111	4+133.26	4+136.46	4+139.62	268653.563	8410990
PI : 112	4+180.40	4+185.09	4+189.61	268674.282	8411034.05
PI : 113	4+237.88	4+244.36	4+250.41	268673.033	8411093.47
PI : 114	4+353.93	4+356.90	4+359.82	268604.901	8411183.58
PI : 115	4+396.63	4+403.67	4+408.90	268588.719	8411227.51
PI : 116	4+431.01	4+434.50	4+437.91	268556.08	8411227.2
PI : 117	4+487.09	4+489.42	4+491.73	268504.155	8411245.31
PI : 118	4+519.81	4+533.21	4+543.42	268467.214	8411268.86
PI : 119	4+641.72	4+645.39	4+649.02	268372.823	8411202.52
PI : 120	4+699.93	4+700.68	4+701.44	268320.302	8411185.08
PI : 121	4+757.87	4+759.68	4+761.49	268265.529	8411163.14
PI : 122	4+797.16	4+799.41	4+801.65	268226.579	8411155.26
PI : 123	4+824.63	4+828.48	4+832.26	268197.507	8411155.97
PI : 124	4+898.14	4+898.15	4+898.16	268130.508	8411136.64
PI : 125	4+946.86	4+955.47	4+962.49	268075.423	8411120.79
PI : 126	4+986.72	4+989.84	4+992.91	268049.412	8411145.62

PI : 127	5+071.20	5+073.06	5+074.92	268009.583	8411218.74
PI : 128	5+092.25	5+093.02	5+093.79	268002.736	8411237.5
PI : 129	5+129.95	5+132.68	5+135.36	267986.877	8411273.85
PI : 130	5+148.67	5+152.98	5+157.16	267972.67	8411288.43
PI : 131	5+171.31	5+173.14	5+174.96	267965.744	8411307.51
PI : 132	5+234.82	5+236.90	5+238.96	267955.213	8411370.4
PI : 133	5+250.39	5+262.98	5+262.32	267945.713	8411394.71
PI : 134	5+280.76	5+292.49	5+298.05	267929.714	8411355.06

Tabla 6. *Coordenadas UTM en captaciones y líneas de conducción Latarani*

	UNIVERSIDAD CONTINENTAL				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
Tesis:	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Maranganí, 2024				
Operador:	Freddy Harold Blanco Huaracha				
ELEMENTOS DE CURVA CAPT. LATARANI					
Nº PI	PC	PI	PT	PI - Este	PI - Norte
PI- 1	0+016.92	0+017.90	0+018.87	270209.872	8406622.39
PI- 2	0+057.48	0+058.18	0+058.88	270221.319	8406661.02
PI- 3	0+082.75	0+082.88	0+083.01	270226.482	8406685.18
PI- 4	0+101.45	0+102.57	0+103.68	270230.345	8406704.48
PI- 5	0+138.04	0+138.29	0+138.55	270244.914	8406737.11
PI- 6	0+163.01	0+163.55	0+164.10	270254.62	8406760.43
PI- 7	0+200.37	0+203.43	0+206.31	270267.21	8406798.27
PI- 8	0+226.22	0+227.05	0+227.88	270260.809	8406821.19
PI- 9	0+273.11	0+273.85	0+274.58	270240.93	8406863.56
PI- 10	0+288.26	0+291.88	0+295.20	270234.908	8406880.56
PI- 11	0+306.61	0+307.71	0+308.80	270240.484	8406895.68
PI- 12	0+405.43	0+407.67	0+409.83	270253.841	8406994.76
PI- 13	0+426.17	0+427.64	0+429.09	270247.813	8407013.87

PI- 14	0+465.77	0+467.71	0+469.62	270226.88	8407048.06
PI- 15	0+484.22	0+487.60	0+490.73	270211.66	8407060.91
PI- 16	0+507.52	0+508.38	0+509.25	270207.094	8407081.43
PI- 17	0+548.74	0+552.23	0+555.59	270202.569	8407125.05
PI- 18	0+568.59	0+570.19	0+571.76	270208.826	8407142.01
PI- 19	0+606.78	0+608.95	0+611.07	270213.731	8407180.47
PI- 20	0+645.76	0+647.80	0+649.80	270205.889	8407218.56
PI- 21	0+686.74	0+688.55	0+690.34	270211.342	8407258.99
PI- 22	0+706.44	0+708.95	0+711.38	270208.435	8407279.2
PI- 23	0+743.26	0+749.56	0+754.50	270185.736	8407312.97
PI- 24	0+771.93	0+773.47	0+774.95	270198.543	8407334.76
PI- 25	0+787.77	0+789.37	0+790.96	270199.001	8407350.71
PI- 26	0+808.58	0+809.76	0+810.93	270195.278	8407370.77
PI- 27	0+824.11	0+825.19	0+826.27	270194.853	8407386.2
PI- 28	0+851.16	0+852.15	0+853.13	270197.976	8407412.98
PI- 29	0+869.76	0+870.75	0+871.74	270202.535	8407431.02
PI- 30	0+907.55	0+908.35	0+909.15	270207.676	8407468.27
PI- 31	0+925.42	0+927.59	0+929.74	270211.816	8407487.06
PI- 32	0+945.92	0+948.15	0+950.35	270210.719	8407507.62
PI- 33	0+963.67	0+967.57	0+971.25	270204.076	8407525.9
PI- 34	0+973.43	0+977.67	0+981.45	270206.476	8407535.93
PI- 35	0+997.40	0+999.09	1+000.75	270194.717	8407554.39
PI- 36	1+025.82	1+030.27	1+034.20	270187.527	8407584.76
PI- 37	1+045.14	1+046.68	1+048.22	270197.174	8407598.69
PI- 38	1+079.33	1+081.32	1+083.25	270211.44	8407630.25
PI- 39	1+131.53	1+133.51	1+135.46	270213.161	8407682.48
PI- 40	1+158.04	1+160.83	1+163.52	270205.22	8407708.64
PI- 41	1+202.66	1+203.73	1+204.79	270210.661	8407751.28
PI- 42	1+224.10	1+225.05	1+226.00	270210.334	8407772.61
PI- 43	1+242.29	1+244.18	1+246.05	270211.856	8407791.68
PI- 44	1+281.37	1+282.73	1+284.08	270205.31	8407829.69
PI- 45	1+343.45	1+344.65	1+345.84	270185.767	8407888.44
PI- 46	1+402.83	1+404.48	1+406.11	270159.515	8407942.22
PI- 47	1+445.60	1+447.20	1+448.79	270154.158	8407984.63
PI- 48	1+504.21	1+506.28	1+508.31	270159.294	8408043.5

PI- 49	1+530.60	1+532.05	1+533.49	270152.803	8408068.48
PI- 50	1+560.52	1+563.38	1+566.17	270139.6	8408096.9
PI- 51	1+574.54	1+576.49	1+578.41	270138.832	8408110.05
PI- 52	1+586.73	1+587.96	1+589.17	270135.254	8408120.97
PI- 53	1+603.03	1+604.47	1+605.88	270134.06	8408137.45
PI- 54	1+628.84	1+630.50	1+632.12	270124.955	8408161.86
PI- 55	1+682.62	1+683.31	1+684.00	270091.506	8408202.77
PI- 56	1+752.19	1+752.86	1+753.54	270043.892	8408253.47
PI- 57	1+773.21	1+773.75	1+774.28	270030.649	8408269.62
PI- 58	1+887.07	1+889.04	1+890.98	269962.416	8408362.55
PI- 59	1+985.66	1+988.20	1+990.70	269926.301	8408454.92
PI- 60	2+003.22	2+004.62	2+006.02	269915.582	8408467.43
PI- 61	2+022.92	2+025.87	2+028.74	269904.774	8408485.73
PI- 62	2+123.06	2+123.68	2+124.29	269890.583	8408582.57
PI- 63	2+137.90	2+139.49	2+141.08	269887.333	8408598.05
PI- 64	2+157.29	2+160.55	2+163.72	269879.792	8408617.72
PI- 65	2+252.74	2+255.07	2+257.32	269883.136	8408712.27
PI- 66	2+357.79	2+360.04	2+362.25	269840.066	8408808.09
PI- 67	2+381.26	2+383.08	2+384.88	269837.183	8408830.98
PI- 68	2+401.30	2+403.67	2+405.98	269828.654	8408849.75
PI- 69	2+489.48	2+491.26	2+493.02	269825.445	8408937.34
PI- 70	2+507.58	2+509.15	2+510.71	269820.004	8408954.41
PI- 71	2+547.80	2+549.67	2+551.52	269816.568	8408994.8
PI- 72	2+563.53	2+566.48	2+569.26	269811.064	8409010.69
PI- 73	2+587.93	2+589.62	2+591.30	269816.581	8409033.34
PI- 74	2+669.88	2+674.28	2+678.16	269817.832	8409118
PI- 75	2+708.45	2+709.01	2+709.58	269792.219	8409142.21
PI- 76	2+737.38	2+739.04	2+740.67	269769.146	8409161.43
PI- 77	2+793.69	2+797.48	2+800.94	269738.747	8409211.38
PI- 78	2+815.38	2+817.38	2+819.32	269742.338	8409231.28
PI- 79	2+832.82	2+833.81	2+834.79	269751.266	8409245.14
PI- 80	2+874.80	2+876.75	2+878.64	269779.057	8409277.87
PI- 81	2+902.22	2+903.54	2+904.85	269787.494	8409303.36
PI- 82	2+954.64	2+956.58	2+958.47	269812.681	8409350.04
PI- 83	2+976.16	2+977.59	2+979.00	269828.891	8409363.49

PI- 84	3+093.25	3+097.25	3+101.08	269895.897	8409462.65
PI- 85	3+107.93	3+112.28	3+116.14	269909.564	8409469.33
PI- 86	3+147.16	3+148.65	3+150.14	269920.281	8409504.6
PI- 87	3+177.76	3+181.09	3+184.18	269935.663	8409533.17
PI- 88	3+193.10	3+195.92	3+198.60	269933.436	8409548.07
PI- 89	3+206.36	3+207.84	3+209.30	269938.16	8409559.17
PI- 90	3+245.98	3+255.61	3+261.31	269968.824	8409595.82
PI- 91	3+277.85	3+279.61	3+281.36	269948.083	8409614.54
PI- 92	3+293.18	3+297.10	3+300.84	269937.96	8409628.81
PI- 93	3+321.53	3+324.46	3+327.23	269935.051	8409656.19
PI- 94	3+371.74	3+376.04	3+379.86	269958.204	8409702.46
PI- 95	3+384.21	3+385.27	3+386.32	269954.887	8409711.58
PI- 96	3+387.64	3+394.07	3+399.07	269951.022	8409719.49
PI- 97	3+404.27	3+406.82	3+409.21	269936.843	8409719.11
PI- 98	3+435.36	3+435.43	3+435.51	269913.828	8409701.83
PI- 99	3+444.96	3+448.48	3+451.72	269903.455	8409693.92
PI- 100	3+455.78	3+460.73	3+464.97	269900.441	8409681.77
PI- 101	3+469.62	3+470.75	3+471.88	269890.599	8409677.5
PI- 102	3+482.22	3+486.73	3+490.69	269875.153	8409673.41
PI- 103	3+497.68	3+503.35	3+508.00	269860.867	8409682.94
PI- 104	3+532.72	3+535.04	3+537.28	269831.324	8409668.89
PI- 105	3+580.46	3+585.53	3+589.84	269780.758	8409669.47
PI- 106	3+661.10	3+664.25	3+667.20	269734.483	8409734.08
PI- 107	3+704.35	3+706.01	3+707.64	269694.921	8409748.07
PI- 108	3+723.47	3+724.80	3+726.11	269676.105	8409748.27
PI- 109	3+741.90	3+744.89	3+747.70	269656.756	8409753.73
PI- 110	3+763.31	3+764.32	3+765.34	269643.886	8409768.51
PI- 111	3+789.47	3+793.69	3+797.46	269626.942	8409792.5
PI- 112	3+812.92	3+815.27	3+817.54	269605.174	8409795.93
PI- 113	3+844.47	3+845.98	3+847.48	269575.807	8409786.68
PI- 114	3+894.91	3+895.77	3+896.62	269526.279	8409781.51
PI- 115	3+912.86	3+917.25	3+921.13	269504.839	8409782.93
PI- 116	3+937.03	3+938.77	3+940.49	269491.028	8409800.09
PI- 117	3+955.62	3+957.12	3+958.59	269483.687	8409816.92
PI- 118	3+966.94	3+972.25	3+976.32	269473.823	8409828.44

PI- 119	3+982.31	3+986.20	3+989.74	269459.354	8409823.78
PI- 120	4+013.73	4+015.13	4+016.52	269432.756	8409836.04
PI- 121	4+031.02	4+032.63	4+034.23	269418.476	8409846.17
PI- 122	4+049.39	4+051.33	4+053.25	269405.867	8409860
PI- 123	4+065.40	4+068.83	4+071.78	269391.156	8409869.51
PI- 124	4+072.87	4+076.00	4+078.76	269383.935	8409866.97
PI- 125	4+081.80	4+083.32	4+084.80	269377.194	8409870.68
PI- 126	4+105.01	4+106.25	4+107.50	269354.409	8409873.59
PI- 127	4+119.82	4+124.80	4+129.05	269335.865	8409873.63
PI- 128	4+152.09	4+153.97	4+155.81	269317.892	8409897.52
PI- 129	4+188.32	4+191.04	4+193.70	269286.324	8409917.03
PI- 130	4+207.10	4+210.59	4+213.81	269267.089	8409920.82
PI- 131	4+246.59	4+247.76	4+248.92	269242.846	8409949.35
PI- 132	4+287.69	4+289.73	4+291.71	269219.571	8409984.28
PI- 133	4+308.01	4+311.15	4+313.62	269215.603	8410005.39
PI- 134	4+319.16	4+322.24	4+324.96	269204.246	8410008.43
PI- 135	4+337.08	4+340.15	4+343.14	269188.825	8409998.64
PI- 136	4+381.89	4+385.78	4+389.49	269143.715	8409991.26
PI- 137	4+490.37	4+492.79	4+495.19	269042.825	8410027.44
PI- 138	4+521.56	4+524.63	4+527.62	269016.265	8410045.05
PI- 139	4+623.19	4+626.01	4+628.76	268916.463	8410063.35
PI- 140	4+633.56	4+634.83	4+636.09	268907.741	8410061.67
PI- 141	4+668.61	4+670.78	4+672.89	268874.069	8410049.05
PI- 142	4+689.13	4+691.69	4+694.14	268859.252	8410034.21
PI- 143	4+701.86	4+709.41	4+714.80	268854.256	8410017.09
PI- 144	4+740.89	4+744.31	4+747.48	268817.187	8410017.36
PI- 145	4+752.85	4+754.96	4+757.03	268808.622	8410024.09
PI- 146	4+792.78	4+795.68	4+798.51	268784.746	8410057.12
PI- 147	4+863.97	4+865.37	4+866.76	268767.877	8410124.81
PI- 148	4+885.90	4+889.10	4+892.21	268766.493	8410148.51
PI- 149	4+892.32	4+896.90	4+901.21	268762.857	8410155.51
PI- 150	4+928.53	4+930.94	4+933.27	268766.773	8410189.6
PI- 151	4+967.85	4+970.76	4+972.47	268788.928	8410222.79
PI- 152	4+982.12	4+984.96	4+987.29	268776.395	8410231.75
PI- 153	4+989.58	4+990.10	4+990.61	268776.867	8410237.37

PI- 154	4+996.86	5+002.01	5+006.37	268780.281	8410248.8
PI- 155	5+011.45	5+013.42	5+015.34	268772.8	8410258.43
PI- 156	5+029.50	5+032.87	5+036.00	268767.586	8410277.22
PI- 157	5+048.60	5+050.31	5+051.99	268774.141	8410293.64
PI- 158	5+075.15	5+080.08	5+084.31	268775.367	8410323.41
PI- 159	5+104.56	5+108.03	5+111.24	268753.374	8410341.77
PI- 160	5+116.04	5+120.87	5+125.05	268750.686	8410354.6
PI- 161	5+148.90	5+150.94	5+152.96	268723.191	8410368.32
PI- 162	5+216.89	5+222.65	5+227.89	268669.902	8410416.34
PI- 163	5+251.55	5+254.18	5+256.77	268637.844	8410416.35
PI- 164	5+271.64	5+275.30	5+278.82	268617.943	8410409.13
PI- 165	5+306.67	5+309.13	5+311.55	268594.941	8410384.14
PI- 166	5+337.09	5+338.96	5+340.82	268582.797	8410356.83
PI- 167	5+371.00	5+372.40	5+373.78	268562.099	8410330.55
PI- 168	5+378.90	5+382.51	5+384.16	268558.919	8410320.93
PI- 169	5+389.62	5+391.51	5+393.38	268549.315	8410326.19
PI- 170	5+424.32	5+424.92	5+425.51	268524.902	8410349.02
PI- 171	5+445.24	5+446.16	5+447.08	268508.284	8410362.25
PI- 172	5+467.49	5+473.07	5+477.68	268489.431	8410381.46
PI- 173	5+495.67	5+498.23	5+500.67	268495.715	8410406.83
PI- 174	5+508.35	5+510.77	5+513.09	268492.494	8410419.06
PI- 175	5+540.19	5+542.53	5+544.79	268471.207	8410442.76
PI- 176	5+559.88	5+561.34	5+562.78	268453.654	8410449.76
PI- 177	5+582.50	5+584.38	5+586.24	268430.69	8410451.8
PI- 178	5+593.74	5+596.65	5+599.45	268419.095	8410455.89
PI- 179	5+622.77	5+626.72	5+630.50	268398.376	8410477.84
PI- 180	5+659.25	5+660.62	5+661.99	268390.228	8410510.92
PI- 181	5+710.50	5+713.16	5+715.78	268387.132	8410563.38
PI- 182	5+751.11	5+752.10	5+753.09	268397.579	8410600.94
PI- 183	5+782.45	5+784.95	5+787.08	268410.47	8410631.15
PI- 184	5+796.85	5+798.73	5+800.45	268403.422	8410643.42
PI- 185	5+845.89	5+848.17	5+850.38	268356.489	8410659.47
PI- 186	5+903.49	5+905.81	5+908.05	268299.187	8410652.6
PI- 187	5+986.49	5+987.42	5+988.35	268222.075	8410679.59
PI- 188	6+028.81	6+031.96	6+035.02	268182.182	8410699.39

PI- 189	6+073.17	6+076.98	6+080.64	268153.241	8410734
PI- 190	6+108.53	6+114.93	6+120.62	268145.738	8410771.36
PI- 191	6+171.27	6+171.95	6+172.62	268178.723	8410818.73
PI- 192	6+189.93	6+193.61	6+196.98	268189.453	8410837.54
PI- 193	6+225.21	6+226.36	6+227.47	268183.339	8410870.03
PI- 194	6+245.93	6+247.85	6+249.59	268170.502	8410887.31
PI- 195	6+264.07	6+267.16	6+270.06	268151.403	8410891.16
PI- 196	6+293.07	6+295.83	6+298.46	268131.256	8410911.83
PI- 197	6+309.23	6+313.93	6+318.02	268113.63	8410916.5
PI- 198	6+367.10	6+368.94	6+370.76	268090.29	8410966.99
PI- 199	6+424.93	6+426.74	6+428.53	268054.081	8411012.06
PI- 200	6+490.68	6+492.45	6+494.18	268026.277	8411071.62
PI- 201	6+509.64	6+511.43	6+513.19	268012.806	8411085.05
PI- 202	6+550.05	6+552.69	6+555.29	267975.241	8411102.21
PI- 203	6+591.23	6+593.88	6+596.47	267945.87	8411131.15
PI- 204	6+613.23	6+615.67	6+618.07	267936.496	8411150.88
PI- 205	6+646.52	6+648.51	6+650.30	267932.538	8411183.52
PI- 206	6+660.87	6+661.87	6+662.73	267922.106	8411192.19
PI- 207	6+673.55	6+674.19	6+674.82	267909.995	8411189.26
PI- 208	6+712.64	6+714.24	6+715.82	267870.186	8411184.86
PI- 209	6+743.51	6+745.72	6+747.87	267838.85	8411188.06
PI- 210	6+768.38	6+769.39	6+770.39	267818.465	8411200.21
PI- 211	6+827.84	6+829.34	6+830.83	267770.298	8411235.91
PI- 212	6+872.23	6+875.47	6+878.62	267737.729	8411268.59
PI- 213	6+910.31	6+913.39	6+916.29	267724.424	8411304.2
PI- 214	6+939.41	6+945.27	6+950.01	267698.26	8411322.73
PI- 215	6+969.33	6+971.47	6+973.60	267701.126	8411349.9
PI- 216	6+983.12	6+985.39	6+987.46	267699.29	8411363.72
PI- 217	7+003.42	7+004.54	7+005.62	267684.681	8411376.41
PI- 218	7+083.48	7+085.55	7+087.60	267606.682	8411398.43
PI- 219	7+104.66	7+111.96	7+118.26	267580.245	8411398.44
PI- 220	7+134.18	7+136.97	7+139.62	267564.214	8411418.93
PI- 221	7+183.96	7+185.80	7+187.62	267518.443	8411436.33
PI- 222	7+207.38	7+208.93	7+210.45	267499.43	8411449.54
PI- 223	7+228.50	7+230.59	7+232.65	267478.714	8411455.95

PI- 224	7+246.68	7+249.18	7+251.59	267460.1	8411456.38
PI- 225	7+264.12	7+268.74	7+272.77	267442.982	8411466.04
PI- 226	7+282.74	7+289.06	7+294.70	267438.987	8411486.56
PI- 227	7+330.83	7+331.65	7+332.46	267402.831	8411510.32
PI- 228	7+409.74	7+411.08	7+412.41	267340.226	8411559.2
PI- 229	7+461.86	7+464.92	7+467.90	267293.351	8411585.71
PI- 230	7+476.21	7+477.15	7+477.96	267285.873	8411595.49
PI- 231	7+490.27	7+491.88	7+493.23	267271.028	8411596.13
PI- 232	7+499.32	7+501.76	7+503.86	267265.075	8411587.92
PI- 233	7+516.33	7+517.76	7+519.12	267248.743	8411587.33
PI- 234	7+544.00	7+545.51	7+547.02	267224.612	8411601.19
PI- 235	7+566.00	7+566.59	7+567.19	267208.331	8411614.59
PI- 236	7+572.75	7+576.14	7+579.16	267201.381	8411621.14
PI- 237	7+591.37	7+592.10	7+592.76	267201.146	8411637.46
PI- 238	7+605.07	7+605.52	7+605.96	267192.35	8411647.68
PI- 239	7+623.28	7+624.68	7+626.05	267176.96	8411659.09
PI- 240	7+646.54	7+647.49	7+648.44	267163.04	8411677.19
PI- 241	7+667.22	7+668.70	7+670.17	267148.082	8411692.23
PI- 242	7+676.40	7+677.73	7+679.05	267140.584	8411697.27
PI- 243	7+697.31	7+698.30	7+699.29	267121.752	8411705.57
PI- 244	7+735.61	7+737.21	7+738.81	267084.387	8411716.45
PI- 245	7+761.02	7+763.80	7+766.52	267057.851	8411718.31
PI- 246	7+787.54	7+791.08	7+794.49	267033.073	8411729.86
PI- 247	7+801.90	7+805.58	7+808.95	267018.453	8411729.47
PI- 248	7+827.90	7+830.28	7+832.35	266998.977	8411745.16
PI- 249	7+843.57	7+844.83	7+846.08	266998.941	8411760.03
PI- 250	7+857.55	7+862.51	7+866.18	266994.51	8411777.16
PI- 251	7+886.43	7+888.41	7+890.33	266967.417	8411779.45
PI- 252	7+906.41	7+907.99	7+909.55	266949.948	8411788.41
PI- 253	7+941.12	7+945.14	7+948.76	266923.722	8411814.76
PI- 254	7+953.03	7+959.01	7+963.81	266923.45	8411829.02
PI- 255	7+967.72	7+970.71	7+973.54	266911.977	8411834.89
PI- 256	8+019.54	8+024.56	8+028.85	266858.28	8411829.02
PI- 257	8+047.89	8+049.57	8+051.24	266840.753	8411847.87

Climatología y ecología

El proyecto se encuentra en una zona agro ecológica correspondiente a estepa. El ámbito del proyecto se caracteriza por presentar un clima frío, con presencia de severas heladas durante los meses de mayo hasta agosto.

La evaluación de las temperaturas máximas en la zona de estudio, se ha caracterizado con la información de la estación meteorológica Sicuani considerada en el presente estudio.

Tabla 7. *Temperatura máxima (°C)-Estación Sicuani*

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Media	18.63	18.47	18.93	19.51	19.5	19.31	18.91	20.45	21.04	21.1	20.97	19.16

La evaluación de las temperaturas mínimas en la zona de estudio se ha caracterizado con la información de la estación meteorológica Sicuani considerada en el presente estudio.

Tabla 8. *Temperatura mínima*

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Media	6.26	6.16	5.57	3.41	-1.37	-3.57	-3.97	-2.65	1.01	3.51	4.56	5.66

La fauna de la zona se caracteriza por la crianza de animales domésticos, como: ganado vacuno y ovino, aves de corral; y entre los animales silvestres se tiene especies como: el zorro, venado, vizcachas, etc.

Recursos suelo y agua

El recurso suelo se caracteriza por presentar en su mayoría texturas franco a franco limosas, con profundidades efectivas de 0.80 a 1.20 m. Estos suelos son moderadamente ácidos con pH menores de 6.8.

De acuerdo con la textura del suelo se determinó un valor de la infiltración básica de 13.0 mm/hr.

Las tierras de la comunidad en la actualidad son aprovechadas en menor proporción y con la implementación de nuevos métodos de riego se puede intensificar de mejor forma su uso.

La Comunidad de Ccuyo, tiene una extensión aproximada de 1200 ha, de las cuales el área cultivable es de 180 ha. El área que será beneficiada con el proyecto de riego es de 70 ha.

La principal fuente hídrica lo constituye básicamente el río Ccuyo, que en época de estiaje oferta un caudal mínimo de aproximadamente 100l/s. Cuya agua es captada mediante la bocatoma de Qquechapampa y conducir el agua por el Canal N° 1.

Características socioeconómicas

Mediante el siguiente cuadro se detalla la situación actual en que se encuentra la zona del proyecto C.C. de Ccuyo:

Tabla 9. *Características socioeconómicas*

Población total Ccuyo		1292 habitantes
N° de familias beneficiadas		323 familias
Indicadores de salud de la zona	Enfermedades diarreicas agudas	Si
	Infecciones respiratorias agudas	Si
	Enfermedades gineco obstétricas	Si
	Enfermedades transmisibles	No
Servicios básicos de salud	Promotor/Partera	Si
	Posta de salud	No
Nivel de pobreza		Pobre extremo
Idiomas		Español, quechua
Disponibilidad de servicios básicos	Agua	95%
	Letrinas	60%
	Electricidad	100%
Condición de las viviendas	Techo: - De paja	50%
	- De calamina	50%

	- De teja	0%
	Paredes: - De ladrill	0%
	- De adobe	100%
Recurso usado como combustible	Leña	15%
	Bosta	05%
Instituciones educativas	PRONOEI	Si
	CEI	No
	IE Primaria	Si
	IE Secundaria	No
Generación de ingresos	Agricultura	70%
	Ganadería	30%
	Otros	

Infraestructura vial y comunicaciones

La comunicación con la capital provincial (Canchis) es vía terrestre y a 17 km; con Cusco vía carretera asfaltada y carretera afirmada a una distancia de 5 km. en un tiempo de viaje de 1.50 horas.

La vía de acceso a la Comunidad Ccuyo es de la siguiente forma:

Tabla 10. *Vía de acceso*

Tramo	Tipo de Vía	Tiempo	Distancia (km)
Cusco - Sicuani	Carretera Asfaltada	120min	157 km
Sicuani – Marangani	Carretera Asfaltada	15 min	15.00 km
Marangani - Proyecto	Carretera Asfaltada y afirmada	10 min	1.50 km
Total		2.17 hr	173.50 km

Educación, salud, electricidad, agua y desagüe

En la comunidad existe un centro educativo primario, un centro de educación inicial, y el programa no escolarizado de educación inicial.

La comunidad campesina de Ccuyo cuenta con una posta de salud y con promotores de salud. Cuando se requiere atención para enfermedades de cuidado se dirigen al centro de salud de Sicuani o principalmente a la ciudad de Cusco.

En la comunidad de Ccuyo existe el servicio de energía eléctrica domiciliar que beneficia al 80% de la población.

Se cuenta con el servicio agua potable mediante redes domiciliarias en un 90%. En cuanto se refiere a servicios de desagüe no existe, también cuentan con letrinas o pozos sépticos, pero en un escaso porcentaje de la población.

Organizaciones y presencia institucional

La comunidad está organizada de acuerdo a la Ley de Comunidades Campesinas, mediante una Junta Directiva Comunal, la cual es renovada bi anualmente. Se cuenta también con ciertos comités especializados y de apoyo, no cuenta con comité de riego. La organización de los trabajos se realiza mediante faenas comunales convocada por el presidente de la comunidad, la Junta Directiva o alguno de los comités, según la naturaleza del trabajo a realizar.

La comunidad ha recibido apoyo a través de diferentes instituciones como:

PRONAMACHS, construyó entre los años 1986-1991 el canal N° 1. Y luego con intervenciones de aporte comunal y con apoyo de materiales de otras entidades.

Características agroeconómicas

La característica predominante de la tenencia de tierras es individual, la forma de conducción es directa y rara vez puede ser alquilada o trabajado al partir, no se conocen otras modalidades de conducción del terreno.

Estas propiedades se caracterizan por agrupar agricultores mayormente de subsistencia que producen con tecnología tradicional, la labranza se realiza con maquinaria, tracción manual y animal. Las actividades se basan en la mano de obra familiar y al trabajo de ayuda recíproca en forma generalizada (ayni), desempeñan sus actividades de acuerdo a la edad y condición cultural.

En estos sistemas productivos, el rol de la mujer es determinante para el desarrollo de las actividades agrícolas tales como: siembra, labores culturales, riego, cosecha, pero aún

es mayor su participación en la comercialización. Es decir, asumen toda la responsabilidad del proceso productivo. No se practican segundas campañas agrícolas en forma significativa, debido a las condiciones climáticas propias de la zona, a la escasez de agua y a la falta de un adecuado sistema de riego que permita optimizar el uso de los recursos, y por las pobres expectativas de mercado para los productos. Las semillas proceden normalmente de sus propias cosechas.

A partir de la información recopilada a través de padrones, entrevistas directas a la Junta Directiva Comunal y comuneros, y la observación directa en el campo, se ha determinado la cédula de cultivos con riego en situación actual en el ámbito del proyecto para la comunidad, los cultivos que más preponderancia son: papa con el 8.6% del total de hectáreas, seguido del haba con 7%, trigo 7 Has. con 2% del total de hectáreas, avena forrajera con 5 has., cebada grano con 6 Has. Pastos cultivados con 4 Has. Y pastos naturales con 35 Has.

La actividad pecuaria es complementaria a la agricultura en las familias de la Comunidad Campesina de Cuyo, pues constituye una fuente de ahorro, de capitalización y de fácil liquidez, además es utilizado en las tareas agrícolas como medio de tracción agrícola, aporta abono, actividad que es complementada con la agricultura y el comercio. La ganadería se caracteriza por una explotación de rebaños conformados por vacunos, ovinos y una población alta de animales menores (cuyes).

En estos últimos años con la construcción de sistemas de riego, existe una tendencia a la instalación de pastos cultivados y el riego de propios pastizales naturales; los cuales vienen generando un cambio en la composición de los rebaños; antes había mayor predominancia del ganado ovino, y poco vacuno criollo; hoy la tendencia es al cambio de la crianza de animales menores, actividad con muy buenas expectativas es la crianza de cuyes en forma intensiva, debido a la gran demanda por este producto.

El sistema de comercialización está conformado básicamente por los intermediarios, los cuales actúan de diversas modalidades en la compraventa de los productos, son quienes posibilitan el flujo de productos desde Marangani hasta los consumidores.

La cercanía a las ciudades de Sicuani y Cusco permite a los pobladores realizar sus transacciones comerciales con la producción procedente de la campaña grande donde, como manifiestan los agricultores se obtienen mejores precios que los ofrecidos normalmente por los intermediarios.

Si bien es cierto que una mayor parte de la producción se orienta al auto consumo con el 78% de la producción familiar en promedio, los agricultores se encuentran insertados al

mercado con no menos del 20% de su producción, destinan para semilla un promedio un 10% de su producción, también en este mercado adquieren sus insumos agrícolas y productos básicos de consumo.

El Sector Producción de la Comunidad de Ccuyo, ha implementado el componente denominado Infraestructura Socio Económico Básica Productiva, el cual desarrolla actividades de apoyo especializado para el Proyecto Productivo Integral de Desarrollo Agropecuario de las diferentes zonas en las que interviene, propendiendo a la mejora de la calidad de vida de los pobladores de las comunidades atendidas, a través de la implementación de diversas infraestructuras que se encuentren insertadas dentro de las cadenas de producción que se llevan a cabo en éstas.

Organización de los usuarios de agua

Para el uso de agua para riego la Comunidad de Ccuyo se ha organizado conformando un comité de riego; los canales han sido utilizados desde siempre (significa desde antes de la creación de la comunidad, con canales de tierra o acequias), con fines de riego para cultivar pastos naturales, posteriormente comenzó la práctica de incorporar pastos cultivados en pequeñas escalas. Cabe señalar que la participación comunal en la construcción de la infraestructura rústica de riego fue fundamental, ya que aportaron con mano de obra no calificada.

Los comuneros tienen un sistema de administración totalmente independiente del Ministerio de Agricultura, por lo tanto, no se siente afectados por la normativa legal en cuanto al uso de las aguas para riego; pero que internamente cumplen con normas ya establecidos fundamentalmente en la distribución del agua y cuando es necesario con la limpieza de sus canales con la participación de los comuneros en faenas.

Estudio hidrológico

Las principales características físicas e hidrológicas de las subcuencas Qarqapunku y Latarani, son fundamentales para evaluar su comportamiento hidráulico y su potencial en términos de escorrentía, erosión y almacenamiento de agua.

En términos de área, la subcuenca Latarani presenta una extensión considerablemente mayor (254.80 km²) en comparación con Qarqapunku (29.60 km²), lo que implica un mayor potencial de captación de agua de lluvia. Sin embargo, el perímetro de Latarani (78.80 km) también es significativamente más extenso que el de Qarqapunku (28.70 km), indicando una forma más compleja y alargada.

La longitud del cauce principal, que mide el trayecto del flujo de agua desde la zona más alta hasta el punto de salida, es mayor en Latarani (12.50 km) frente a Qarqapunku (6.17 km). Este parámetro, junto con las altitudes máxima y mínima de las subcuencas, influye en la pendiente y capacidad de transporte de sedimentos. Qarqapunku, con una pendiente promedio del 10.30%, muestra un potencial mayor de erosión que Latarani, cuya pendiente es más moderada (2.30%).

El factor de forma (Ff) y el coeficiente de compacidad (Kc) son indicadores de la tendencia de las cuencas a experimentar inundaciones. Qarqapunku, con un Ff de 0.617 y un Kc de 1.858, tiene una forma más redondeada y una mayor predisposición a concentrar el flujo en su punto de salida en comparación con Latarani, que presenta un Ff de 0.567 y un Kc de 1.890, indicando una forma más alargada y dispersa.

Finalmente, la elevación media de las subcuencas (4020 msnm para Qarqapunku y 3945 msnm para Latarani) refleja las condiciones topográficas generales, las cuales influyen en las tasas de precipitación y en la distribución del flujo. En conjunto, estos parámetros permiten una evaluación integral de las subcuencas para su manejo y planificación hídrica.

Tabla 11. *Parámetros generales de las cuencas*

	UNIVERSIDAD CONTINENTAL		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA		
	CIVIL		
Tesis:	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Maranganí, 2024		
Tesista:	Freddy Harold Blanco Huaracha		
Parámetro	Unidad	Qarqapunku	Latarani
Área	km ²	29.6	254.8
Perímetro	km	28.7	78.8
Longitud del Cauce Principal	km	6.17	12.5
Altitud Máxima (Z máx)	msnm	4510	4083

Altitud Mínima (Z mín.)	msnm	3873	3802
Factor de Forma (Ff)	-	0.617	0.567
Coeficiente de Compacidad (Kc)	-	1.858	1.89
Pendiente del Cauce Principal (S)	%	10.3	2.3
Elevación Media (Em)	msnm	4020	3945

En la cuenca colectora a partir de los puntos de captación definidos previamente existen siete estaciones meteorológicas las cuales seis son de tipo climatológica ordinaria y la estación Yauri es la única Estación Meteorológica Principal, las mismas que son monitoreada por el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología SENAMHI y SNIRH ANA, el cual disponen de información variable desde el año 1964 hasta el 2018, en gran cantidad de sus parámetros meteorológicos.

Para el análisis y tratamiento de la información pluviométrica en el ámbito de estudio se han identificado tres estaciones meteorológicas, las mismas que cuentan con registros en periodos variables entre los años 1964 – 2018, tal como se muestra en el Cuadro 15. Las estaciones en su totalidad son de propiedad del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y SNIRH ANA.

Al carecer de información hidrometereológica se procederá a la inferencia, para la estimación de los caudales medios y de diseño, de forma área tratando de estimar las precipitaciones en la zona en estudio, para el cual es necesario aplicar una serie de pruebas estadísticas al registro de información.

Tabla 12. Estaciones meteorológicas

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	Latitud	Longitud	Altitud Media	Ubicación
SICUANI - 000759	14° 14' 15.00"	71° 14' 12.00"	3,574.00	Cusco
LA RAYA - 12133	14° 30' 00.84"	71° 00' 01.00"	4,995.00	Cusco
YAURI - 000757	14° 49' 00.84"	71° 25' 00.84"	3,927.00	Cusco
SANTO TOMAS - 000752	14° 23' 57.80"	72° 05' 18.96"	3,230.00	Cusco
LVITACA - 157320	14° 19' 00.84"	71° 41' 00.96"	3,780.00	Cusco
POMACANCHI - 000812	14° 01' 40.00"	71° 32' 08.80"	3,670.00	Cusco

Tabla 13. Precipitación estación Sicuani

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL COMPLETADA (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	92.40	101.00	115.00	51.00	31.80	0.00	2.50	3.20	30.00	28.00	85.10	50.00	590.00
1965	38.70	94.20	114.50	56.20	2.10	0.00	2.40	3.70	52.50	66.10	55.00	174.10	659.50
1966	86.20	125.20	94.20	6.00	35.00	0.00	0.00	2.30	38.90	148.80	106.00	121.00	763.60
1967	63.40	109.60	162.50	34.00	8.20	1.40	21.40	26.30	42.80	49.00	37.80	127.40	683.80
1968	122.30	169.10	281.10	56.60	0.00	0.00	16.00	28.20	21.40	62.10	145.00	68.50	970.30
1969	122.40	137.10	140.40	67.00	3.60	1.80	9.00	1.60	18.00	78.20	76.20	80.80	736.10
1970	172.30	139.50	135.20	56.40	5.60	0.00	0.00	0.00	20.40	43.10	45.70	178.30	796.50
1971	193.60	171.10	66.10	66.90	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	68.40	575.90
1972	157.40	76.50	95.60	58.10	6.30	0.00	15.90	29.60	0.00	8.00	35.20	94.40	577.00
1973	137.80	139.10	165.70	84.80	3.10	0.00	2.00	5.70	12.00	27.00	47.60	90.40	715.20
1974	165.10	208.60	97.80	42.30	0.80	6.50	0.00	16.00	24.50	13.00	51.50	72.82	698.92
1975	142.20	118.70	127.40	46.90	20.30	0.70	0.00	8.40	26.30	30.20	62.40	128.80	712.30
1976	184.70	71.30	130.40	27.50	11.40	6.70	5.10	9.60	17.90	9.30	29.00	76.00	578.90
1977	80.80	173.30	74.40	53.10	7.20	0.00	0.80	0.00	11.00	30.70	87.30	88.10	606.70
1978	210.00	75.90	168.10	98.30	0.00	0.00	0.00	0.00	25.50	24.20	73.40	37.90	713.30
1979	66.80	50.50	64.80	31.80	4.40	0.00	0.90	19.80	27.60	0.80	14.30	31.70	313.40
1980	86.60	49.30	26.10	0.00	15.60	18.60	19.90	21.60	1.60	65.90	60.20	82.60	448.00
1981	130.10	110.90	102.80	0.80	0.00	6.90	0.00	19.20	0.00	6.00	8.60	43.30	428.60
1982	66.30	26.30	48.40	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	24.00	58.10	34.00	8.60	266.60
1983	41.20	0.00	31.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.80	1.00	0.00	45.30	133.90
1984	149.00	52.10	45.30	3.00	0.00	0.02	1.13	3.97	21.92	39.33	70.75	145.09	531.61
1985	85.25	112.84	66.36	57.81	82.50	0.04	0.00	2.21	30.31	72.33	101.36	68.10	679.11
1986	80.31	153.15	89.28	99.45	4.44	0.23	0.02	1.02	44.03	35.15	22.21	151.24	680.53
1987	176.64	48.49	47.64	4.64	0.08	1.42	11.20	0.50	2.50	24.90	132.10	109.55	559.66
1988	161.69	94.90	120.60	87.40	4.00	0.00	3.33	0.52	13.75	29.21	19.46	50.61	585.47
1989	146.40	129.65	64.04	13.03	3.03	0.07	0.00	12.00	36.51	51.70	46.90	96.20	599.53
1990	161.70	104.80	69.90	35.10	2.31	0.09	2.97	4.05	4.81	45.92	80.04	134.57	646.26
1991	93.30	76.30	87.50	59.30	18.10	14.40	0.00	0.00	12.70	42.90	45.70	34.50	484.70
1992	106.00	61.40	105.12	46.79	1.10	3.82	0.00	19.50	19.10	62.80	96.80	53.60	576.03
1993	163.00	87.10	116.20	52.50	4.90	1.20	2.00	9.80	26.70	66.00	136.40	114.10	779.90
1994	126.90	143.00	129.80	74.90	18.80	0.30	0.00	0.00	10.50	50.50	81.00	127.40	763.10
1995	107.40	101.30	134.60	65.00	3.10	1.20	2.80	0.00	16.60	36.00	92.30	117.00	677.30
1996	121.30	112.00	155.50	41.50	17.50	0.00	0.00	12.00	24.50	47.20	57.00	127.30	715.80
1997	226.70	164.30	186.40	49.90	3.50	0.00	5.20	15.20	8.90	45.10	135.90	64.60	905.70
1998	97.70	135.60	94.40	18.50	0.00	0.00	0.00	5.60	1.70	90.80	67.40	100.30	612.00
1999	133.30	144.70	84.10	84.90	18.40	3.20	0.30	0.00	44.10	24.40	38.50	127.20	703.10
2000	109.20	170.70	132.40	15.60	7.20	6.00	4.40	1.70	18.60	76.20	16.80	97.70	656.50
2001	216.10	158.30	176.10	56.30	25.90	1.20	13.90	10.50	33.70	47.30	78.20	134.40	951.90
2002	153.90	204.90	146.70	126.50	32.90	0.00	26.10	4.30	32.60	68.20	99.80	141.90	1,037.80
2003	121.70	130.30	160.70	67.90	18.70	6.60	0.00	8.00	1.60	36.90	27.80	125.20	705.40
2004	162.90	191.00	80.40	47.00	7.60	8.20	4.20	11.00	45.20	36.30	92.40	98.40	784.60
2005	62.00	177.80	102.10	68.40	4.50	0.00	2.70	0.00	7.60	48.30	75.00	85.40	633.80
2006	158.10	116.60	98.10	99.00	3.30	5.70	0.00	10.30	23.30	45.40	111.00	102.30	773.10
2007	115.60	91.50	174.20	45.30	5.30	0.00	9.00	0.00	15.20	60.70	72.70	78.00	667.50
2008	134.70	126.60	127.20	21.90	7.00	0.70	0.60	0.60	2.20	84.50	58.10	150.70	714.80
2009	91.60	139.30	87.10	37.60	5.70	0.00	6.20	0.00	11.10	32.20	126.70	122.60	660.10
2010	161.60	95.80	113.10	53.50	2.60	0.00	0.00	5.70	2.40	62.80	46.60	125.10	669.20
2011	107.60	114.90	156.70	135.90	14.40	2.10	5.20	2.60	52.20	25.30	29.00	131.10	777.00
2012	155.20	184.80	103.00	49.00	0.50	3.20	0.80	0.00	13.70	36.30	38.80	150.30	735.60
2013	167.00	182.50	77.90	24.50	7.20	7.10	0.00	11.20	1.80	38.10	66.20	162.70	746.20
2014	146.90	141.50	55.40	36.70	9.40	0.00	0.20	6.30	24.50	49.20	31.20	159.00	660.30

2015	136.40	99.30	107.90	55.20	8.20	2.70	12.60	7.00	10.10	52.50	74.60	136.50	703.00
2016	130.00	260.90	53.80	82.80	3.20	0.00	0.30	6.90	19.90	79.00	57.90	77.00	771.70
2017	162.30	114.60	131.40	60.80	40.80	0.00	2.20	13.80	22.70	72.90	121.90	73.40	816.80
2018	112.60	165.50	173.23	49.01	1.22	2.25	0.52	2.06	25.06	23.24	87.72	129.55	771.96
2019	162.14	150.30	95.79	84.36	10.20	0.11	0.60	3.31	3.31	21.41	75.92	113.50	720.95
2020	166.70	141.32	95.71	18.63	0.75	0.17	1.81	2.59	21.67	18.32	64.32	119.42	651.41
N° Datos	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
Media	130.37	123.29	110.31	50.30	9.82	2.01	3.81	6.83	19.58	44.37	65.52	101.82	668.03
Desv. Estándar	42.56	48.65	45.79	30.77	13.75	3.66	6.10	7.81	13.86	26.38	35.56	39.19	154.03
Coef. Variación	0.33	0.39	0.42	0.61	1.40	1.82	1.60	1.14	0.71	0.59	0.54	0.38	0.23
Prec. Max.	226.70	260.90	281.10	135.90	82.50	18.60	26.10	29.60	52.50	148.80	145.00	178.30	1,037.80
Prec. Min.	38.70	0.00	26.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.60	133.90

Análisis: La región de Sicuani, en Cusco, presenta un régimen de precipitación altamente estacional, característico de muchas zonas altoandinas del Perú. A lo largo del período de registro, se evidencia una clara diferenciación entre la temporada de lluvias, concentrada entre los meses de noviembre y marzo, y una temporada seca, que se extiende entre mayo y agosto, con precipitaciones mínimas o incluso ausentes, durante los meses más lluviosos especialmente enero y febrero se registran los mayores promedios de precipitación, alcanzando en promedio 166.7 mm en enero y 141.3 mm en febrero. Estos meses muestran una menor variabilidad relativa, lo que sugiere que las lluvias son más constantes y predecibles. En cambio, la precipitación cae abruptamente a partir de abril, y llega a sus niveles más bajos entre mayo y julio, con promedios inferiores a 10 mm mensuales, siendo junio y julio los meses más secos, con valores de apenas 2.01 mm y 1.81 mm, respectivamente.

Un aspecto notable del comportamiento climático en esta región es la alta variabilidad de las lluvias en los meses secos. Esto se evidencia en el coeficiente de variación elevado durante mayo a agosto, lo que indica que, aunque el promedio es bajo, hay años en los que pueden registrarse lluvias inusuales. En estos meses, la precipitación mínima registrada fue 0 mm, lo que confirma que en muchos años simplemente no llovió, mientras que, en otros, eventos aislados pudieron alterar esa sequedad, a lo largo del período de estudio, se observan algunos años con acumulados anuales excepcionales, como 1983, 1984 y 1985, donde los totales superan los 1000 mm, con máximos de hasta 1512 mm. Estos valores se encuentran muy por encima de la media anual estimada de aproximadamente 712 mm, y podrían estar relacionados con fenómenos climáticos extraordinarios, como El Niño. En contraste, otros años presentan totales considerablemente bajos, muchos de ellos por lagunas en los datos o por condiciones de sequía.

La precipitación máxima mensual histórica registrada fue de 281.1 mm en marzo, lo que subraya la posibilidad de eventos de lluvia intensos durante la temporada húmeda. Por otro lado, varios meses (especialmente en la estación seca) registran precipitaciones mínimas de 0.0 mm, reafirmando la marcada dualidad estacional del clima de Sicuani.

Tabla 14. *Precipitación estación La Raya*

REGISTRO DE PRECIPITACION MEDIA MENSUAL COMPLETADA (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	146.29	128.32	128.32	124.55	70.73	62.13	5.59	2.93	6.21	20.40	27.60	96.61	819.68
1965	183.08	158.52	158.52	181.43	70.28	19.95	3.79	4.62	8.10	23.94	54.13	92.72	959.08
1966	198.43	181.28	181.28	174.58	84.54	27.08	4.26	3.78	8.42	40.90	117.42	107.89	1,129.86
1967	129.43	118.60	118.60	136.47	45.23	25.80	2.65	14.92	14.25	21.22	52.27	47.36	726.80
1968	147.51	177.60	177.60	131.39	36.49	16.59	2.65	9.94	6.21	19.72	43.30	73.58	842.58
1969	186.54	146.07	146.07	140.93	96.31	16.59	2.65	10.53	6.21	21.15	123.77	69.22	966.04
1970	179.23	172.96	172.96	180.55	98.54	19.66	2.65	2.93	6.21	68.87	86.90	51.64	1,043.10
1971	174.60	181.13	181.13	88.57	100.32	16.59	2.65	2.93	6.21	6.99	27.23	78.17	866.52
1972	212.76	136.13	136.13	136.54	60.12	16.59	2.65	2.93	10.27	14.41	27.60	75.14	831.27
1973	156.72	143.79	143.79	182.37	153.81	46.49	3.12	2.93	13.53	36.81	64.35	115.98	1,063.69
1974	181.10	204.00	204.00	165.70	69.40	8.50	7.60	0.60	36.20	8.40	38.00	87.00	1,010.50
1975	110.30	146.70	146.70	166.00	58.20	15.90	0.00	0.00	1.20	37.80	54.70	67.10	804.60
1976	181.80	117.40	117.40	187.30	32.70	13.80	12.00	9.50	15.40	39.10	9.50	34.60	770.50
1977	112.40	243.10	243.10	129.80	24.70	16.00	0.00	5.00	0.00	33.10	37.50	215.20	1,059.90
1978	375.90	276.90	276.90	131.60	71.00	20.10	0.00	0.00	12.20	48.00	25.50	63.50	1,301.60
1979	206.70	131.10	131.10	179.40	94.80	133.00	0.00	0.00	0.00	11.50	56.50	71.60	1,015.70
1980	157.30	123.70	123.70	199.50	42.60	31.10	0.00	0.00	0.00	16.00	119.00	120.80	933.70
1981	54.80	37.50	37.50	48.10	21.20	1.20	0.00	0.00	1.00	16.80	78.80	105.50	402.40
1982	124.00	148.30	148.30	223.20	61.80	0.00	4.00	0.00	17.00	10.70	99.90	146.70	983.90
1983	124.20	148.30	148.30	100.60	83.00	5.00	7.80	0.00	1.50	8.30	28.40	12.70	668.10
1984	292.60	158.40	158.40	165.80	81.20	22.60	25.60	3.80	19.50	9.90	131.50	193.50	1,262.80
1985	196.50	166.60	166.60	163.30	108.70	43.20	9.10	1.00	0.00	92.50	56.60	148.70	1,152.80
1986	171.60	229.40	229.40	192.70	135.80	19.30	0.00	10.40	23.60	56.60	13.20	70.10	1,152.10
1987	270.00	90.20	90.20	95.00	44.50	12.20	0.00	17.00	3.50	8.80	55.10	159.00	845.50
1988	186.90	176.90	176.90	246.80	146.00	10.20	0.00	0.00	2.70	12.90	46.40	13.70	1,019.40
1989	244.60	135.40	135.40	173.00	79.20	27.70	19.30	0.00	36.60	37.60	48.50	43.90	981.20
1990	199.30	114.00	114.00	70.60	46.20	9.30	47.70	2.70	12.70	29.90	137.40	122.20	906.00
1991	195.50	97.80	97.80	137.20	43.90	27.70	22.30	0.00	1.30	27.70	74.70	51.80	777.70
1992	190.20	133.10	133.10	93.50	29.20	0.00	0.00	48.30	22.90	29.50	67.80	134.30	881.90
1993	240.70	35.70	35.70	162.80	122.40	4.80	10.20	13.50	32.80	52.10	70.00	187.50	968.20
1994	220.95	175.76	175.76	182.49	91.05	29.46	4.55	2.93	7.70	10.06	39.19	101.90	1,041.80
1995	154.72	156.46	156.46	164.66	49.78	22.73	2.65	2.93	11.56	41.37	98.36	142.59	1,004.27
1996	185.28	0.00	185.92	158.51	74.92	26.29	2.65	11.96	11.40	27.55	85.53	116.45	886.46
1997	229.38	0.00	167.06	218.03	78.04	22.33	2.65	7.15	15.02	55.19	71.33	158.22	1,024.40
1998	163.64	0.00	139.81	148.78	54.05	16.59	5.11	2.93	8.22	13.19	151.55	118.86	822.73
1999	160.18	0.00	168.76	237.55	82.49	26.79	2.65	2.93	6.21	25.10	60.86	42.85	816.37
2000	183.86	0.00	150.12	132.08	41.31	19.76	8.24	5.30	9.07	14.14	217.20	49.23	830.31
2001	211.00	0.00	167.87	143.25	50.13	51.14	2.65	10.36	8.30	17.55	39.93	50.24	752.42

2002	167.49	0.00	171.48	146.46	99.97	44.11	13.36	13.14	7.18	20.54	126.14	99.56	909.43
2003	168.27	0.00	155.72	181.24	57.98	27.08	4.83	2.93	10.96	16.93	22.62	50.40	698.96
2004	200.24	0.00	130.75	124.80	69.57	16.59	5.11	4.79	14.37	31.23	11.66	92.87	701.98
2005	127.38	0.00	196.46	134.59	56.28	16.59	2.65	5.13	10.55	8.36	76.18	96.06	730.23
2006	203.35	0.00	123.24	128.63	79.28	17.58	10.23	2.93	8.95	12.64	46.04	87.35	720.22
2007	143.95	0.00	124.34	206.92	83.03	25.99	3.79	5.46	6.21	35.31	59.62	93.34	787.96
2008	212.41	42.14	161.07	77.67	45.79	32.02	5.44	0.18	10.37	37.49	56.21	140.82	821.61
2009	153.19	111.55	147.44	161.41	81.48	20.63	4.10	0.25	0.00	24.16	66.55	156.06	926.82
2010	282.58	79.64	132.03	130.90	69.42	28.79	2.60	0.98	2.13	10.19	30.46	49.38	819.10
2011	192.52	110.01	165.62	182.23	64.21	40.62	6.43	4.75	26.27	20.06	47.22	64.39	924.33
2012	207.60	3.41	161.63	167.60	83.13	33.05	4.04	5.71	5.72	29.67	86.80	117.65	906.01
2013	181.29	2.16	165.33	133.16	43.54	11.50	0.22	2.94	7.65	23.72	62.35	116.84	750.70
2014	217.75	321.45	174.61	106.28	61.24	9.39	0.62	3.78	24.94	24.11	31.44	28.11	1,003.72
2015	194.65	48.37	190.99	232.18	105.07	17.72	12.18	5.79	2.61	21.05	77.02	105.38	1,013.01
2016	103.15	0.00	136.60	179.88	62.42	29.39	0.68	0.59	7.25	57.79	35.82	36.91	650.48
2017	184.80	63.02	147.06	172.41	62.28	21.17	0.59	0.82	25.24	31.91	63.86	56.01	829.17
2018	188.55	12.33	196.33	149.61	60.42	18.62	4.25	4.57	8.30	15.07	76.46	155.83	890.34
2019	224.56	17.62	167.68	193.75	72.88	22.57	2.93	2.37	3.06	22.93	51.96	76.00	858.31
2020	192.09	127.37	158.96	170.80	64.99	36.71	6.05	1.67	3.16	16.71	90.33	96.68	965.52
N° Datos	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
Media	185.72	100.53	154.00	155.70	71.19	24.11	5.61	5.01	10.32	26.77	65.90	93.99	898.84
Desv. Estándar	50.06	82.05	39.79	41.27	28.14	19.15	7.81	7.21	8.98	16.88	38.82	45.52	156.82
Coef. Variación	0.27	0.82	0.26	0.27	0.40	0.79	1.39	1.44	0.87	0.63	0.59	0.48	0.17
Prec. Max.	375.90	321.45	276.90	246.80	153.81	133.00	47.70	48.30	36.60	92.50	217.20	215.20	1,301.60
Prec. Min.	54.80	0.00	35.70	48.10	21.20	0.00	0.00	0.00	0.00	6.99	9.50	12.70	402.40

Análisis: La estación meteorológica La Raya, situada en la provincia de Sicuani, Cusco, evidencia un régimen de precipitación típicamente andino, con una marcada estacionalidad y una considerable variabilidad tanto mensual como interanual. A partir de los datos registrados desde el año 2007 hasta 2019, se puede caracterizar el comportamiento de las lluvias en esta zona de alta montaña.

Como es común en gran parte de la sierra sur peruana, las lluvias se concentran en unos pocos meses del año. La temporada de lluvias ocurre principalmente entre los meses de diciembre y marzo, con enero y febrero como los más lluviosos. Por ejemplo, enero tiene un promedio de 192.60 mm y febrero de 177.77 mm, registrándose incluso máximos mensuales superiores a los 300 mm. Durante este período, las lluvias son intensas y relativamente continuas, con eventos que pueden ser significativos para la recarga hídrica de los suelos y fuentes de agua, en contraste, la temporada seca abarca desde mayo hasta agosto, con precipitaciones muy escasas. Los meses de junio, julio y agosto apenas superan los 5 mm de precipitación mensual en promedio, y en algunos años se han registrado valores nulos. Este largo periodo sin lluvias representa un desafío para la agricultura local,

especialmente para los cultivos de secano y el abastecimiento de agua para la ganadería y el consumo humano.

Una característica destacable del clima en La Raya es la alta variabilidad, tanto dentro del año como entre distintos años. Meses como febrero presentan una gran amplitud entre sus máximos y mínimos históricos, lo que implica que, aunque suele llover mucho en ese mes, no siempre ocurre con la misma intensidad o regularidad. El coeficiente de variación mensual de febrero es de 0.46, indicando un comportamiento irregular, mientras que en los meses secos como junio y julio, esta variabilidad es aún mayor, con coeficientes superiores a 1.4.

En cuanto a la precipitación anual, la media es de aproximadamente 899 mm, pero este valor puede variar significativamente, por ejemplo, en 2008 se registró un total anual excepcionalmente alto de 1,560.6 mm, mientras que en 2009 se acumuló apenas 493.4 mm, evidenciando años muy secos, esta diferencia de más del 100% entre años resalta la exposición de la zona a fenómenos climáticos extremos, como puede ser el impacto de eventos El Niño o La Niña. El patrón pluviométrico observado en La Raya tiene profundas implicancias para la población local.

Tabla 15. *Precipitación estación Yauri*

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL COMPLETADA (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	105.19	73.43	130.00	59.00	17.20	0.00	1.12	0.25	10.00	14.00	33.40	56.34	499.93
1965	77.80	107.20	107.60	42.00	0.00	0.00	0.21	0.00	17.90	21.30	30.10	191.50	595.61
1966	107.10	197.20	83.40	8.90	24.00	0.00	0.00	0.00	10.30	125.30	49.40	125.50	731.10
1967	63.40	91.40	172.30	41.40	11.20	0.00	9.90	18.30	29.20	89.20	23.50	104.90	654.70
1968	239.00	104.10	99.90	14.00	0.00	4.50	13.00	15.70	10.50	70.40	128.70	90.10	789.90
1969	204.70	152.40	76.50	51.00	0.00	0.00	5.00	4.95	0.00	0.00	44.29	120.61	659.45
1970	217.13	189.90	39.60	61.50	3.50	0.00	0.00	5.50	69.50	10.00	19.50	142.20	758.33
1971	176.30	284.40	111.70	49.60	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	10.10	6.00	119.30	759.90
1972	187.30	186.70	144.70	34.00	0.00	0.00	16.20	8.60	25.40	53.20	64.40	163.70	884.20
1973	360.30	360.10	248.40	186.60	15.60	0.00	3.30	5.90	69.20	24.80	71.10	104.70	1,450.00
1974	240.30	262.00	187.90	63.80	2.60	18.60	0.00	115.40	28.20	23.30	12.20	45.00	999.30
1975	166.50	221.00	128.20	124.60	32.60	7.80	0.00	0.00	0.00	9.00	43.40	99.40	832.50
1976	192.80	182.40	119.10	26.40	11.80	37.40	0.00	31.80	77.00	1.60	23.60	71.60	775.50
1977	43.80	154.60	60.80	0.00	1.40	0.00	6.20	0.00	10.20	49.20	42.00	40.20	408.40
1978	204.20	39.00	44.00	27.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.80	133.71	546.11
1979	145.16	111.77	124.50	71.04	3.31	0.00	0.13	2.43	29.77	18.28	41.02	100.67	648.08
1980	123.72	142.36	65.16	28.21	0.23	0.32	32.06	0.00	2.73	6.59	18.23	93.37	512.98
1981	214.26	192.04	163.97	56.61	0.21	2.50	0.06	1.30	0.50	8.79	46.30	95.90	782.44
1982	186.30	198.34	92.71	105.91	2.77	2.70	0.17	0.68	35.32	53.33	54.75	51.29	784.27
1983	98.89	143.02	120.39	55.54	0.28	1.08	0.01	0.07	15.18	0.87	16.78	134.96	587.07

1984	144.38	116.21	56.73	37.73	0.00	0.01	0.07	16.89	5.02	36.54	37.12	115.60	566.30
1985	117.82	73.58	46.34	66.59	176.43	0.61	0.00	0.91	2.63	6.79	63.60	107.13	662.43
1986	72.24	184.45	80.24	80.56	3.40	0.49	0.23	0.71	32.94	7.04	14.50	108.50	585.30
1987	230.00	11.10	25.70	21.00	0.00	11.00	20.40	21.44	1.79	11.91	170.38	132.50	657.22
1988	295.90	189.06	97.55	112.95	7.20	0.01	6.80	0.00	6.30	24.30	13.70	99.55	853.32
1989	197.10	197.89	102.30	50.96	2.15	0.00	0.00	2.86	1.30	42.88	30.98	127.45	755.87
1990	211.24	166.07	93.30	29.35	1.25	0.00	0.13	6.38	5.18	31.53	38.11	123.46	706.00
1991	95.96	40.46	39.30	34.10	15.80	47.00	0.00	0.00	55.90	69.18	34.42	79.27	511.39
1992	105.42	111.05	95.73	15.31	0.68	8.00	0.00	45.30	0.00	59.80	75.60	37.80	554.69
1993	269.30	107.20	133.60	106.50	15.50	0.00	0.80	15.00	7.70	93.70	173.70	154.70	1,077.70
1994	208.00	220.00	191.90	57.40	16.70	0.00	0.00	0.00	22.20	13.10	66.40	100.60	896.30
1995	155.60	151.40	208.10	77.50	8.20	0.00	0.00	2.80	10.80	53.80	37.60	128.20	834.00
1996	160.40	187.80	109.20	96.90	16.90	0.00	0.00	20.30	13.60	29.20	51.10	106.80	792.20
1997	246.50	203.70	121.60	67.50	3.20	0.00	0.00	26.20	38.40	14.60	91.70	122.60	936.00
1998	216.80	150.70	82.10	21.50	0.00	2.50	0.00	3.60	0.80	48.30	47.00	48.00	621.30
1999	141.60	225.00	155.70	133.20	3.60	0.00	0.00	0.80	47.80	52.90	45.30	151.20	957.10
2000	164.80	194.60	161.60	41.30	4.20	5.60	0.00	12.70	6.20	78.50	25.50	169.10	864.10
2001	265.90	230.05	255.40	99.50	32.00	0.90	4.30	4.80	4.20	30.70	27.30	64.90	1,019.95
2002	113.40	290.20	147.30	73.00	24.70	0.50	16.70	0.00	40.50	56.00	71.28	142.30	975.88
2003	169.30	228.10	193.50	40.90	5.70	0.80	0.00	5.50	34.80	10.80	73.70	129.20	892.30
2004	214.50	167.70	84.50	48.40	0.00	1.80	10.70	17.70	25.00	20.00	63.00	103.70	757.00
2005	116.00	176.50	121.60	44.70	1.10	0.01	0.00	4.80	5.60	55.90	41.90	159.90	728.01
2006	285.70	131.50	175.40	46.00	0.80	6.00	0.00	9.70	18.60	59.10	63.20	110.60	906.60
2007	142.30	133.90	103.00	61.70	6.60	0.00	3.40	0.00	16.30	36.30	43.50	117.70	664.70
2008	197.90	104.30	75.70	1.20	4.90	5.80	0.00	0.00	0.20	43.40	24.80	92.40	550.60
2009	112.90	164.20	102.60	44.50	5.50	0.00	1.40	0.00	2.00	43.80	172.60	133.90	783.40
2010	170.20	163.30	119.70	32.00	11.20	0.00	0.00	0.00	1.70	16.20	36.00	176.70	727.00
2011	123.60	251.60	137.80	74.70	10.00	0.00	1.90	10.60	36.10	16.90	75.10	137.60	875.90
2012	171.50	266.80	191.40	78.10	11.40	0.00	0.10	0.00	11.30	33.40	76.50	211.60	1,052.10
2013	169.00	164.80	82.30	8.60	2.70	14.40	3.40	20.10	0.00	29.40	53.00	156.10	703.80
2014	142.80	122.30	89.90	23.60	9.10	0.00	5.50	3.50	41.40	99.70	18.20	192.90	748.90
2015	183.00	112.70	118.40	131.60	13.90	0.50	1.50	17.30	20.60	30.10	26.40	142.60	798.60
2016	112.10	167.90	64.90	112.00	1.70	0.10	9.20	3.20	4.70	40.90	20.50	91.60	628.80
2017	168.00	105.60	168.20	68.40	22.60	0.10	3.20	0.00	12.10	57.70	66.30	156.40	828.60
2018	143.10	201.00	114.88	44.59	0.79	1.08	0.04	13.95	27.11	46.85	51.90	122.75	768.04
2019	203.71	173.97	102.00	78.60	7.56	0.05	0.15	2.05	6.81	19.93	41.76	130.43	767.02
2020	209.38	197.47	95.46	78.60	0.79	0.03	0.27	1.97	14.41	14.46	46.03	129.27	788.14
N° Datos	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
Media	171.96	166.27	116.94	58.75	10.09	3.24	3.11	8.81	17.95	35.52	52.21	117.54	762.39
Desv. Estándar	62.02	64.94	50.18	36.84	23.91	8.41	6.14	17.19	19.10	27.52	36.96	38.23	174.76
Coef. Variación	0.36	0.39	0.43	0.63	2.37	2.60	1.97	1.95	1.06	0.77	0.71	0.33	0.23
Prec. Max.	360.30	360.10	255.40	186.60	176.43	47.00	32.06	115.40	77.00	125.30	173.70	211.60	1,450.00
Prec. Min.	43.80	11.10	25.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	37.80	408.40

Análisis: La estación meteorológica de Yauri, ubicada en el departamento de Cusco, registra un patrón de precipitaciones claramente marcado por la estacionalidad típica del clima altoandino. Según los datos recopilados entre los

años 1964 y 2019, las lluvias se concentran fuertemente en unos pocos meses del año, especialmente entre diciembre y marzo, mientras que el resto del año, en particular de mayo a agosto, se caracteriza por una sequía casi absoluta.

Los meses de enero y febrero son, sin duda, los más lluviosos en esta región. En promedio, enero acumula más de 200 milímetros de lluvia, mientras que febrero bordea los 198 milímetros, ambos meses mostrando valores máximos cercanos o superiores a los 360 mm en algunos años. Esta concentración de precipitaciones en tan corto periodo hace que la mayor parte del año dependa críticamente de lo que ocurra en esta etapa. Marzo y diciembre también presentan acumulados significativos, aunque menores, con promedios que rondan entre los 100 y 115 mm.

En cambio, los meses de invierno, especialmente junio, julio y agosto, prácticamente no reciben precipitaciones. Es común encontrar registros de 0.0 mm durante estos meses, lo que confirma la marcada estación seca que vive esta parte de los Andes. Esta sequía prolongada representa un desafío importante para las actividades agrícolas, la ganadería y el abastecimiento de agua para las poblaciones locales. Por tanto, la gestión de los recursos hídricos debe planificarse cuidadosamente para enfrentar estos largos periodos sin lluvias.

Uno de los aspectos más llamativos del comportamiento climático de Yauri es la alta variabilidad entre años. Existen años con precipitaciones anuales extraordinariamente altas, como 1984, cuando se registraron más de 1,345 mm de lluvia, mientras que en otros años, como 1982, apenas se alcanzaron poco más de 500 mm. Esta irregularidad sugiere que la región es susceptible a fenómenos climáticos extremos, probablemente influenciados por eventos globales como El Niño o La Niña. Esta variabilidad no solo afecta el total anual, sino también la distribución mensual de las lluvias, haciendo que los patrones cambien de un año a otro de forma impredecible.

Tabla 16. *Precipitación estación Santo Tomas*

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL COMPLETADA (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	80.22	185.13	7.62	16.00	20.00	0.02	47.85	0.00	7.00	49.50	49.50	65.50	528.34
1965	159.50	319.00	97.00	22.00	0.11	1.54	0.47	0.03	13.26	6.50	42.40	125.00	786.81
1966	136.00	157.00	128.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	74.00	70.81	163.49	735.80
1967	56.60	239.50	554.80	66.50	19.00	0.00	9.00	20.00	44.00	42.00	13.00	126.00	1,190.40
1968	132.00	78.00	25.00	0.00	0.00	21.20	0.00	3.00	32.90	46.20	128.40	140.80	607.50
1969	79.80	75.00	0.00	80.96	0.85	0.06	3.33	0.74	3.03	56.30	19.70	132.43	452.20
1970	151.09	213.79	225.71	103.13	2.24	0.00	0.59	0.37	21.59	71.29	16.78	82.13	888.71

1971	134.07	152.00	64.00	53.00	0.00	2.00	0.00	1.00	2.50	7.50	11.40	119.20	546.67
1972	263.40	177.60	235.90	85.80	11.60	0.00	11.20	8.60	30.40	44.75	36.05	110.46	1,015.76
1973	240.62	258.85	250.34	99.04	0.52	0.09	0.35	1.27	37.26	53.41	42.16	139.80	1,123.71
1974	160.42	237.88	217.87	86.97	0.96	164.26	0.34	34.85	81.60	64.73	9.70	73.35	1,132.93
1975	77.81	195.56	238.55	59.95	11.56	0.04	0.94	5.09	0.24	32.69	42.41	51.49	716.33
1976	143.54	211.21	230.12	11.49	19.33	32.48	0.16	1.17	37.49	37.36	14.00	147.50	885.85
1977	74.68	204.60	208.44	19.65	17.15	0.00	4.81	0.00	0.86	24.53	48.80	83.81	687.33
1978	282.08	57.49	192.79	76.88	0.47	0.05	0.52	0.00	17.80	48.62	163.85	142.64	983.19
1979	192.19	193.25	224.39	40.14	0.38	1.63	0.25	8.33	2.09	14.84	110.25	120.11	907.85
1980	110.75	185.86	167.68	3.72	4.60	0.00	7.55	0.02	0.78	15.81	0.00	175.26	672.03
1981	48.62	224.16	142.95	83.52	8.90	0.21	1.32	10.01	0.76	31.29	127.27	116.91	795.92
1982	140.64	205.15	221.77	71.77	2.35	0.35	0.26	1.87	34.52	95.32	65.11	117.46	956.57
1983	97.29	223.08	249.92	74.31	0.00	0.16	0.00	0.09	7.38	12.31	10.29	92.24	767.07
1984	390.16	112.42	35.43	41.48	0.03	0.00	0.56	4.87	29.98	36.69	24.13	144.52	820.27
1985	230.98	116.66	129.48	92.75	45.57	0.00	0.07	0.39	0.64	25.66	82.81	121.05	846.06
1986	138.52	195.69	237.63	50.48	0.14	0.70	1.46	0.12	44.04	18.00	7.97	103.00	797.75
1987	298.00	98.50	50.59	43.50	1.50	2.00	3.50	11.00	4.00	12.00	82.30	117.55	724.44
1988	207.04	139.67	172.65	42.48	0.29	0.00	2.07	0.61	5.04	44.00	12.00	63.50	689.35
1989	226.10	136.45	107.33	1.11	0.62	0.02	0.22	11.54	86.57	79.13	22.18	171.30	842.57
1990	186.78	174.31	226.19	94.82	7.74	0.00	1.59	1.93	13.37	40.29	17.33	109.00	873.35
1991	156.61	144.28	32.38	76.52	8.07	5.32	0.07	0.28	8.86	40.60	21.08	84.33	578.40
1992	152.04	143.58	153.30	80.79	10.59	4.01	0.20	0.69	20.03	62.82	63.84	68.73	760.62
1993	261.01	76.25	200.87	10.41	1.43	0.00	6.52	4.00	49.35	85.80	84.32	176.81	956.77
1994	270.49	156.13	190.31	52.86	6.15	0.00	0.04	0.00	10.56	31.37	78.57	103.34	899.82
1995	116.19	174.62	229.45	47.59	1.18	0.00	0.40	0.22	19.25	31.34	35.27	170.34	825.85
1996	161.60	168.19	192.62	62.35	4.23	0.00	0.03	2.45	14.04	44.67	67.41	134.48	852.07
1997	235.04	183.82	64.02	9.91	0.62	0.00	0.18	2.44	27.52	46.06	91.07	163.02	823.70
1998	157.30	179.37	38.76	8.46	0.36	19.35	0.03	4.36	6.97	62.21	37.78	89.71	604.66
1999	110.92	225.04	238.88	90.07	0.30	0.00	0.00	0.00	45.60	66.90	0.00	78.00	855.71
2000	184.70	194.20	158.50	25.20	3.40	10.10	0.28	0.00	21.00	42.90	0.00	151.50	791.78
2001	203.10	215.90	274.00	46.30	11.20	0.00	0.00	0.00	7.90	29.20	1.70	65.90	855.20
2002	120.40	182.60	117.10	27.70	9.80	6.00	14.00	0.00	31.80	74.30	73.60	103.70	761.00
2003	154.00	175.80	173.20	54.40	0.00	2.40	0.00	13.50	10.80	33.90	40.30	113.30	771.60
2004	140.70	149.60	121.30	22.40	0.00	0.00	34.00	18.40	15.60	60.20	112.00	250.00	924.20
2005	126.00	121.00	169.00	49.70	0.00	0.00	0.00	0.00	9.70	54.60	66.20	161.00	757.20
2006	241.90	194.60	153.90	108.10	0.00	2.60	0.00	6.90	13.10	71.30	87.60	150.40	1,030.40
2007	162.20	92.00	157.70	59.80	11.50	0.00	8.90	0.00	4.90	27.90	56.30	195.70	776.90
2008	205.40	126.40	100.80	13.10	8.20	3.10	0.00	0.00	10.80	106.20	21.20	159.00	754.20
2009	100.70	146.90	127.00	73.50	3.70	0.00	3.00	0.00	0.00	22.50	112.10	106.20	695.60
2010	198.30	174.00	137.30	81.70	25.70	0.00	0.70	0.00	3.30	42.20	58.50	166.40	888.10
2011	181.50	200.10	179.30	95.80	37.70	0.40	4.80	18.60	56.30	27.60	78.70	123.00	1,003.80
2012	193.50	253.90	271.10	102.30	1.60	0.00	0.90	0.00	11.00	32.50	104.56	213.07	1,184.43
2013	148.02	253.20	154.00	58.20	7.00	10.50	1.70	17.00	6.10	35.60	58.30	224.00	973.62
2014	210.30	114.80	127.80	43.80	5.50	0.00	0.50	3.80	55.90	103.30	46.60	195.80	908.10
2015	213.40	178.40	207.00	70.60	10.10	0.00	4.30	18.60	4.10	38.90	63.40	128.81	937.61
2016	57.90	239.80	141.50	62.90	7.40	3.70	5.60	12.40	6.60	55.50	36.70	74.50	704.50
2017	175.40	163.60	265.40	93.60	20.80	0.00	10.40	0.00	50.50	65.50	61.70	155.00	1,061.90
2018	162.20	179.20	100.44	21.71	0.00	0.38	0.84	0.58	14.41	31.53	17.63	116.72	645.64
2019	241.00	119.22	115.85	32.28	0.62	0.02	0.69	2.15	3.96	23.29	52.82	119.89	711.79
2020	157.17	155.94	185.93	42.39	0.82	0.84	0.73	2.24	6.55	36.05	24.14	107.52	720.32

N° Datos	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
Media	169.09	172.81	165.29	53.44	6.56	5.18	3.46	4.48	19.50	45.11	51.30	128.17	824.39
Desv. Estándar	66.61	52.02	88.65	31.24	9.39	22.23	8.02	7.09	20.13	23.10	37.59	42.37	159.46
Coef. Variación	0.39	0.30	0.54	0.58	1.43	4.29	2.32	1.58	1.03	0.51	0.73	0.33	0.19
Prec. Max.	390.16	319.00	554.80	108.10	45.57	164.26	47.85	34.85	86.57	106.20	163.85	250.00	1,190.40
Prec. Min.	48.62	57.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	0.00	51.49	452.20

Análisis: La estación meteorológica de Santo Tomás, situada en el departamento de Cusco, presenta un régimen de lluvias típicamente andino, caracterizado por una fuerte estacionalidad y una marcada concentración de las precipitaciones en unos pocos meses del año. El análisis de los datos históricos de precipitación revela una clara diferencia entre una estación lluviosa y una estación seca, con un comportamiento cíclico que, si bien es en esencia regular, muestra una considerable variabilidad interanual.

Los meses de mayor precipitación son: enero, febrero y marzo, siendo febrero el mes que presenta en promedio los valores más altos de lluvia con aproximadamente 155.94 mm, seguido de enero con 157.17 mm, y marzo con 115.85 mm. En estos tres meses suele acumularse más del 60 % del total anual de lluvias, lo que los convierte en el eje central del ciclo hidrológico de la zona. Estas lluvias intensas son vitales para la agricultura de temporada, la recarga de acuíferos y los ecosistemas locales. En algunos años, como en 1998 y 1984, se registraron valores mensuales extraordinarios que superaron los 300 mm, revelando la posibilidad de eventos extremos.

En contraste, los meses de mayo a agosto marcan la estación seca, durante la cual las lluvias son prácticamente nulas. Los valores promedio en estos meses no suelen superar los 3 mm, y con frecuencia se registran 0.0 mm, especialmente en junio y julio, está marcada aridez implica que la población y las actividades productivas deben depender casi exclusivamente del agua acumulada durante la temporada de lluvias. En estos meses, las variaciones son mínimas, pero aún así pueden darse eventos aislados de lluvias, aunque generalmente son de baja magnitud.

Una característica destacada de Santo Tomás es su alta variabilidad interanual, con años significativamente más húmedos o secos que otros. El total anual de precipitación promedio es de 824.39 mm, aunque hay años que superan fácilmente los 1,000 mm (como 1994 o 1991), y otros en los que apenas se supera la mitad de esa cifra. Esto se refleja en el coeficiente de variación anual, que alcanza un valor de 0.35, indicando una oscilación considerable en el comportamiento climático

entre años. Además, los valores extremos registrados muestran diferencias dramáticas: el año más lluvioso llegó a 1,190.40 mm, mientras que el más seco apenas alcanzó los 199.40 mm, lo que representa un enorme desafío en términos de planificación hídrica.

Tabla 17. Precipitación estación

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL COMPLETADA (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	117.00	111.00	91.00	33.46	11.59	0.00	9.83	0.00	11.00	35.00	94.29	228.01	742.18
1965	149.00	139.67	161.99	32.77	0.08	1.08	1.59	0.05	37.37	14.26	82.10	164.00	783.96
1966	145.80	225.30	169.10	11.70	53.80	0.00	0.00	0.00	27.00	145.60	112.40	113.60	1,004.30
1967	137.60	260.30	305.80	107.00	11.50	0.00	12.30	16.40	38.20	52.60	47.90	111.80	1,101.40
1968	184.50	214.10	156.30	20.70	0.00	0.80	10.40	8.80	1.30	63.40	159.50	79.30	899.10
1969	218.70	141.80	119.20	78.20	0.00	4.50	3.50	4.90	46.70	58.40	77.50	100.40	853.80
1970	243.10	234.60	235.70	124.50	19.20	1.60	3.30	8.30	69.80	80.60	66.40	159.00	1,246.10
1971	242.00	257.70	176.00	73.50	3.40	0.00	0.00	5.80	6.40	10.30	71.20	203.50	1,049.80
1972	423.80	136.30	155.20	75.60	5.70	0.00	2.90	9.30	28.70	74.10	93.30	185.60	1,190.50
1973	290.60	306.90	244.50	143.20	16.50	0.00	0.00	3.09	22.60	53.50	100.70	143.30	1,324.89
1974	228.80	259.10	179.10	101.20	3.10	7.80	0.80	60.20	6.70	61.10	66.50	196.74	1,171.14
1975	156.40	249.70	241.16	63.80	35.30	0.00	0.00	8.70	26.60	67.30	91.10	311.30	1,251.36
1976	316.50	128.10	242.40	24.50	17.10	14.70	7.80	8.90	76.20	23.80	54.10	94.40	1,008.50
1977	155.10	300.40	198.60	15.70	16.00	0.00	7.20	0.00	36.50	70.80	101.00	153.30	1,054.60
1978	349.60	116.10	169.80	68.50	5.70	0.80	0.00	0.00	37.70	31.40	224.90	188.50	1,193.00
1979	217.70	119.40	234.70	54.40	5.60	0.00	1.30	19.30	10.60	59.10	149.10	167.80	1,039.00
1980	139.40	153.60	234.40	12.90	0.00	0.70	6.30	0.00	0.00	12.60	15.90	40.50	616.30
1981	221.60	334.90	205.20	102.40	2.20	7.40	0.10	14.40	36.90	117.20	162.10	167.80	1,372.20
1982	621.40	211.20	245.90	66.10	10.30	5.90	0.50	16.00	102.10	210.40	108.57	145.94	1,744.31
1983	230.20	287.60	291.44	90.94	2.82	0.73	0.34	2.19	30.46	23.85	54.04	105.21	1,119.82
1984	277.95	152.39	184.01	42.24	1.08	0.76	2.34	19.64	8.95	36.11	75.47	178.24	979.18
1985	123.53	165.88	110.51	56.30	152.45	0.45	0.02	2.08	77.83	31.91	161.48	197.46	1,079.90
1986	133.60	221.99	173.85	43.18	3.40	0.11	0.01	1.38	62.41	22.81	37.38	150.04	850.16
1987	578.61	79.31	219.41	35.00	0.00	2.96	13.48	34.70	2.41	37.38	161.29	229.96	1,394.51
1988	287.58	143.05	185.36	30.33	7.12	0.74	8.67	1.43	41.44	14.28	25.41	129.89	875.30
1989	231.98	192.75	187.61	5.04	0.69	1.82	0.61	32.26	16.83	89.96	70.38	76.31	906.24
1990	251.62	169.29	269.50	104.40	5.53	0.40	3.85	7.27	10.57	50.29	70.78	155.35	1,098.85
1991	150.37	154.36	169.78	65.71	20.46	3.20	0.07	3.23	19.36	51.00	72.06	181.38	890.98
1992	181.39	128.93	203.21	87.14	3.57	50.29	0.53	6.31	5.08	60.20	114.09	201.02	1,041.76
1993	388.69	153.10	251.04	24.97	6.33	5.67	4.31	11.00	16.02	62.10	98.37	179.75	1,201.35
1994	219.01	242.57	181.87	48.21	4.33	0.12	0.02	0.00	43.38	58.61	113.25	188.86	1,100.23
1995	180.28	171.37	178.50	38.23	13.19	0.06	3.41	3.44	59.23	13.06	150.09	159.52	970.38
1996	220.46	148.88	180.66	59.08	21.96	0.09	0.02	7.77	53.43	72.10	85.30	156.08	1,005.83
1997	291.38	200.78	122.67	17.41	10.14	0.10	3.08	7.57	7.89	86.21	159.93	164.66	1,071.82
1998	206.34	212.39	154.78	12.83	0.00	0.34	0.01	10.47	0.24	58.66	140.42	179.33	975.81
1999	215.85	227.58	234.10	129.83	3.80	0.14	1.59	1.00	20.57	41.62	36.17	182.11	1,094.36
2000	151.59	250.62	200.28	24.63	4.40	2.10	5.09	0.40	36.97	99.14	34.16	109.84	919.22
2001	528.39	279.13	255.69	44.11	18.05	0.00	12.34	0.04	14.33	79.01	113.61	208.35	1,553.05
2002	160.43	333.55	155.01	86.06	12.31	0.17	15.41	0.25	80.98	75.23	136.11	213.39	1,268.90

2003	207.51	253.92	158.42	92.52	10.90	0.63	0.02	31.04	34.31	52.85	65.51	132.82	1,040.45
2004	687.48	229.94	217.37	48.81	9.74	0.34	5.19	28.84	90.79	51.58	93.08	38.94	1,502.10
2005	140.20	222.42	154.88	82.29	1.03	0.37	0.23	0.66	1.17	68.03	120.25	142.64	934.17
2006	257.51	209.02	178.09	73.34	1.22	1.97	0.02	17.63	3.04	88.76	126.67	121.52	1,078.79
2007	194.97	160.17	189.96	99.47	9.69	0.15	3.48	1.17	3.88	47.73	129.29	88.57	928.53
2008	228.83	146.87	151.90	37.24	10.08	0.38	0.01	0.47	23.03	98.31	81.91	169.00	948.03
2009	178.91	231.47	185.87	50.55	6.27	0.45	8.52	0.57	21.48	16.35	216.64	279.19	1,196.27
2010	256.77	159.86	184.09	73.48	2.73	0.21	0.01	0.12	4.94	46.74	40.28	88.38	857.61
2011	153.46	348.70	193.09	69.78	7.39	0.28	6.26	40.65	67.85	48.17	40.63	125.31	1,101.57
2012	313.50	355.66	295.58	100.52	4.67	0.46	0.78	0.65	45.01	42.49	114.95	168.62	1,442.89
2013	239.92	210.24	195.46	50.94	6.11	1.87	0.03	31.38	37.47	48.59	131.78	168.44	1,122.23
2014	147.02	153.33	158.10	39.69	4.24	1.65	1.87	13.32	54.17	147.87	49.36	91.05	861.67
2015	280.32	159.25	177.56	89.39	20.08	0.09	6.85	29.59	8.72	33.70	140.62	173.46	1,119.63
2016	182.33	279.41	233.06	91.84	3.40	0.16	4.26	28.94	31.34	71.26	52.64	171.25	1,149.89
2017	155.02	159.97	275.57	50.97	34.65	0.59	1.69	0.00	26.54	41.99	99.89	108.16	955.04
2018	182.64	241.81	144.23	38.36	2.77	1.44	1.85	5.02	52.82	43.57	87.44	177.47	979.42
2019	288.75	215.60	166.14	39.88	10.75	0.38	1.25	7.54	14.78	32.63	98.65	166.39	1,042.74
2020	230.34	189.58	212.25	44.69	0.93	0.29	0.44	6.89	41.24	44.32	85.10	198.43	1,054.50
N° Datos	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
Media	243.74	206.02	195.56	60.17	11.50	2.23	3.26	10.19	31.46	58.42	97.60	156.34	1,076.48
Desv. Estándar	120.33	65.03	46.29	32.66	21.43	6.96	4.02	12.77	25.15	35.91	45.13	51.32	203.27
Coef. Variación	0.49	0.32	0.24	0.54	1.86	3.12	1.23	1.25	0.80	0.61	0.46	0.33	0.19
Prec. Max.	687.48	355.66	305.80	143.20	152.45	50.29	15.41	60.20	102.10	210.40	224.90	311.30	1,744.31
Prec. Min.	117.00	79.31	91.00	5.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	15.90	38.94	616.30

Análisis: La estación meteorológica de Livitaca, en el sur andino del Perú, presenta un régimen de precipitaciones característico de las zonas altoandinas, con un patrón marcadamente estacional. El análisis de los registros históricos de lluvia revela que las precipitaciones se concentran casi exclusivamente entre los meses de diciembre y marzo, mientras que entre mayo y agosto predominan condiciones de aridez casi total.

Los meses de mayor precipitación son típicamente enero, febrero y marzo. En particular, enero destaca como el mes más lluvioso, con una precipitación promedio de 243.70 mm, seguido por febrero con 195.60 mm y marzo con 175.05 mm. En varios años, los registros de estos meses han superado los 300 mm, e incluso se alcanzaron extremos como los 687.48 mm en enero de 1987 o los 355.66 mm en febrero de 1993, lo que evidencia la susceptibilidad de esta región a eventos de lluvia intensa.

En contraposición, los meses de mayo a agosto muestran promedios notablemente bajos. Por ejemplo, en junio, el promedio apenas alcanza los 2.23 mm, y en julio, 5.12 mm, con muchos años reportando cero milímetros durante estos meses. Esta marcada estacionalidad genera un periodo seco prolongado, de

al menos cinco meses, que representa un desafío importante para la agricultura, la ganadería y el abastecimiento de agua potable, especialmente en comunidades rurales, un aspecto particularmente relevante es la alta variabilidad interanual observada. El total anual promedio de precipitación en Livitaca es de 1,076.42 mm, pero este valor esconde una amplia oscilación entre años secos y húmedos. Por ejemplo, el año más lluvioso registrado alcanzó los 1,744.97 mm, mientras que el más seco apenas llegó a 616.30 mm. Esta diferencia de más de 1,100 mm entre extremos demuestra que la región está expuesta tanto a déficits hídricos severos como a inundaciones potenciales, lo que refuerza la necesidad de una adecuada planificación del recurso hídrico y medidas de prevención ante desastres.

Asimismo, los datos muestran una distribución desigual de la lluvia dentro del mismo año, con máximos mensuales que, en ocasiones, superan el total de todo un periodo seco. Esto sugiere que las lluvias no solo son estacionales, sino también concentradas en pocos eventos intensos, lo cual puede tener consecuencias erosivas sobre el suelo, afectar caminos rurales y dificultar el almacenamiento de agua.

Tabla 18. *Precipitación estación Pomacanchi*

REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL COMPLETADA (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	118.74	140.17	131.40	46.76	23.69	0.07	9.84	7.03	16.47	58.66	68.44	70.07	691.34
1965	143.85	164.92	119.76	40.05	4.93	0.20	3.76	6.77	34.80	17.09	71.35	215.58	823.06
1966	141.54	119.76	79.45	23.45	27.90	0.04	0.00	6.37	22.52	98.64	81.23	134.59	735.49
1967	93.67	131.54	89.46	77.89	11.16	0.00	25.47	13.14	27.91	53.83	42.66	183.72	750.45
1968	163.73	189.42	297.32	23.82	0.06	0.08	14.85	10.08	3.94	56.62	125.57	129.13	1,014.62
1969	150.38	162.88	157.03	64.41	0.06	2.58	6.60	4.32	30.61	52.89	64.73	101.85	798.34
1970	188.34	118.56	96.51	90.08	16.72	0.01	4.31	1.17	51.98	78.40	54.95	246.03	947.06
1971	194.41	193.90	85.64	64.28	7.63	0.01	0.00	0.00	6.76	11.66	56.37	125.45	746.11
1972	236.00	122.34	106.20	66.53	9.63	0.00	4.18	13.86	17.70	65.39	76.42	121.28	839.53
1973	192.27	184.70	156.12	91.94	14.06	0.25	0.00	7.67	15.68	49.86	81.31	121.99	915.85
1974	172.57	274.76	121.08	75.89	4.08	50.61	0.82	3.69	7.10	55.59	58.85	126.80	951.84
1975	106.01	131.34	133.24	55.74	28.84	0.00	0.00	3.67	13.24	59.58	71.36	152.33	755.35
1976	206.13	105.49	107.27	30.87	17.85	323.59	10.71	8.40	45.73	26.35	52.58	105.93	1,040.90
1977	114.29	200.99	84.05	20.83	20.78	0.00	11.86	2.63	20.32	78.48	75.89	149.52	779.64
1978	279.25	101.13	122.98	32.10	11.75	0.17	0.00	0.10	20.97	27.29	98.20	110.20	804.14
1979	167.14	102.78	70.93	28.10	9.09	0.00	1.38	7.80	12.47	58.55	123.82	74.02	656.08
1980	98.75	90.21	37.62	21.29	2.06	2.65	8.01	10.92	0.68	17.57	28.22	137.47	455.45
1981	126.40	148.05	110.95	76.02	2.01	11.16	0.11	8.70	29.42	89.69	143.78	90.16	836.45
1982	210.32	107.48	65.43	57.36	5.52	0.91	0.54	0.35	87.16	109.72	82.95	72.55	800.29
1983	148.78	94.92	44.38	73.37	2.53	0.22	0.44	0.59	19.90	34.09	50.36	76.62	546.20
1984	242.56	102.55	73.00	41.65	0.86	0.11	2.88	4.83	6.35	36.29	60.02	195.35	766.45
1985	44.00	120.00	63.00	103.00	76.00	13.00	0.00	5.50	55.00	36.00	141.00	130.00	786.50
1986	108.00	135.00	76.00	43.00	5.00	0.00	0.00	1.50	46.50	26.00	39.00	202.00	682.00

1987	255.89	99.08	39.00	33.50	0.00	0.50	21.50	0.00	3.00	53.65	145.39	138.19	789.70
1988	172.29	122.30	118.47	32.37	8.81	0.01	11.64	0.00	20.90	9.50	34.00	51.20	581.49
1989	181.97	124.20	79.40	8.90	2.36	0.38	0.75	2.79	13.59	77.11	60.15	131.90	683.50
1990	182.76	96.15	75.59	78.76	8.91	0.01	5.65	4.84	8.60	48.90	60.30	141.15	711.62
1991	112.82	131.03	90.70	54.88	21.83	1.50	0.06	0.00	13.42	53.87	59.62	133.50	673.23
1992	142.00	90.50	96.00	67.38	7.60	8.13	0.40	15.50	6.50	92.30	89.00	73.00	688.31
1993	198.80	133.00	102.50	26.50	5.00	2.00	6.00	12.00	16.50	87.00	81.00	186.70	857.00
1994	163.00	154.50	125.00	47.50	5.50	0.00	0.00	1.00	25.50	68.50	88.00	116.50	795.00
1995	133.00	108.50	127.00	37.00	13.50	0.00	5.50	1.50	36.00	9.00	126.00	161.00	758.00
1996	197.50	93.00	116.10	52.50	20.00	0.00	0.00	28.80	32.30	108.00	61.00	173.50	882.70
1997	210.17	174.00	210.50	23.00	16.00	0.00	5.00	12.50	7.50	82.00	136.80	79.00	956.47
1998	132.00	127.30	148.80	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	65.50	111.00	113.00	716.10
1999	175.50	140.60	84.20	93.30	9.20	0.00	1.60	0.00	19.10	33.90	41.20	105.30	703.90
2000	109.40	195.00	112.00	30.60	7.50	14.80	6.00	16.10	22.50	89.60	38.70	142.10	784.30
2001	236.00	170.40	181.40	45.20	15.70	3.30	21.30	15.80	11.80	83.60	88.80	196.70	1,070.00
2002	129.60	235.70	174.10	69.50	13.70	0.60	27.80	17.10	60.00	67.50	108.90	121.90	1,026.40
2003	167.20	156.41	143.40	78.70	16.40	8.70	0.00	6.00	16.90	56.80	58.00	110.00	818.51
2004	260.90	175.40	81.50	51.20	25.40	10.20	8.90	14.00	69.70	52.60	76.50	164.00	990.30
2005	85.80	130.30	127.40	72.60	2.10	0.00	0.20	4.30	2.60	73.30	98.00	108.50	705.10
2006	159.40	229.00	104.80	140.50	1.20	11.10	0.00	7.30	4.30	80.20	101.20	149.40	988.40
2007	169.00	179.20	226.50	77.60	14.10	0.00	4.80	0.00	4.00	52.40	99.80	102.70	930.10
2008	157.40	139.90	126.10	38.00	12.90	4.40	0.00	3.10	17.00	77.90	67.60	137.70	782.00
2009	139.20	105.60	76.30	46.00	8.60	0.00	14.10	0.00	11.00	18.20	274.60	107.10	800.70
2010	297.40	88.50	111.80	60.20	2.40	0.00	0.00	12.80	5.30	58.30	42.30	156.20	835.20
2011	120.00	151.80	134.90	61.00	9.30	2.70	9.10	8.90	56.50	50.60	43.10	175.70	823.60
2012	198.70	232.70	93.10	71.20	2.60	10.20	1.10	2.90	27.70	45.50	92.10	176.00	953.80
2013	178.04	177.30	91.80	46.20	8.90	1.30	0.00	19.90	22.30	56.10	109.50	210.30	921.64
2014	121.80	133.90	94.00	39.00	7.50	0.00	3.20	2.50	43.40	92.80	46.60	138.60	723.30
2015	190.60	128.70	164.10	76.20	19.10	0.00	11.20	7.90	6.60	32.40	115.30	142.30	894.40
2016	135.10	287.60	73.30	74.90	7.10	0.00	7.00	3.20	17.20	67.00	47.60	76.20	796.20
2017	124.40	114.30	106.55	39.40	28.20	0.60	2.20	13.00	22.40	40.30	70.50	109.50	671.35
2018	144.15	223.92	159.27	41.09	4.86	10.37	2.12	3.33	34.31	43.55	70.60	152.33	889.90
2019	201.46	137.04	106.35	43.81	12.13	0.19	1.57	2.75	10.41	37.53	77.29	119.16	749.69
2020	191.84	147.40	91.80	44.17	1.60	0.43	0.56	2.41	29.51	52.64	68.70	122.55	753.61
N° Datos	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
Media	165.30	146.97	112.68	53.83	11.27	8.72	5.00	6.51	22.68	56.43	81.37	133.25	804.01
Desv. Estándar	50.23	46.25	45.65	24.88	11.72	43.11	6.73	6.15	18.39	24.96	39.58	40.80	124.29
Coef. Variación	0.30	0.31	0.41	0.46	1.04	4.94	1.35	0.94	0.81	0.44	0.49	0.31	0.15
Prec. Max.	297.40	287.60	297.32	140.50	76.00	323.59	27.80	28.80	87.16	109.72	274.60	246.03	1,070.00
Prec. Mín.	44.00	88.50	37.62	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	9.00	28.22	51.20	455.45

Análisis: La estación meteorológica de Pomacanchi, ubicada en la provincia de Acomayo, Cusco, evidencia un régimen climático típico del altiplano andino, caracterizado por una fuerte estacionalidad en las lluvias. El promedio anual de precipitaciones es de 804 mm, con una marcada concentración de las lluvias en los meses de verano austral, especialmente de diciembre a marzo.

Los datos muestran que enero es sistemáticamente el mes más lluvioso, con una media mensual de 191.84 mm, seguido de febrero (147.40 mm) y marzo (116.28 mm). En contraste, los meses de invierno (mayo a agosto) presentan lluvias mínimas, con promedios que no superan los 10 mm. Esta estacionalidad tan definida determina la dinámica agrícola y la disponibilidad hídrica en la región, ya que el periodo seco es prolongado y en ocasiones no se registran precipitaciones durante semanas enteras.

En términos de variabilidad interanual, la serie muestra oscilaciones amplias en los totales anuales. Los años más lluviosos superaron los 1,000 mm, como ocurrió en 1978, que alcanzó 1,100 mm, mientras que en otros años se registraron acumulados significativamente menores, con mínimos anuales en torno a 455 mm. La desviación estándar, de aproximadamente 200 mm, refleja esta fluctuación importante que puede impactar negativamente en la agricultura de secano, la recarga de acuíferos y la seguridad alimentaria de las comunidades rurales.

En cuanto a eventos extremos, destacan picos de precipitación mensual muy por encima del promedio. Por ejemplo, en marzo de 1968 se registraron 197.45 mm, y en enero de 1987 se superaron los 250 mm. Estos episodios pueden asociarse con fenómenos climáticos regionales o globales como El Niño, que suelen alterar el patrón estacional esperado.

Por otro lado, los meses de menor precipitación son junio y julio, con valores promedio que oscilan entre 3 y 6 mm. De hecho, hay varios años donde en estos meses no se registraron precipitaciones, situación que intensifica el riesgo de sequía temporal y afecta la disponibilidad de pastos y el almacenamiento de agua.

Para realizar esta validación, se emplearon gráficos o hidrogramas que permiten visualizar la serie histórica de precipitaciones tanto a nivel anual como mensual. En estos gráficos, los valores pluviométricos se representan en las ordenadas, utilizando las unidades correspondientes (milímetros, por ejemplo), mientras que el tiempo (años y meses) se sitúa en las abscisas. Este enfoque facilita la identificación de patrones, tendencias o irregularidades en las precipitaciones.

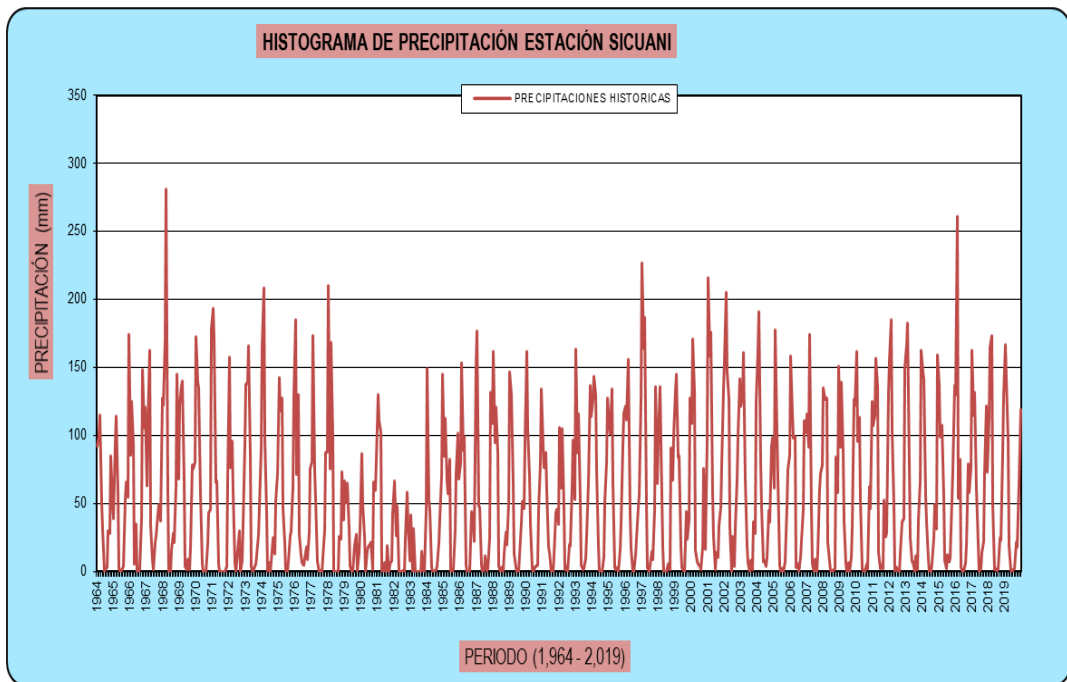


Figura 16. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Sicuani

Nota. Elaboración propia

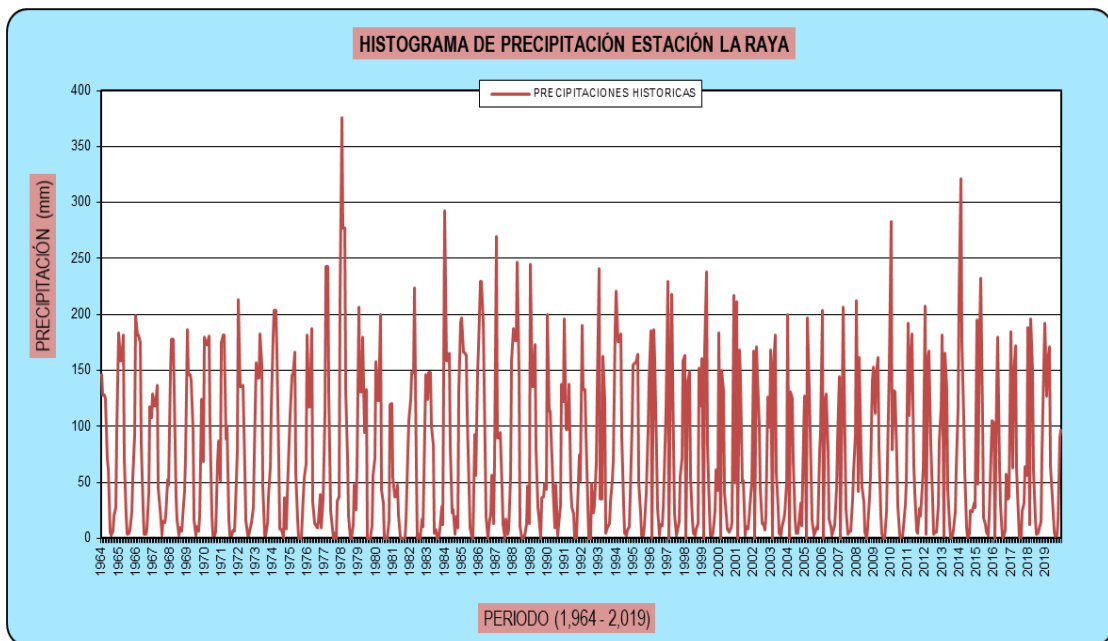


Figura 17. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica La Raya

Nota. Elaboración propia

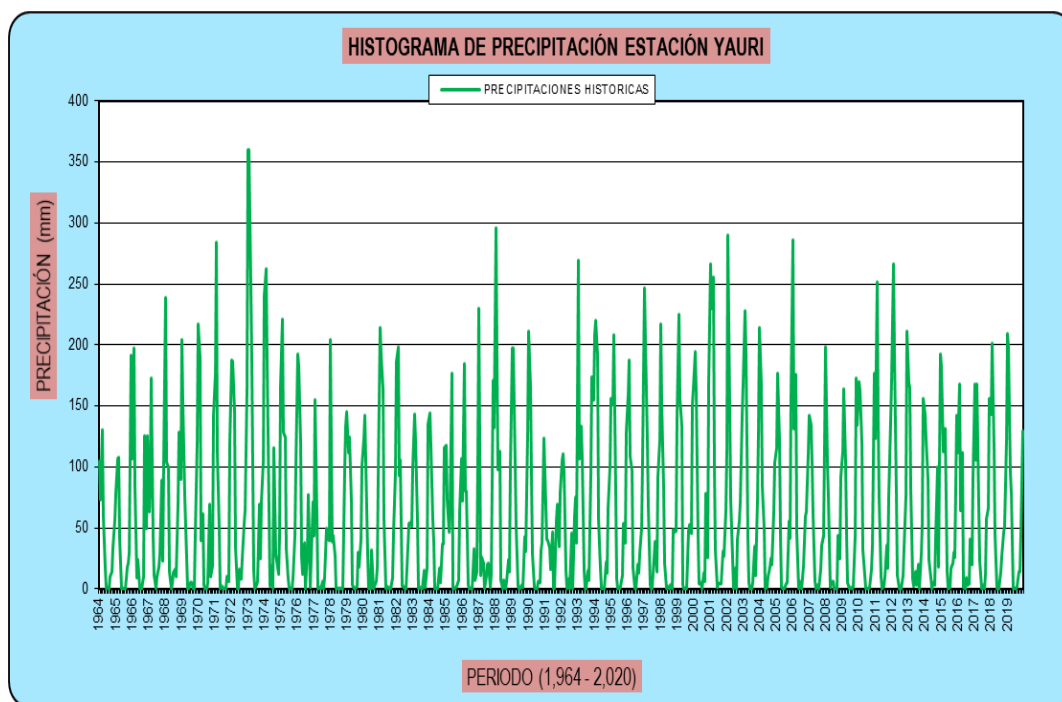


Figura 18. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Yauri

Nota. Elaboración propia

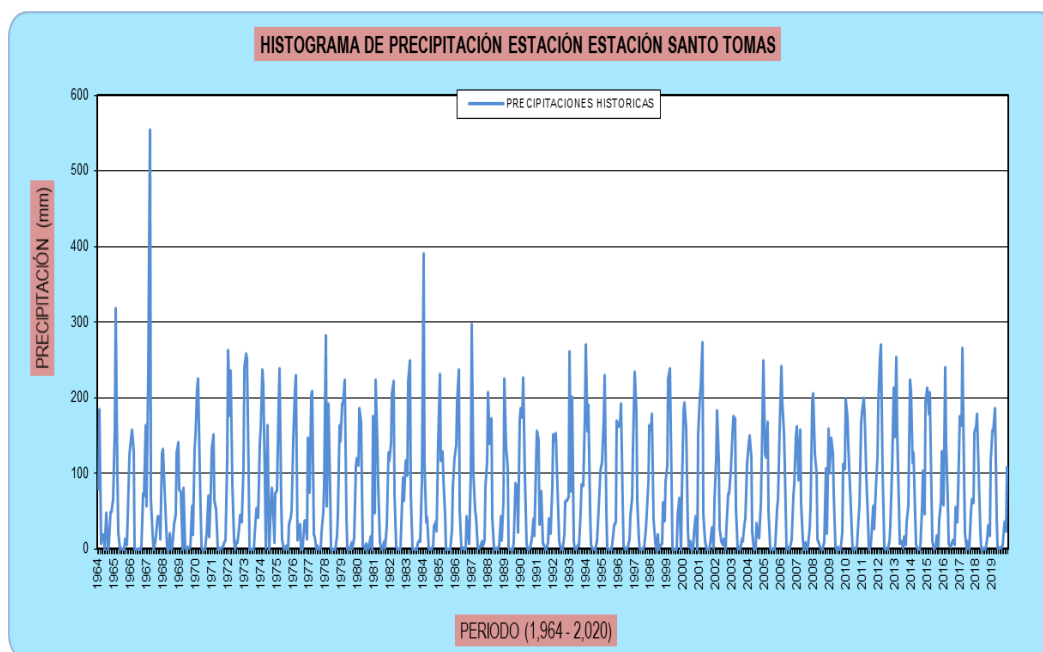


Figura 19. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Santo Tomás

Nota. Elaboración propia

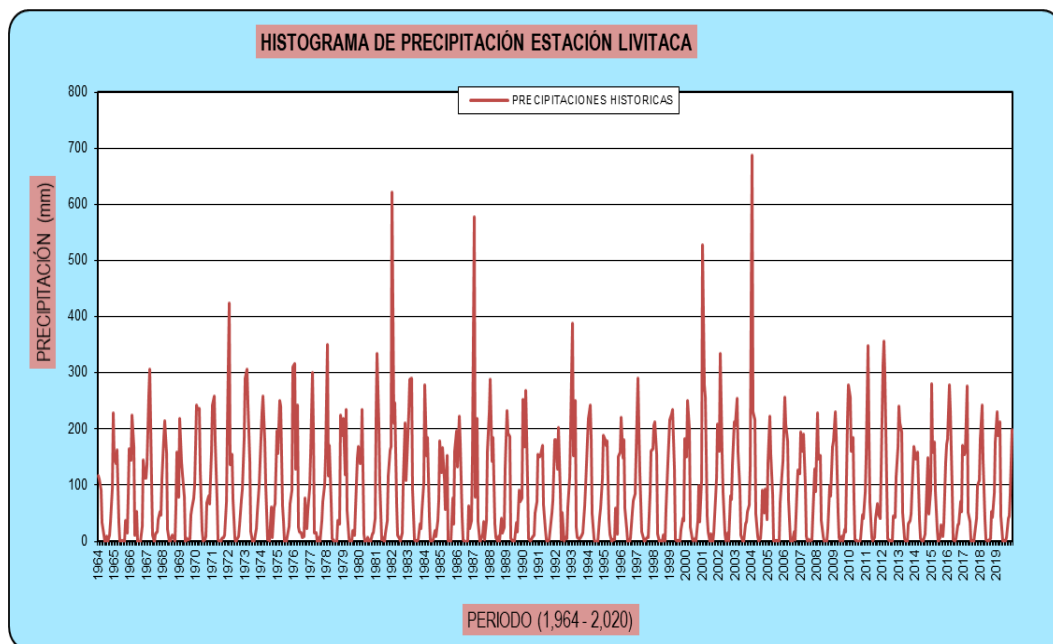


Figura 20. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Livitaca

Nota. Elaboración propia

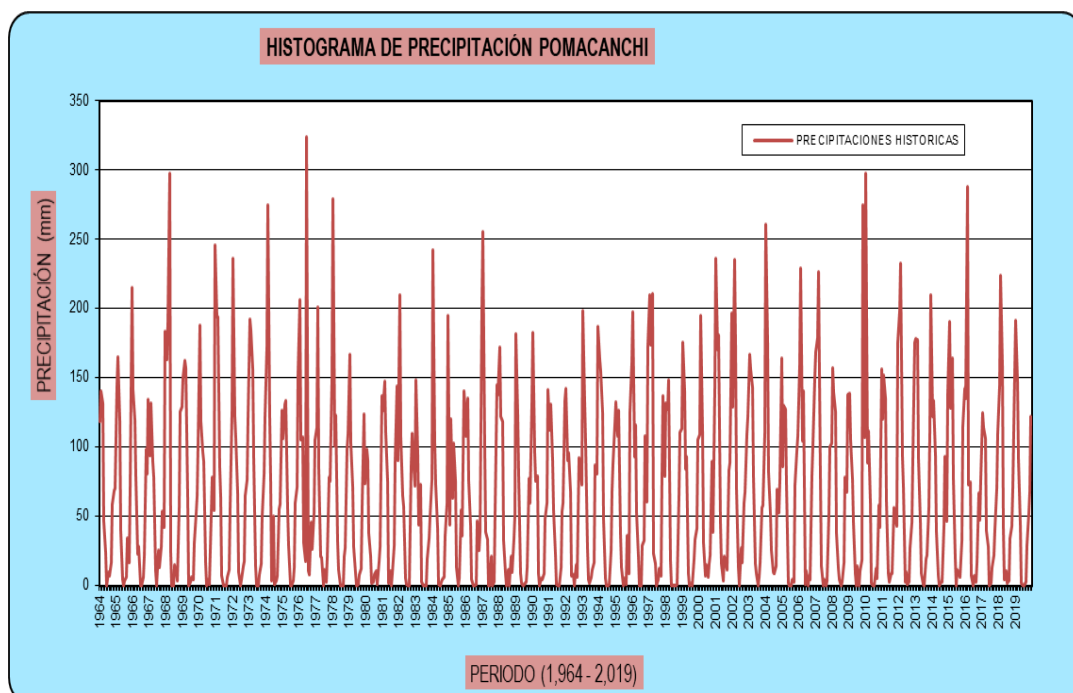


Figura 21. Análisis visual de hidrogramas de la estación pluviométrica Pomacanchi

Nota. Elaboración propia

Se analizaron las estaciones meteorológicas consideradas para determinar la confiabilidad de las series de precipitaciones mensuales y anuales, a través del análisis realizado, se identificaron períodos significativos de datos dudosos en las series mensuales y anuales de precipitaciones totales. Estos períodos fueron corregidos de manera adecuada para garantizar la precisión y consistencia de los datos utilizados en el análisis.

Se realizó el análisis de doble masa, una técnica utilizada para validar y ajustar datos pluviométricos. Este análisis se llevó a cabo después de examinar los hidrogramas de las series respectivas, donde el procedimiento consistió en graficar, en el eje de las abscisas, los volúmenes anuales promedio acumulados de la variable pluviométrica para las estaciones seleccionadas, y, en el eje de las ordenadas, los volúmenes anuales acumulados de la misma variable para cada estación bajo estudio.

De los diagramas obtenidos, se identificó una estación meteorológica más confiable, seleccionada con base en el menor número de quiebres observados en su gráfico. Esta estación fue utilizada como base para evaluar y ajustar las series de las demás estaciones.

Tabla 19. *Análisis de doble masa de las estaciones cercanas al proyecto*

AÑO	PRECIPITACIÓN ANUALES						
	SICUANI - 000759	LA RAYA - 12133	YAURI - 000757	SANTO TOMAS - 000752	LIVITACA - 157320	POMACANCHI - 000812	PROMEDIO
1964	590.00	819.68	499.93	528.34	742.18	691.34	645.25
1965	659.50	959.08	595.61	786.81	783.96	823.06	768.00
1966	763.60	1,129.86	731.10	735.80	1,004.30	735.49	850.03
1967	683.80	726.80	654.70	1,190.40	1,101.40	750.45	851.26
1968	970.30	842.58	789.90	607.50	899.10	1,014.62	854.00
1969	736.10	966.04	659.45	452.20	853.80	798.34	744.32
1970	796.50	1,043.10	758.33	888.71	1,246.10	947.06	946.63
1971	575.90	866.52	759.90	546.67	1,049.80	746.11	757.48
1972	577.00	831.27	884.20	1,015.76	1,190.50	839.53	889.71
1973	715.20	1,063.69	1,450.00	1,123.71	1,324.89	915.85	1,098.89
1974	698.92	1,010.50	999.30	1,132.93	1,171.14	951.84	994.11
1975	712.30	804.60	832.50	716.33	1,251.36	755.35	845.41
1976	578.90	770.50	775.50	885.85	1,008.50	1,040.90	843.36
1977	606.70	1,059.90	408.40	687.33	1,054.60	779.64	766.10
1978	713.30	1,301.60	546.11	983.19	1,193.00	804.14	923.56
1979	313.40	1,015.70	648.08	907.85	1,039.00	656.08	763.35
1980	448.00	933.70	512.98	672.03	616.30	455.45	606.41
1981	428.60	402.40	782.44	795.92	1,372.20	836.45	769.67
1982	266.60	983.90	784.27	956.57	1,744.31	800.29	922.66
1983	133.90	668.10	587.07	767.07	1,119.82	546.20	637.03
1984	531.61	1,262.80	566.30	820.27	979.18	766.45	821.10
1985	679.11	1,152.80	662.43	846.06	1,079.90	786.50	867.80
1986	680.53	1,152.10	585.30	797.75	850.16	682.00	791.31
1987	559.66	845.50	657.22	724.44	1,394.51	789.70	828.51
1988	585.47	1,019.40	853.32	689.35	875.30	581.49	767.39
1989	599.53	981.20	755.87	842.57	906.24	683.50	794.82
1990	646.26	906.00	706.00	873.35	1,098.85	711.62	823.68
1991	484.70	777.70	511.39	578.40	890.98	673.23	652.73
1992	576.03	881.90	554.69	760.62	1,041.76	688.31	750.55
1993	779.90	968.20	1,077.70	956.77	1,201.35	857.00	973.49
1994	763.10	1,041.80	896.30	899.82	1,100.23	795.00	916.04
1995	677.30	1,004.27	834.00	825.85	970.38	758.00	844.97
1996	715.80	886.46	792.20	852.07	1,005.83	882.70	855.84
1997	905.70	1,024.40	936.00	823.70	1,071.82	956.47	953.02
1998	612.00	822.73	621.30	604.66	975.81	716.10	725.43
1999	703.10	816.37	957.10	855.71	1,094.36	703.90	855.09
2000	656.50	830.31	864.10	791.78	919.22	784.30	807.70
2001	951.90	752.42	1,019.95	855.20	1,553.05	1,070.00	1,033.75
2002	1,037.80	909.43	975.88	761.00	1,268.90	1,026.40	996.57
2003	705.40	698.96	892.30	771.60	1,040.45	818.51	821.20
2004	784.60	701.98	757.00	924.20	1,502.10	990.30	943.36
2005	633.80	730.23	728.01	757.20	934.17	705.10	748.09
2006	773.10	720.22	906.60	1,030.40	1,078.79	988.40	916.25

2007	667.50	787.96	664.70	776.90	928.53	930.10	792.62
2008	714.80	821.61	550.60	754.20	948.03	782.00	761.87
2009	660.10	926.82	783.40	695.60	1,196.27	800.70	843.82
2010	669.20	819.10	727.00	888.10	857.61	835.20	799.37
2011	777.00	924.33	875.90	1,003.80	1,101.57	823.60	917.70
2012	735.60	906.01	1,052.10	1,184.43	1,442.89	953.80	1,045.81
2013	746.20	750.70	703.80	973.62	1,122.23	921.64	869.70
2014	660.30	1,003.72	748.90	908.10	861.67	723.30	817.67
2015	703.00	1,013.01	798.60	937.61	1,119.63	894.40	911.04
2016	771.70	650.48	628.80	704.50	1,149.89	796.20	783.60
2017	816.80	829.17	828.60	1,061.90	955.04	671.35	860.48
2018	771.96	890.34	768.04	645.64	979.42	889.90	824.22
2019	651.41	965.52	788.14	720.32	1,054.50	753.61	822.25
MAX.	1,037.80	1,301.60	1,450.00	1,190.40	1,744.31	1,070.00	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN
MIN.	133.90	402.40	408.40	452.20	616.30	455.45	
MEDIA	667.09	899.56	762.31	826.40	1,077.09	804.98	

Análisis: La tabla presenta los registros de precipitación anual promedio desde 1964 hasta 2019, obtenidos a partir de seis estaciones meteorológicas distribuidas en la zona de estudio. Estos datos son fundamentales para entender la dinámica hídrica de la microcuenca y evaluar la disponibilidad del recurso para los sistemas de riego, a lo largo del período de 56 años, se observa una variabilidad considerable en los valores de precipitación anual, con un rango que oscila aproximadamente entre 606 mm y 1,098 mm. Este rango indica la presencia de años con precipitaciones bajas y otros con condiciones pluviométricas muy favorables, lo cual es característico de las regiones con climas semiáridos o con estaciones marcadas.

El valor promedio de precipitación anual se sitúa alrededor de 820 mm, lo que sugiere una disponibilidad moderada de agua pluvial en la microcuenca, suficiente para mantener la actividad agrícola bajo condiciones óptimas si se maneja adecuadamente el recurso. Sin embargo, la variabilidad observada implica que en algunos años la precipitación podría no ser suficiente, afectando la disponibilidad hídrica y la eficiencia del riego, mientras que en años con mayores precipitaciones se pueden presentar excedentes que deben ser gestionados para evitar problemas de erosión o inundaciones.

Además, el análisis estadístico debe considerar el coeficiente de correlación, que mide la relación entre las estaciones meteorológicas para validar la consistencia de los datos. Valores altos de correlación indicarían que las estaciones

registran comportamientos similares, lo que fortalece la confiabilidad de la base de datos para el análisis hidrológico.

Estos datos de precipitación son esenciales para la planificación hidráulica y el diseño de sistemas de riego eficientes, pues permiten estimar la cantidad de agua disponible, definir demandas y diseñar infraestructuras resilientes frente a la variabilidad climática.

Tabla 20. *Análisis de precipitaciones acumuladas de las estaciones cercanas al proyecto*

PRECIPITACIONES ACUMULADAS						
SICUANI - 000759	LA RAYA - 12133	YAURI - 000757	SANTO TOMAS - 000752	LIVITACA - 157320	POMACANCHI - 000812	PROMEDIO
706.44	819.68	499.93	574.06	742.18	691.34	672.27
1,489.33	1,778.76	1,095.54	1,379.41	1,526.14	1,514.40	1,463.93
2,386.73	2,908.62	1,826.64	2,139.12	2,530.44	2,249.89	2,340.24
3,196.35	3,635.42	2,481.34	3,305.62	3,631.84	3,000.34	3,208.49
4,321.13	4,478.00	3,271.24	3,950.52	4,530.94	4,014.96	4,094.46
5,188.28	5,444.04	3,930.69	4,456.45	5,384.74	4,813.30	4,869.58
6,121.87	6,487.14	4,689.02	5,352.99	6,630.84	5,760.36	5,840.37
6,812.80	7,353.66	5,448.92	5,943.45	7,680.64	6,506.47	6,624.32
7,504.93	8,184.93	6,333.12	6,953.68	8,871.14	7,346.00	7,532.30
8,349.09	9,248.62	7,783.12	8,060.51	10,196.03	8,261.85	8,649.87
9,175.35	10,259.12	8,782.42	9,175.58	11,367.17	9,213.69	9,662.22
10,016.32	11,063.72	9,614.92	9,917.87	12,618.53	9,969.04	10,533.40
10,710.54	11,834.22	10,390.42	10,811.84	13,627.03	11,009.94	11,397.33
11,435.35	12,894.12	10,798.82	11,528.18	14,681.63	11,789.58	12,187.95
12,277.42	14,195.72	11,344.93	12,509.26	15,874.63	12,593.72	13,132.61
12,679.59	15,211.42	11,993.01	13,422.92	16,913.63	13,249.80	13,911.73
13,229.82	16,145.12	12,505.99	14,125.57	17,529.93	13,705.25	14,540.28
13,758.71	16,547.52	13,288.43	14,939.07	18,902.13	14,541.70	15,329.59
14,109.40	17,531.42	14,072.70	15,896.33	20,646.44	15,341.99	16,266.38
14,314.11	18,199.52	14,659.77	16,684.02	21,766.26	15,888.19	16,918.64
14,956.31	19,462.32	15,226.07	17,519.32	22,745.44	16,654.64	17,760.68
15,760.77	20,615.12	15,888.50	18,377.69	23,825.34	17,441.14	18,651.43
16,566.79	21,767.22	16,473.80	19,192.83	24,675.50	18,123.14	19,466.55
17,239.86	22,612.72	17,131.02	19,942.37	26,070.01	18,912.84	20,318.14
17,941.31	23,632.12	17,984.34	20,631.72	26,945.31	19,494.33	21,104.86
18,658.23	24,613.32	18,740.21	21,474.29	27,851.55	20,177.83	21,919.24
19,426.55	25,519.32	19,446.21	22,347.64	28,950.40	20,889.45	22,763.26
20,017.16	26,297.02	19,957.60	22,926.04	29,841.38	21,562.68	23,433.65
20,708.23	27,178.92	20,512.29	23,686.66	30,883.14	22,250.99	24,203.37
21,623.56	28,147.12	21,589.99	24,643.43	32,084.49	23,107.99	25,199.43
22,520.41	29,188.92	22,486.29	25,543.25	33,184.72	23,902.99	26,137.76
23,322.88	30,193.19	23,320.29	26,369.10	34,155.10	24,660.99	27,003.59
24,167.70	31,079.65	24,112.49	27,221.17	35,160.93	25,543.69	27,880.94
25,221.42	32,104.05	25,048.49	28,044.87	36,232.75	26,500.16	28,858.62

25,952.05	32,926.78	25,669.79	28,649.53	37,208.56	27,216.26	29,603.83
26,655.15	33,743.15	26,626.89	29,505.24	38,302.92	27,920.16	30,458.92
27,311.65	34,573.46	27,490.99	30,297.02	39,222.14	28,704.46	31,266.62
28,263.55	35,325.88	28,510.94	31,152.22	40,775.19	29,774.46	32,300.37
29,301.35	36,235.31	29,486.82	31,913.22	42,044.09	30,800.86	33,296.94
30,006.75	36,934.27	30,379.12	32,684.82	43,084.54	31,619.37	34,118.15
30,791.35	37,636.25	31,136.12	33,609.02	44,586.64	32,609.67	35,061.51
31,425.15	38,366.48	31,864.13	34,366.22	45,520.81	33,314.77	35,809.59
32,198.25	39,086.70	32,770.73	35,396.62	46,599.60	34,303.17	36,725.85
32,865.75	39,874.66	33,435.43	36,173.52	47,528.13	35,233.27	37,518.46
33,580.55	40,696.27	33,986.03	36,927.72	48,476.16	36,015.27	38,280.33
34,240.65	41,623.09	34,769.43	37,623.32	49,672.43	36,815.97	39,124.15
34,909.85	42,442.19	35,496.43	38,511.42	50,530.04	37,651.17	39,923.52
35,686.85	43,366.52	36,372.33	39,515.22	51,631.61	38,474.77	40,841.22
36,422.45	44,272.53	37,424.43	40,699.65	53,074.50	39,428.57	41,887.02
37,168.65	45,023.23	38,128.23	41,673.27	54,196.73	40,350.21	42,756.72
37,828.95	46,026.95	38,877.13	42,581.37	55,058.40	41,073.51	43,574.39
38,531.95	47,039.96	39,675.73	43,518.98	56,178.03	41,967.91	44,485.43
39,303.65	47,690.44	40,304.53	44,223.48	57,327.92	42,764.11	45,269.02
40,120.45	48,519.61	41,133.13	45,285.38	58,282.96	43,435.46	46,129.50
40,892.41	49,409.95	41,901.17	45,931.02	59,262.38	44,325.36	46,953.72
41,543.82	50,375.47	42,689.31	46,651.34	60,316.88	45,078.97	47,775.97
99.946%	99.911%	99.963%	99.983%	99.985%	99.970%	

Análisis: El registro de precipitaciones acumuladas en las seis estaciones meteorológicas de la región de Cusco refleja un comportamiento típico de acumulación anual que, a lo largo del tiempo, muestra un crecimiento constante. Desde el inicio de los datos, donde la precipitación acumulada promedio es de aproximadamente 645 milímetros, hasta el final del periodo estudiado, el acumulado promedio asciende a más de 47,000 milímetros, esta tendencia creciente es esperable dado que los valores se suman año tras año, lo que permite entender el volumen total de lluvia recibido a lo largo del tiempo. No obstante, el comportamiento uniforme y sin grandes caídas o interrupciones significativas en la acumulación indica que la región mantiene un régimen de lluvias relativamente estable y consistente, con aportes significativos de cada estación.

La precipitación acumulada promedio permite tener una visión general del comportamiento hídrico regional, suavizando las variaciones individuales de cada estación y entregando un panorama integrado, este análisis también sugiere que, aunque pueden existir años con menos o más lluvia en particular.

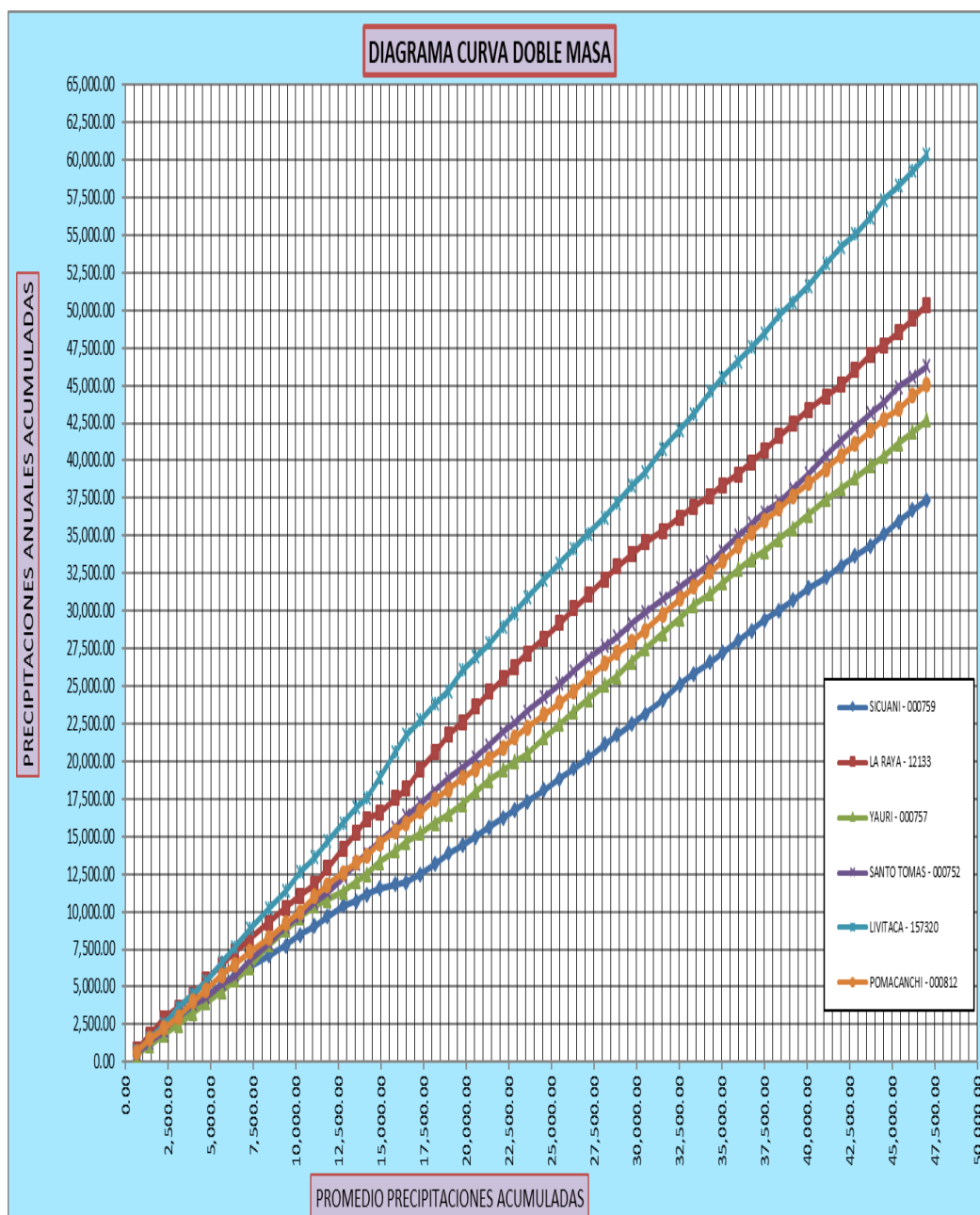


Figura 22. Diagrama de doble masa

Nota. Elaboración propia

Tabla 21. Precipitación media generada en la microcuenca Qarqapunku

N° REGISTRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	129.06	121.85	134.07	83.35	46.40	23.67	6.80	4.80	22.07	29.76	71.23	98.78	771.85
2	1,965	115.58	137.50	150.61	103.15	27.55	9.21	4.90	5.60	38.52	48.15	63.39	169.45	873.62
3	1,966	148.15	184.83	145.97	68.40	59.36	11.54	3.63	4.61	29.43	127.20	117.37	132.36	1,032.86
4	1,967	105.72	145.21	188.89	86.39	25.00	11.79	16.73	25.14	37.53	53.37	48.71	111.44	855.92
5	1,968	172.12	190.78	238.07	80.48	14.80	8.64	14.23	22.98	16.58	58.16	128.48	84.87	1,030.18
6	1,969	185.44	161.11	149.08	101.81	37.30	9.40	8.71	7.95	19.48	56.09	99.40	96.57	932.33
7	1,970	212.67	189.27	166.18	117.93	42.12	9.18	3.52	5.05	33.51	59.56	66.54	149.72	1,055.25
8	1,971	215.76	224.13	136.86	82.81	40.33	8.25	3.08	3.95	5.16	7.37	23.82	107.09	858.62
9	1,972	236.83	131.67	137.78	93.14	26.87	7.90	13.63	20.31	13.11	28.48	50.68	122.79	883.19
10	1,973	214.19	212.51	201.70	152.71	61.35	18.26	4.70	7.24	25.53	38.93	71.49	121.02	1,129.63
11	1,974	211.09	247.70	171.63	103.00	27.37	11.98	4.90	34.54	31.71	22.95	51.47	101.01	1,019.34
12	1,975	155.18	176.23	166.38	108.93	41.68	9.11	2.16	7.49	19.18	40.49	70.33	144.83	941.98
13	1,976	226.10	120.91	156.61	87.65	23.08	17.48	9.89	15.87	37.36	23.72	30.38	74.51	823.54
14	1,977	108.04	234.16	158.32	75.56	16.62	7.70	4.39	3.89	13.92	45.22	77.85	146.52	892.18
15	1,978	311.89	156.69	210.33	109.51	27.51	9.23	2.16	2.16	24.07	34.98	91.17	86.89	1,066.59
16	1,979	156.33	104.25	128.53	97.30	38.38	48.22	2.80	14.90	21.45	16.99	54.48	79.22	762.86
17	1,980	135.59	109.95	98.39	76.93	24.69	22.30	17.38	12.88	3.34	43.02	77.93	103.50	725.88
18	1,981	145.37	141.85	116.58	40.83	9.82	7.34	2.18	13.79	7.50	27.83	61.85	96.05	671.00
19	1,982	187.11	122.60	123.38	103.14	25.32	3.33	4.08	4.39	38.55	70.27	75.81	83.91	841.89
20	1,983	110.23	111.98	125.00	56.93	31.32	4.14	4.91	2.46	16.22	8.84	21.56	62.03	555.62
21	1,984	234.81	119.53	112.02	72.00	30.42	10.10	11.91	10.44	21.69	35.06	98.10	181.20	937.27
22	1,985	145.55	148.33	114.05	104.26	125.86	17.28	5.31	4.01	27.96	75.30	102.55	128.85	999.32
23	1,986	129.42	213.14	160.38	135.32	52.32	9.04	2.20	6.55	45.14	43.24	24.78	136.76	958.29
24	1,987	292.86	69.61	89.94	44.98	17.61	9.03	12.38	15.94	5.18	24.23	132.25	160.89	874.89
25	1,988	227.06	156.15	161.71	150.91	56.66	5.79	5.92	2.61	16.33	26.44	33.20	63.34	906.13
26	1,989	218.16	166.90	120.24	76.36	31.48	12.03	8.92	12.82	35.38	58.87	55.98	93.19	890.33
27	1,990	214.67	139.56	125.40	62.09	20.22	5.48	20.68	6.97	11.08	46.44	104.26	149.34	906.20
28	1,991	149.71	100.18	107.64	92.66	31.29	25.92	9.89	2.59	19.34	49.56	65.16	72.56	726.52
29	1,992	159.65	111.52	140.99	71.54	13.39	11.89	2.23	35.76	20.25	59.97	99.52	107.41	834.14
30	1,993	256.10	93.24	124.46	102.88	50.00	5.17	7.37	15.27	29.99	74.40	131.61	169.43	1,059.93
31	1,994	200.09	197.26	178.66	117.02	45.94	12.53	3.74	3.17	18.94	40.37	80.37	140.01	1,038.11
32	1,995	154.95	150.75	176.19	107.42	23.85	10.63	4.92	4.03	23.82	43.65	107.35	148.90	956.45
33	1,996	178.47	103.98	183.17	99.14	42.09	11.27	3.08	16.14	27.31	48.85	78.63	141.50	933.63
34	1,997	267.61	139.10	185.97	114.23	32.72	9.90	6.07	16.87	18.22	57.21	128.53	128.20	1,104.65
35	1,998	165.29	118.97	129.61	67.59	20.88	8.30	3.93	7.86	5.99	66.40	113.44	123.78	832.05
36	1,999	164.31	127.25	149.49	156.60	37.88	10.74	1.27	1.26	31.50	32.68	49.63	117.77	880.38
37	2,000	156.31	137.79	161.14	61.86	18.73	10.62	5.52	4.44	17.34	63.53	90.93	99.53	827.75
38	2,001	278.43	140.98	207.57	94.86	35.95	18.38	9.44	9.00	20.58	42.28	68.11	114.96	1,040.55
39	2,002	164.77	177.71	166.94	129.53	54.57	15.37	20.80	6.52	33.69	55.79	116.89	146.96	1,089.56
40	2,003	164.65	124.71	174.74	111.49	30.77	12.55	1.68	9.54	13.98	31.08	39.47	109.81	824.47
41	2,004	264.73	140.41	122.43	77.73	28.82	9.74	5.86	12.96	41.00	36.89	67.00	96.31	903.88
42	2,005	107.08	134.69	151.84	94.73	21.81	5.80	2.17	2.54	8.02	41.62	82.15	113.28	765.74
43	2,006	216.23	98.97	135.33	105.46	29.22	9.76	3.55	9.38	16.63	45.01	91.81	108.15	869.50
44	2,007	148.01	81.46	161.47	114.03	33.36	9.02	6.32	2.05	11.81	51.08	76.81	95.86	791.30
45	2,008	192.66	105.96	144.07	41.92	21.05	12.27	2.16	0.40	7.69	70.32	60.10	152.29	810.88
46	2,009	134.11	155.43	129.57	85.85	32.40	7.20	5.55	0.16	8.16	31.23	133.36	165.43	888.45
47	2,010	228.94	115.07	138.13	83.77	27.15	10.00	0.90	2.93	2.72	40.38	42.00	110.15	802.13
48	2,011	153.05	171.80	173.18	144.22	31.12	15.05	5.68	9.73	46.77	27.16	45.40	117.49	940.67

N° REGISTRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
49	2,012	207.84	169.49	168.77	104.53	31.24	12.95	1.88	2.06	15.76	37.01	73.65	160.77	985.95
50	2,013	193.88	134.29	130.05	65.17	19.52	9.46	0.56	13.08	8.46	36.02	76.49	158.27	845.25
51	2,014	181.36	212.80	119.19	61.97	27.29	3.47	1.33	6.42	32.73	64.28	34.11	120.71	865.66
52	2,015	192.06	98.63	155.15	135.71	44.72	7.44	11.03	11.54	9.52	39.70	82.81	141.25	929.55
53	2,016	134.45	178.59	111.80	127.63	23.75	10.21	2.23	7.63	16.33	70.91	48.43	83.24	815.22
54	2,017	181.50	109.71	170.61	103.54	47.77	7.42	1.87	6.51	24.22	57.65	99.76	88.91	899.48
55	2,018	160.57	139.44	181.53	85.30	21.95	7.81	1.96	5.14	25.04	28.10	85.01	153.34	895.18
56	2,019	218.06	127.12	137.78	121.51	32.34	7.92	1.47	3.61	5.48	24.75	71.28	118.05	869.38
57	2,020	201.87	160.90	139.97	84.55	23.08	12.83	3.01	2.94	18.40	22.00	78.12	132.00	879.67
N° Datos		57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Media		184.59	145.55	149.92	95.44	33.62	11.39	5.96	8.96	21.00	44.58	75.84	119.69	896.54
Desv. Estandar		48.35	39.32	29.65	27.05	17.18	6.76	4.91	7.62	11.27	19.74	29.33	29.32	110.96
Coef. Variacion		26.19	27.01	19.77	28.34	51.10	59.39	82.42	84.98	53.67	44.29	38.67	24.50	12.38
Prec. Max.		311.89	247.70	238.07	156.60	125.86	48.22	20.80	35.76	46.77	127.20	133.36	181.20	1,129.63
Prec. Min.		105.72	69.61	89.94	40.83	9.82	3.33	0.56	0.16	2.72	7.37	21.56	62.03	555.62

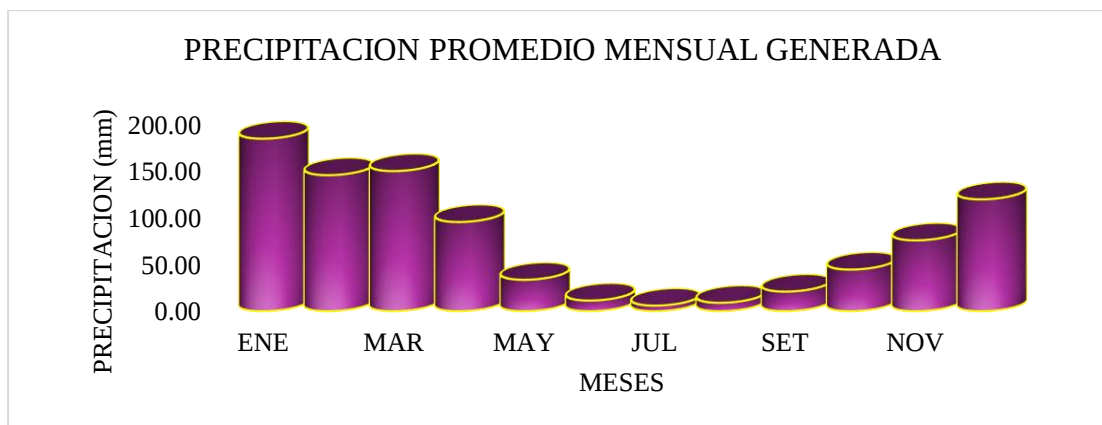


Figura 23. Precipitación promedio mensual Qarqapunku

Nota. Elaboración propia

Tabla 22. Precipitación media generada en la microcuenca Latarani

Nº REGISTRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	129.32	120.52	132.40	85.42	47.16	26.07	6.56	4.43	20.11	28.45	66.35	98.72	765.50
2	1,965	120.57	138.07	149.74	107.19	30.16	9.78	4.62	5.27	35.09	44.65	61.66	162.52	869.32
3	1,966	150.94	184.68	147.17	75.27	60.35	12.42	3.53	4.33	26.90	119.22	115.03	129.26	1,029.13
4	1,967	106.70	142.31	182.97	89.57	26.16	12.52	15.17	23.84	35.10	51.27	48.16	105.15	838.92
5	1,968	171.26	186.85	227.01	82.15	16.08	9.11	13.06	21.35	15.23	54.91	120.82	83.62	1,001.46
6	1,969	185.80	158.69	145.91	103.24	40.93	9.69	7.97	8.03	18.04	51.28	99.43	94.47	923.48
7	1,970	209.42	187.71	163.62	121.63	45.65	9.73	3.33	4.90	32.39	59.10	66.83	140.34	1,044.64
8	1,971	210.56	221.53	140.12	82.00	43.96	8.71	2.90	3.76	5.11	7.42	24.16	105.68	855.91
9	1,972	234.85	133.13	137.53	94.84	28.73	8.33	12.53	18.23	13.34	28.37	49.35	120.00	879.25
10	1,973	213.22	210.81	197.61	155.59	67.55	19.98	4.44	6.74	25.51	38.40	70.95	119.96	1,130.75
11	1,974	208.66	243.42	174.41	107.12	30.03	11.75	4.94	33.91	31.58	22.06	49.21	99.09	1,016.18
12	1,975	150.93	175.10	163.93	113.46	42.67	9.53	1.87	6.61	17.08	39.58	68.21	138.26	927.23
13	1,976	221.57	121.91	152.62	93.73	23.47	17.59	9.74	15.58	36.83	24.40	28.52	70.86	816.82
14	1,977	106.89	232.78	163.15	77.30	16.86	8.10	4.07	3.82	12.82	44.40	73.29	149.30	892.77
15	1,978	314.00	163.11	210.45	108.32	30.26	9.80	1.87	1.87	22.45	35.02	86.87	87.05	1,071.08
16	1,979	160.72	106.65	129.53	103.00	41.90	53.67	2.45	13.24	19.55	17.01	55.30	79.96	782.98
17	1,980	136.75	112.21	101.11	85.43	25.21	22.13	16.02	11.17	2.97	39.07	78.89	103.58	734.54
18	1,981	139.60	135.85	111.52	42.54	10.44	6.63	1.89	12.18	7.08	27.37	63.99	97.44	656.55
19	1,982	186.32	127.62	125.87	113.06	27.68	3.03	3.91	4.03	37.21	66.03	77.52	89.10	861.38
20	1,983	112.29	117.89	128.62	61.01	34.60	4.07	4.96	2.16	15.00	8.73	22.38	59.93	571.64
21	1,984	237.19	122.88	115.16	78.78	33.63	10.78	12.64	10.10	20.80	32.74	98.77	179.81	953.28
22	1,985	148.52	147.61	116.42	107.50	125.58	18.86	5.42	3.62	25.32	74.15	97.77	130.43	1,001.19
23	1,986	131.20	213.13	163.94	137.27	57.61	9.57	1.92	6.64	42.94	43.03	23.54	129.72	960.52
24	1,987	291.68	69.72	89.54	48.49	19.24	9.25	11.46	16.36	4.89	22.60	126.29	160.24	869.76
25	1,988	225.28	158.15	161.03	156.32	62.44	5.94	5.43	2.28	15.11	24.92	33.63	60.51	911.04
26	1,989	219.31	164.65	121.52	83.09	34.43	12.92	9.47	11.61	34.20	56.72	54.61	89.16	891.69
27	1,990	212.89	137.87	124.89	62.27	21.76	5.58	22.24	6.55	11.02	44.44	104.61	145.74	899.86
28	1,991	151.79	98.67	105.30	94.35	31.74	26.27	10.57	2.29	18.66	47.98	65.02	72.01	724.65
29	1,992	160.59	113.24	139.33	71.91	14.28	11.17	1.94	36.63	19.67	57.04	95.87	108.72	830.37
30	1,993	255.83	88.91	117.95	106.94	54.77	4.99	7.38	15.00	29.35	72.50	126.35	170.15	1,050.12
31	1,994	201.66	195.81	178.14	119.93	48.47	13.49	3.65	3.01	18.27	37.01	76.45	135.65	1,031.54
32	1,995	154.70	150.98	174.67	110.43	25.51	11.25	4.55	3.87	22.74	43.17	104.80	147.36	954.03
33	1,996	178.46	97.18	180.70	103.49	43.92	12.12	2.91	15.72	25.75	46.53	78.29	137.98	923.05
34	1,997	262.94	128.73	181.04	120.55	35.55	10.58	5.54	16.07	18.28	56.04	122.36	130.72	1,088.41
35	1,998	166.46	109.98	129.08	72.63	22.92	8.75	3.86	7.31	5.96	60.83	114.95	121.54	824.25
36	1,999	163.37	119.37	151.90	162.25	40.35	11.70	1.35	1.39	29.44	32.55	50.16	112.38	876.23
37	2,000	158.36	127.98	160.08	66.86	20.10	11.15	5.59	4.67	16.49	59.76	99.35	96.70	827.06
38	2,001	274.24	132.07	205.18	98.30	36.74	20.52	8.70	8.86	18.89	40.07	64.82	108.60	1,017.00
39	2,002	162.96	166.26	166.04	128.47	57.07	17.27	19.88	6.83	31.99	52.69	116.29	142.92	1,068.68
40	2,003	165.03	117.59	172.70	115.14	32.15	13.33	1.88	9.08	14.49	29.43	39.08	104.93	814.83
41	2,004	262.03	129.26	122.90	80.47	31.32	9.98	5.89	12.51	38.68	35.98	62.04	95.12	886.20
42	2,005	109.16	124.44	154.48	96.41	23.98	6.51	2.12	2.80	8.07	39.22	80.71	112.97	760.87
43	2,006	216.69	92.07	135.39	105.11	32.44	10.22	3.99	8.88	15.76	42.90	87.06	106.14	856.66
44	2,007	147.54	76.33	156.34	120.28	36.64	10.14	5.95	2.28	11.29	49.04	74.76	95.78	786.39
45	2,008	194.31	100.36	143.30	43.78	22.60	13.66	2.35	0.37	7.89	66.77	58.85	149.29	803.52
46	2,009	135.31	152.15	130.67	90.70	35.59	8.09	5.33	0.17	7.40	30.63	129.04	164.58	889.66
47	2,010	231.63	113.36	137.16	86.12	30.07	11.24	1.01	2.63	2.66	36.96	40.64	105.85	799.34
48	2,011	155.21	170.08	171.16	144.24	33.08	16.68	5.63	9.67	44.75	26.42	46.14	112.97	936.03

N° REGISTRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
49	2,012	207.41	159.08	169.74	108.99	34.87	14.18	2.00	2.31	15.06	36.19	75.15	157.81	982.80
50	2,013	191.95	123.82	132.25	69.28	20.96	9.64	0.60	12.55	8.50	34.77	75.02	154.06	833.39
51	2,014	182.44	218.48	123.39	64.37	29.43	3.87	1.38	6.17	32.43	62.49	33.51	113.59	871.54
52	2,015	192.46	94.94	157.05	143.10	48.78	8.04	10.78	11.37	9.16	37.56	81.19	137.98	932.42
53	2,016	131.17	163.01	113.87	130.93	26.25	11.48	2.30	7.13	15.34	68.67	46.43	80.16	796.73
54	2,017	180.42	105.67	169.15	107.67	48.04	8.34	1.78	5.72	23.93	54.94	95.28	87.72	888.67
55	2,018	162.27	130.57	179.89	89.01	24.48	8.48	2.10	5.31	23.86	27.54	83.07	152.47	889.06
56	2,019	218.35	119.29	139.33	125.30	34.88	8.89	1.56	3.49	5.40	24.47	68.84	114.82	864.61
57	2,020	200.82	158.67	140.85	91.25	25.84	14.41	3.16	2.84	17.16	21.53	78.14	129.13	883.81
N° Datos	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Media		184.42	142.34	149.42	99.02	35.92	12.14	5.79	8.59	20.02	42.76	74.31	117.37	892.08
Desv. Estandar		47.57	39.76	28.29	27.21	17.45	7.45	4.79	7.44	10.73	18.60	28.38	28.83	108.35
Coef. Variacion		25.80	27.93	18.93	27.49	48.59	61.33	82.63	86.59	53.60	43.50	38.20	24.56	12.15
Prec. Max.		314.00	243.42	227.01	162.25	125.58	53.67	22.24	36.63	44.75	119.22	129.04	179.81	1,130.75
Prec. Min.		106.70	69.72	89.54	42.54	10.44	3.03	0.60	0.17	2.66	7.42	22.38	59.93	571.64

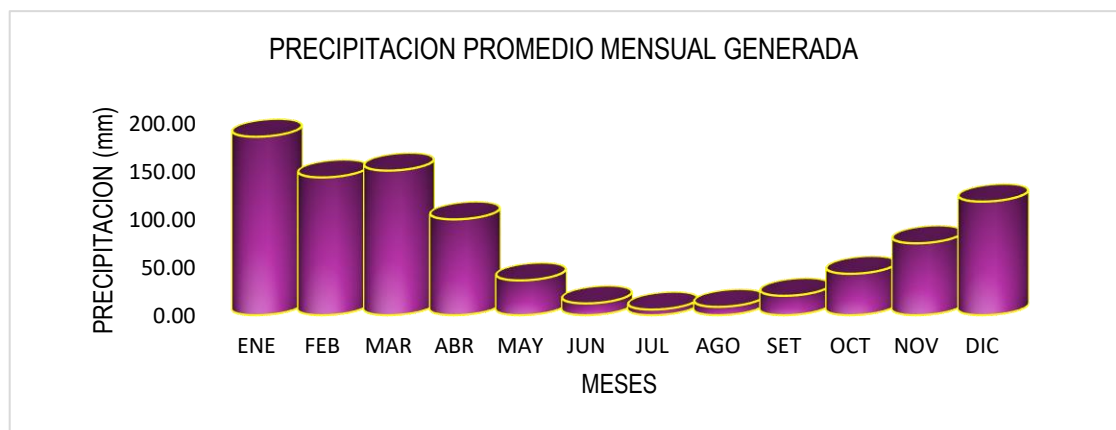


Figura 24. Precipitación promedio mensual Latarani

Nota. Elaboración propia

Las microcuencas de Qarqapunku y Latarani fueron analizadas como la principal fuente de recurso hídrico que abastece los sistemas de riego.

En estas microcuencas, se identificaron las áreas de captación y conducción del agua, las cuales fueron evaluadas en función de su capacidad para suministrar el caudal necesario a los subsistemas de riego destinados a la rehabilitación de los terrenos agrícolas. Los datos hidrológicos recolectados permitieron realizar un diagnóstico detallado sobre la disponibilidad y distribución del recurso hídrico, datos que fueron cruciales para determinar la eficiencia hidráulica de los canales de riego que operan en la comunidad de Ccuyo.

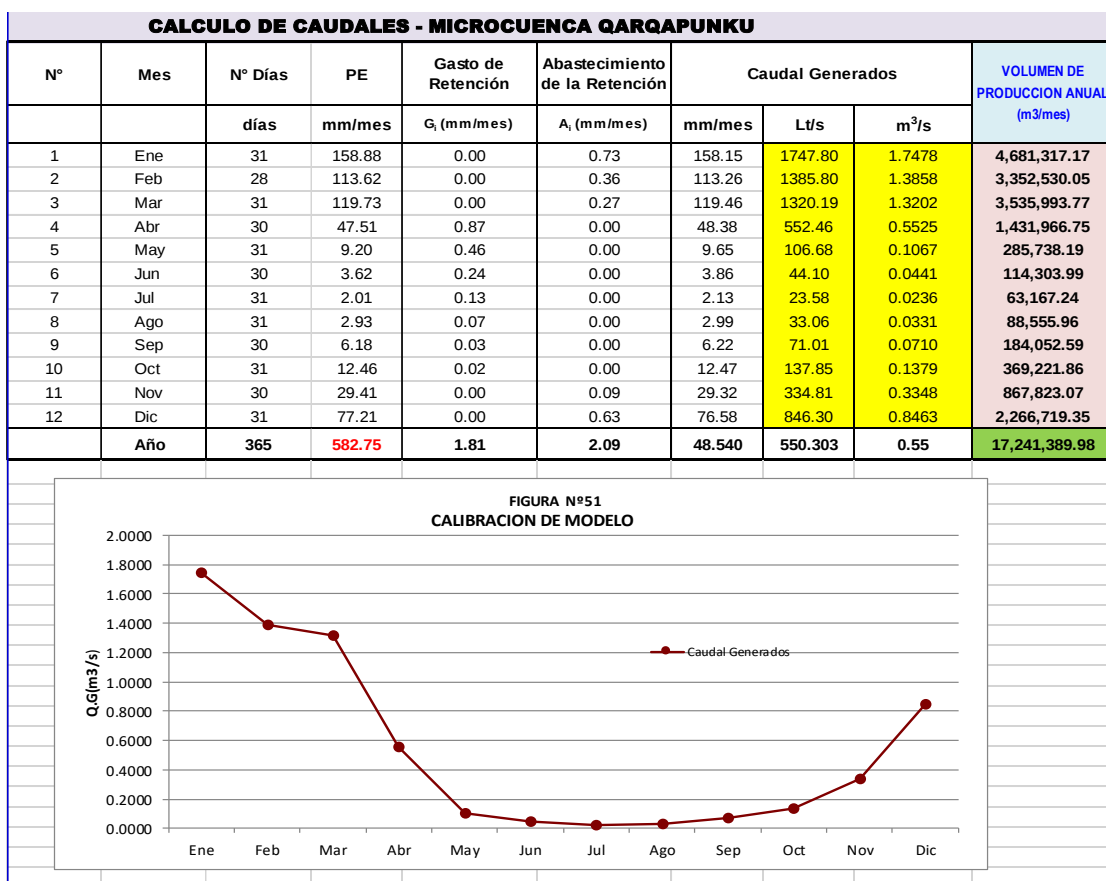


Figura 25. Generación de caudales medios mensuales para el año promedio en las microcuencas.

Nota. Elaboración propia

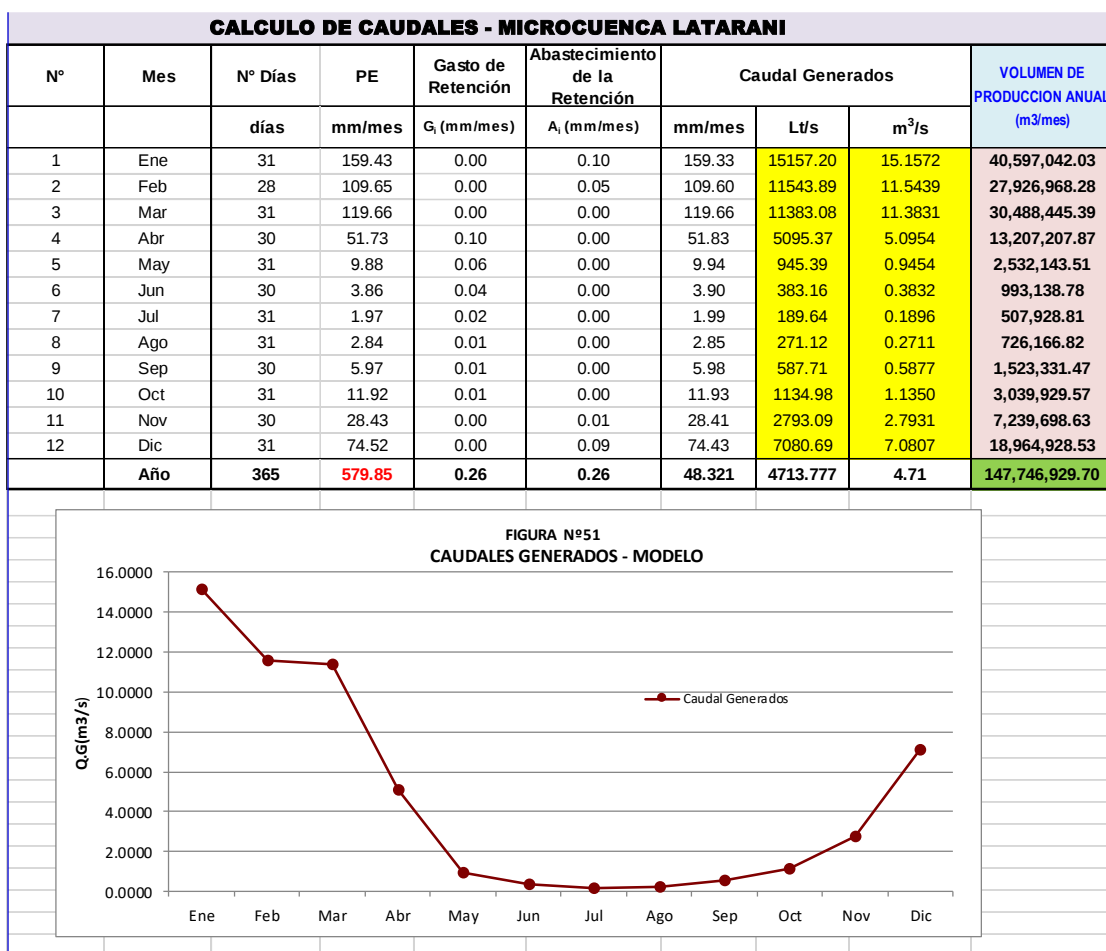


Figura 26. Generación de caudales medios mensuales para el año promedio en las microcuencas.

Nota. Elaboración propia

Tabla 23. Caudales medios mensuales generados para la Microcuenca Qarqapunku

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual (m3/s)
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1964	2.3619	2.1207	2.0937	1.0179	0.3175	0.0999	0.0200	0.0282	0.1099	0.2085	0.7326	1.3741	10.485
1965	2.2219	2.3011	2.2676	1.2247	0.1698	0.0377	0.0211	0.0271	0.2297	0.3561	0.6547	2.1112	11.623
1966	2.5621	2.8557	2.2184	0.8676	0.4334	0.0423	0.0233	0.0282	0.1585	1.1359	1.2118	1.7208	13.258
1967	2.1213	2.3907	2.6744	1.0496	0.1523	0.0434	0.0452	0.0982	0.2218	0.4021	0.5168	1.5032	11.219
1968	2.8158	2.9259	3.2016	0.9885	0.0998	0.0366	0.0353	0.0851	0.0805	0.4458	1.3316	1.2341	13.281
1969	2.9579	2.5760	2.2512	1.2100	0.2409	0.0377	0.0211	0.0271	0.0952	0.4261	1.0219	1.3522	12.218
1970	3.2488	2.9077	2.4327	1.3818	0.2803	0.0377	0.0233	0.0282	0.1901	0.4590	0.6863	1.9023	13.578
1971	3.2817	3.3218	2.1232	1.0123	0.2661	0.0366	0.0244	0.0304	0.0568	0.1057	0.3190	1.4594	12.037
1972	3.5080	2.2333	2.1331	1.1196	0.1643	0.0355	0.0332	0.0698	0.0669	0.1987	0.5349	1.6213	11.719
1973	3.2653	3.1838	2.8111	1.7570	0.4520	0.0683	0.0211	0.0271	0.1314	0.2774	0.7349	1.6027	14.332
1974	3.2324	3.6015	2.4896	1.2225	0.1676	0.0434	0.0211	0.1650	0.1755	0.1637	0.5417	1.3971	13.221
1975	2.6364	2.7540	2.4349	1.2858	0.2770	0.0377	0.0277	0.0271	0.0941	0.2905	0.7236	1.8509	12.440
1976	3.3932	2.1098	2.3310	1.0620	0.1403	0.0649	0.0233	0.0479	0.2207	0.1680	0.3642	1.1324	11.058
1977	2.1443	3.4405	2.3485	0.9388	0.1064	0.0355	0.0222	0.0304	0.0703	0.3299	0.7993	1.8695	12.136
1978	4.3195	2.5251	2.9030	1.2914	0.1687	0.0377	0.0277	0.0348	0.1223	0.2468	0.9361	1.2549	13.868
1979	2.6484	1.9197	2.0357	1.1626	0.2497	0.2943	0.0255	0.0446	0.1065	0.1319	0.5699	1.1784	10.367
1980	2.4308	1.9839	1.7251	0.9524	0.1501	0.0909	0.0485	0.0370	0.0602	0.3113	0.7993	1.4222	10.012
1981	2.5336	2.3520	1.9122	0.6111	0.0856	0.0355	0.0277	0.0402	0.0556	0.1943	0.6400	1.3468	9.834
1982	2.9754	2.1292	1.9822	1.2247	0.1545	0.0400	0.0222	0.0293	0.2308	0.5596	0.7778	1.2243	11.350
1983	2.1673	2.0081	1.9997	0.7569	0.1961	0.0377	0.0211	0.0337	0.0794	0.1068	0.3043	1.0132	8.724
1984	3.4873	2.0941	1.8651	0.9038	0.1895	0.0389	0.0277	0.0315	0.1076	0.2468	1.0084	2.2370	12.238
1985	2.5347	2.4270	1.8859	1.2360	1.0984	0.0637	0.0211	0.0293	0.1483	0.6088	1.0547	1.6836	12.792
1986	2.3663	3.1911	2.3704	1.5683	0.3689	0.0366	0.0277	0.0271	0.2873	0.3135	0.3247	1.7667	12.649
1987	4.1128	1.5383	1.6398	0.6461	0.1118	0.0366	0.0288	0.0490	0.0568	0.1713	1.3723	2.0205	11.784
1988	3.4030	2.5191	2.3846	1.7378	0.4082	0.0355	0.0200	0.0337	0.0794	0.1855	0.3857	1.0252	12.218
1989	3.3079	2.6450	1.9493	0.9467	0.1972	0.0434	0.0211	0.0370	0.2048	0.4524	0.5846	1.3172	11.707
1990	3.2707	2.3253	2.0040	0.8055	0.1250	0.0355	0.0649	0.0271	0.0613	0.3408	1.0728	1.8991	12.032
1991	2.5785	1.8737	1.8203	1.1140	0.1961	0.1146	0.0233	0.0337	0.0941	0.3682	0.6727	1.1138	10.003
1992	2.6834	2.0020	2.1659	0.8993	0.0943	0.0434	0.0277	0.1737	0.0997	0.4622	1.0231	1.4627	11.137
1993	3.7158	1.7962	1.9942	1.2213	0.3481	0.0366	0.0200	0.0457	0.1630	0.6000	1.3655	2.1112	13.418
1994	3.1143	3.0022	2.5651	1.3716	0.3131	0.0456	0.0233	0.0315	0.0929	0.2894	0.8242	1.8006	13.474
1995	2.6342	2.4549	2.5388	1.2699	0.1458	0.0400	0.0211	0.0293	0.1212	0.3168	1.1056	1.8947	12.572
1996	2.8836	1.9161	2.6132	1.1818	0.2803	0.0411	0.0244	0.0501	0.1438	0.3616	0.8072	1.8159	12.119
1997	3.8405	2.3193	2.6427	1.3423	0.2059	0.0389	0.0200	0.0523	0.0884	0.4371	1.3316	1.6771	13.996
1998	2.7436	2.0868	2.0478	0.8597	0.1283	0.0366	0.0233	0.0271	0.0556	0.5235	1.1700	1.6311	11.333
1999	2.7327	2.1825	2.2556	1.8000	0.2464	0.0400	0.0320	0.0391	0.1743	0.2293	0.5247	1.5688	11.825
2000	2.6484	2.3047	2.3791	0.8032	0.1173	0.0400	0.0200	0.0293	0.0839	0.4961	0.9338	1.3818	11.238
2001	3.9575	2.3411	2.8735	1.1377	0.2311	0.0694	0.0222	0.0282	0.1009	0.3058	0.7010	1.5404	13.309
2002	2.7381	2.7721	2.4404	1.5061	0.3896	0.0558	0.0649	0.0271	0.1913	0.4240	1.2073	1.8739	13.691
2003	2.7370	2.1534	2.5235	1.3129	0.1917	0.0456	0.0298	0.0293	0.0703	0.2172	0.4354	1.4868	11.233
2004	3.8088	2.3350	1.9723	0.9614	0.1786	0.0377	0.0200	0.0381	0.2512	0.2621	0.6908	1.3490	11.905
2005	2.1344	2.2684	2.2807	1.1366	0.1337	0.0355	0.0277	0.0337	0.0556	0.3004	0.8434	1.5229	10.773
2006	3.2871	1.8604	2.1068	1.2485	0.1808	0.0389	0.0233	0.0293	0.0805	0.3288	0.9428	1.4704	11.598
2007	2.5610	1.6654	2.3824	1.3400	0.2114	0.0366	0.0200	0.0359	0.0636	0.3813	0.7880	1.3446	10.830
2008	3.0345	1.9391	2.1987	0.6201	0.1293	0.0445	0.0277	0.0435	0.0556	0.5607	0.6230	1.9297	11.206
2009	2.4155	2.5106	2.0467	1.0439	0.2037	0.0355	0.0200	0.0446	0.0568	0.2183	1.3836	2.0686	12.048

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual (m3/s)
2010	3.4238	2.0432	2.1364	1.0224	0.1665	0.0389	0.0331	0.0326	0.0613	0.2894	0.4580	1.4900	11.196
2011	2.6145	2.7019	2.5060	1.6655	0.1939	0.0536	0.0200	0.0293	0.3020	0.1899	0.4874	1.5655	12.330
2012	3.1974	2.6753	2.4601	1.2394	0.1950	0.0468	0.0287	0.0359	0.0771	0.2621	0.7564	2.0194	12.994
2013	3.0476	2.2636	2.0521	0.8360	0.1206	0.0377	0.0353	0.0381	0.0568	0.2544	0.7858	1.9931	11.521
2014	2.9142	3.1862	1.9395	0.8043	0.1676	0.0388	0.0309	0.0271	0.1834	0.5027	0.3925	1.5994	11.787
2015	3.0279	1.8568	2.3157	1.5728	0.3022	0.0355	0.0255	0.0337	0.0579	0.2840	0.8490	1.8138	12.175
2016	2.4188	2.7818	1.8629	1.4858	0.1447	0.0389	0.0277	0.0271	0.0794	0.5661	0.5145	1.2177	11.165
2017	2.9153	1.9815	2.4798	1.2281	0.3295	0.0355	0.0287	0.0271	0.1235	0.4415	1.0253	1.2746	11.890
2018	2.6933	2.3241	2.5957	1.0383	0.1337	0.0355	0.0287	0.0282	0.1280	0.1965	0.8716	1.9406	12.014
2019	3.3068	2.1812	2.1331	1.4202	0.2037	0.0355	0.0309	0.0304	0.0556	0.1746	0.7326	1.5721	11.877
2020	3.1329	2.5735	2.1560	1.0304	0.1403	0.0456	0.0255	0.0326	0.0896	0.1582	0.8016	1.7164	11.903
MAX.	4.320	3.602	3.202	1.800	1.098	0.294	0.065	0.174	0.302	1.136	1.384	2.237	14.332
MED.	2.952	2.399	2.262	1.149	0.224	0.049	0.027	0.041	0.119	0.338	0.790	1.592	11.943
MIN.	2.121	1.538	1.640	0.611	0.086	0.035	0.020	0.027	0.056	0.106	0.304	1.013	8.724
D. EST	0.515	0.458	0.313	0.280	0.148	0.037	0.009	0.028	0.065	0.170	0.290	0.302	1.117

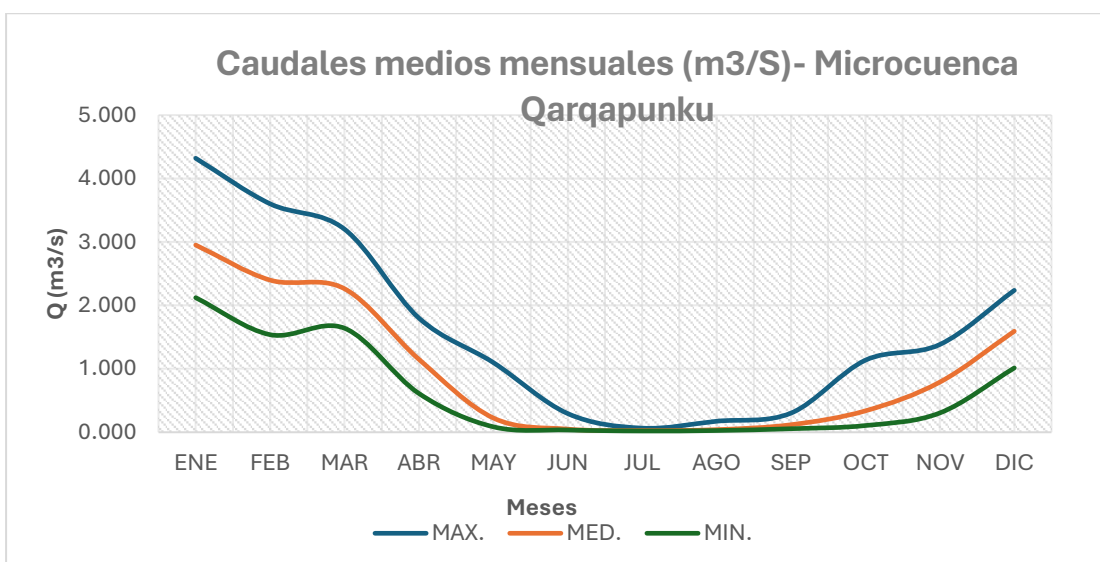


Figura 27. Caudales medios mensuales (m3/S)- Microcuenca Qarqapunku

Nota. *Elaboración propia*

Análisis: El análisis de las descargas medias mensuales generadas en la microcuenca Qarqapunku, con un área de 29.60 km² y situada a una altitud de 3,873 metros sobre el nivel del mar, revela un patrón característico de régimen hidrológico en la región. Los datos muestran que las descargas máximas ocurren durante los primeros meses del año, con valores que alcanzan hasta 4.32 metros cúbicos por segundo en enero, disminuyendo progresivamente hacia el mes de junio, donde se registra el mínimo, con valores tan bajos como 0.086 m³/s. Este comportamiento es indicativo de una fuerte estacionalidad en la cuenca, con un periodo de alta disponibilidad hídrica concentrado en la temporada de lluvias, y

una marcada reducción durante los meses secos de mitad de año, el valor promedio mensual de descarga es de aproximadamente 11.94 m³/s anuales, con un máximo mensual promedio de 2.95 m³/s en enero y mínimos cercanos a 0.05 m³/s en agosto. La desviación estándar muestra que la variabilidad es mayor en los meses de alta descarga (enero a marzo), indicando fluctuaciones más pronunciadas en la cantidad de agua disponible, el gráfico de caudales medios mensuales confirma visualmente esta tendencia, evidenciando una curva descendente desde enero hasta alcanzar un valle mínimo entre junio y agosto, seguido por un ascenso gradual hacia diciembre. Este patrón refleja claramente la influencia climática estacional sobre el régimen hídrico de la microcuenca. Es así que la microcuenca Qarqapunko presenta un régimen hidrológico con una marcada estación húmeda en los primeros meses del año, con caudales máximos, y una estación seca entre junio y agosto, con caudales mínimos. Estos datos son fundamentales para la planificación y manejo de los recursos hídricos, pues permiten anticipar periodos de escasez y abundancia, facilitando la gestión sostenible del agua en la región.

Tabla 24. Caudales medios mensuales generados para la Microcuenca Latarani

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual (m3/s)
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
1964	20.5275	17.9154	17.9725	9.2515	2.8287	1.0050	0.1622	0.2423	0.8345	1.6788	5.8559	11.7245	89.999
1965	19.7390	19.6720	19.5591	11.2248	1.6411	0.3375	0.1717	0.2328	1.7377	2.7809	5.4632	17.5009	100.061
1966	22.4942	24.4159	19.3216	8.3582	3.8548	0.3865	0.1907	0.2423	1.2075	9.0988	10.2246	14.4607	114.256
1967	18.4944	20.1032	22.6183	9.6246	1.4036	0.3964	0.3237	0.7744	1.7377	3.2844	4.3636	12.2945	95.419
1968	24.3658	24.6473	26.7131	8.9570	0.9190	0.3276	0.2572	0.6414	0.6283	3.5694	10.7646	10.4134	112.204
1969	25.7054	21.7652	19.2076	10.8714	2.3631	0.3276	0.1622	0.2233	0.7363	3.2844	8.7913	11.3539	104.792
1970	27.9001	24.7314	20.8322	12.5698	2.7147	0.3276	0.2002	0.2328	1.5512	3.9019	5.8952	15.4677	116.325
1971	28.0046	28.2131	18.6755	8.9472	2.5912	0.3178	0.2097	0.2518	0.4712	0.8712	2.6947	12.3420	103.590
1972	30.2752	19.1776	18.4380	10.1057	1.5556	0.3178	0.2477	0.4988	0.5694	1.6788	4.4520	13.6246	100.941
1973	28.2516	27.1087	23.9769	15.7605	4.4533	0.6713	0.1812	0.2233	1.1192	2.3343	6.2486	13.6246	123.953
1974	27.8336	30.4746	21.8297	11.2248	1.6316	0.3767	0.1717	1.3729	1.5021	1.3272	4.4422	11.7625	113.950
1975	22.4942	23.4377	20.8607	11.8041	2.4962	0.3276	0.2382	0.2233	0.6970	2.4103	6.0130	15.2777	106.280
1976	29.0307	18.0521	19.8156	9.9977	1.2611	0.5633	0.1812	0.3943	1.8555	1.4508	2.9598	9.3303	94.892
1977	18.5134	29.3807	20.7847	8.5349	0.9475	0.3178	0.1812	0.2518	0.5498	2.7618	6.4547	16.2848	104.963
1978	37.6953	22.2175	25.1645	11.3328	1.6506	0.3375	0.2382	0.2993	0.9523	2.0968	7.6525	10.7079	120.345
1979	23.3967	16.5374	17.7159	10.8420	2.4391	2.9882	0.2192	0.3278	0.8050	1.0992	4.9330	10.0998	91.404
1980	21.2021	17.0949	15.1698	9.2515	1.3561	0.7792	0.3522	0.2708	0.5105	2.3723	6.9456	12.1615	87.467
1981	21.4586	19.4511	16.0913	5.6584	0.7670	0.3080	0.2382	0.2993	0.4614	1.6123	5.6595	11.6199	83.625
1982	25.7529	18.6306	17.3834	11.7746	1.4891	0.3571	0.1907	0.2423	1.8849	4.4625	6.8278	10.8884	99.884
1983	18.9884	17.6524	17.6304	7.1310	1.9261	0.3276	0.1717	0.2898	0.6185	0.8807	2.6063	8.4277	76.651
1984	30.4938	18.1573	16.4144	8.6625	1.8691	0.3473	0.2477	0.2518	0.8639	1.9448	8.7324	19.0970	107.082
1985	22.2757	20.6397	16.5284	11.2543	9.5267	0.6222	0.1717	0.2518	1.1094	5.1465	8.6440	14.5652	110.735
1986	20.6985	27.3506	20.8607	14.0326	3.6362	0.3276	0.2382	0.2233	2.3071	2.6573	2.6652	14.5082	109.506
1987	35.5956	13.0032	14.1532	6.1100	1.0520	0.3276	0.2192	0.4228	0.4712	1.3557	11.2751	17.2919	101.278

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual (m3/s)
1988	29.3822	21.7126	20.5947	15.8292	4.0258	0.3080	0.1717	0.2898	0.6283	1.4793	3.2837	8.4752	106.180
1989	28.8216	22.3753	16.9939	9.0454	1.9166	0.4062	0.1812	0.2803	1.6690	3.7119	4.8741	10.8884	101.164
1990	28.2231	19.6615	17.2979	7.2390	1.1661	0.3080	0.6277	0.2233	0.5105	2.7618	9.2625	15.9618	103.243
1991	22.5702	15.7591	15.5403	10.0566	1.7456	1.0149	0.2002	0.2898	0.7658	3.0279	5.7479	9.4253	86.143
1992	23.3777	17.1896	18.6090	8.0636	0.8620	0.3571	0.2382	1.5629	0.8148	3.7309	8.4673	12.6175	95.891
1993	32.2419	14.8124	16.6709	11.2052	3.4082	0.3178	0.1622	0.3753	1.3548	5.0040	11.2849	18.2039	115.042
1994	27.1780	25.5624	22.1718	12.4127	2.9237	0.4160	0.1907	0.2708	0.7461	2.2298	6.7296	15.0402	115.872
1995	22.8362	20.9868	21.8488	11.5292	1.3656	0.3571	0.1812	0.2518	0.9719	2.6668	9.2822	16.1138	108.391
1996	25.0309	15.6118	22.4093	10.8910	2.5817	0.3767	0.2097	0.4038	1.1388	2.9234	6.8965	15.2587	103.732
1997	32.9069	18.7358	22.4378	12.4618	1.9926	0.3473	0.1622	0.4133	0.7559	3.6549	10.9118	14.5937	119.374
1998	23.9193	16.8740	17.6684	8.1225	1.2326	0.3178	0.1907	0.2233	0.4614	4.0349	10.2246	13.7671	97.037
1999	23.6343	17.7997	19.7586	16.3986	2.3251	0.3669	0.2572	0.3183	1.3548	1.9353	4.5207	12.9405	101.610
2000	23.1782	18.6622	20.4997	7.6219	1.0900	0.3571	0.1622	0.2328	0.6774	3.9494	8.7815	11.5534	96.766
2001	33.9615	19.0724	24.6800	10.4198	2.0686	0.7007	0.1717	0.2328	0.7756	2.4483	5.7283	12.6080	112.868
2002	23.5963	22.5331	21.0507	13.2080	3.5982	0.5534	0.5137	0.2233	1.5217	3.3889	10.3424	15.7052	116.235
2003	23.7863	17.6209	21.6682	11.9611	1.7646	0.4160	0.2382	0.2423	0.6087	1.7358	3.6764	12.2755	95.994
2004	32.8214	18.7884	17.1174	8.8098	1.7171	0.3375	0.1622	0.2993	1.9929	2.1633	5.4926	11.4109	101.113
2005	18.7129	18.3046	19.9866	10.2431	1.2801	0.3080	0.2287	0.2708	0.4712	2.3913	7.1027	12.9976	92.298
2006	28.5841	15.1174	18.2480	11.0383	1.7836	0.3375	0.1812	0.2328	0.6480	2.6478	7.6721	12.3895	98.880
2007	22.1807	13.6133	20.1576	12.4422	2.0686	0.3375	0.1622	0.2898	0.5105	3.1134	6.5824	11.4679	92.926
2008	26.4940	15.9274	18.9700	5.7467	1.2136	0.4258	0.2287	0.3658	0.4614	4.5290	5.2276	16.2848	95.875
2009	21.0691	21.1025	17.8205	9.7228	1.9926	0.3178	0.1717	0.3753	0.4614	1.8118	11.5303	17.6909	104.067
2010	29.9712	17.2106	18.4095	9.3203	1.6411	0.3571	0.2762	0.2803	0.5203	2.2298	3.7844	12.3610	96.362
2011	22.8837	22.9222	21.5257	14.6904	1.8311	0.5338	0.1622	0.2423	2.4445	1.5648	4.2066	12.9976	106.005
2012	27.7196	21.8073	21.3927	11.3917	1.9451	0.4455	0.2382	0.2898	0.6283	2.1823	6.6216	17.0733	111.735
2013	26.2755	18.2415	17.9630	7.8378	1.1280	0.3276	0.2952	0.3088	0.4712	2.0778	6.6020	16.7218	98.250
2014	25.4014	27.8975	17.1554	7.4157	1.5936	0.3375	0.2572	0.2233	1.5512	4.1775	3.2837	13.0546	102.349
2015	26.3230	15.4014	20.2241	14.5824	2.9522	0.3080	0.2002	0.2803	0.4811	2.2678	7.1518	15.2587	105.431
2016	20.6890	22.2070	16.3003	13.4338	1.4131	0.3669	0.2287	0.2233	0.6381	4.6810	4.2262	10.1093	94.517
2017	25.2114	16.4428	21.3357	11.2739	2.8952	0.3178	0.2477	0.2233	1.0308	3.5694	8.4182	10.7649	101.731
2018	23.5393	18.9252	22.3333	9.5755	1.3086	0.3178	0.2287	0.2328	1.0308	1.6218	7.3187	16.5793	103.012
2019	28.7361	17.7997	18.6090	12.9036	1.9451	0.3178	0.2477	0.2518	0.4712	1.4508	6.0719	13.1591	101.964
2020	27.1020	21.7652	18.7420	9.7817	1.3846	0.4455	0.2002	0.2708	0.7069	1.2987	6.8769	14.4512	103.026
MAX.	37.695	30.475	26.713	16.399	9.527	2.988	0.628	1.563	2.445	9.099	11.530	19.097	123.953
MED.	25.606	20.145	19.542	10.526	2.115	0.452	0.224	0.336	0.955	2.746	6.645	13.422	102.714
MIN.	18.494	13.003	14.153	5.658	0.767	0.308	0.162	0.223	0.461	0.871	2.606	8.428	76.651
D. EST	4.404	4.020	2.589	2.462	1.311	0.376	0.080	0.240	0.518	1.376	2.427	2.578	9.468

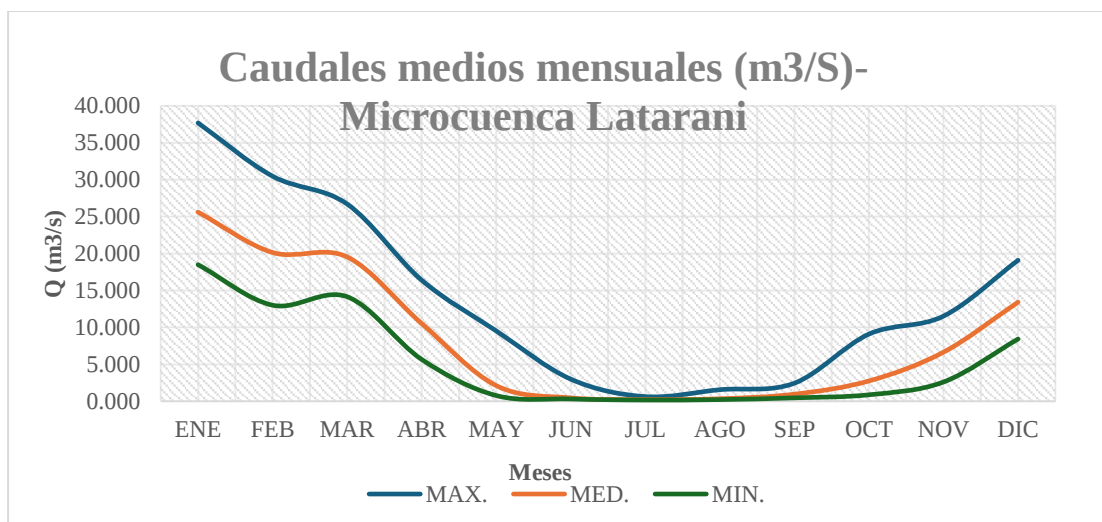


Figura 28. Caudales medios mensuales (m³/S)- Microcuenca Latarani

Nota. Elaboración propia

Análisis: El análisis de las descargas medias mensuales generadas en la microcuenca Latarani, que cubre un área de 254.80 km² y se encuentra a una altitud de 3,802 metros sobre el nivel del mar, muestra un comportamiento hidrológico claramente marcado por la estacionalidad climática.

Los datos indican que las descargas máximas ocurren en los meses iniciales del año, siendo enero el mes con el mayor caudal máximo registrado, alcanzando hasta 37.695 metros cúbicos por segundo. A partir de ese punto, se observa una disminución progresiva en los caudales que llega a un mínimo durante los meses de junio, julio y agosto, donde las descargas se sitúan alrededor de 0.628 a 2.988 m³/s, reflejando la temporada seca de la cuenca.

El valor promedio mensual de descarga para el año es de aproximadamente 102.7 m³/s, con valores máximos promedio de 25.606 m³/s en enero y mínimos promedio de 0.224 m³/s en agosto. La desviación estándar es más alta durante los meses con mayores caudales (enero a marzo), lo que indica una variabilidad significativa en el volumen de agua durante la temporada húmeda.

El gráfico que acompaña a los datos muestra una curva típica de régimen hidrológico andino, con un pico claro en la temporada de lluvias, seguido por una disminución marcada en la estación seca y un ascenso gradual hacia el final del año. Es así que la microcuenca Latarani presenta un régimen hidrológico con una fuerte estación húmeda durante los primeros meses del año y una estación seca marcada en la mitad del año. Estos patrones son fundamentales para la gestión eficiente del recurso hídrico, permitiendo una planificación adecuada para el uso agrícola, consumo y control de posibles eventos hidrometeorológicos.

La disponibilidad hídrica medios generados en la fuente hídrica, será destinada exclusivamente para el servicio de agua para riego tal como se detalla a continuación:

Tabla 25. *Resumen de caudales de oferta - microcuenca Qarqapunku*

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q. Med. (L/s)	2951.77	2398.83	2262.34	1149.03	224.46	49.15	27.22	41.01	118.58	337.53	790.40	1592.41
Q. Med. (m3/s)	2.9518	2.3988	2.2623	1.1490	0.2245	0.0492	0.0272	0.0410	0.1186	0.3375	0.7904	1.5924
Q. Med. (m3/mes)	7,906,008.05	5,803,249.54	6,059,449.77	2,978,292.60	601,198.53	127,401.39	72,913.14	109,837.55	307,359.49	904,048.03	2,048,709.25	4,265,098.03
Q. al (75%) (L/s)	2578.46	2086.80	2035.74	952.38	144.66	36.60	21.10	28.21	66.95	217.25	569.91	1352.25
Q. al (75%) (m3/s)	2.5785	2.0868	2.0357	0.9524	0.1447	0.0366	0.0211	0.0282	0.0669	0.2172	0.5699	1.3522
Q. al (75%) (m3/mes)	6,906,135.87	5,048,394.70	5,452,538.09	2,468,556.02	387,457.99	94,859.11	56,516.00	75,544.78	173,522.25	581,876.01	1,477,203.36	3,621,853.05
Q. Ecológico (15%) (L/s)	442.76	359.82	339.35	172.35	33.67	7.37	4.08	6.15	17.79	50.63	118.56	238.86
Q. Ecológico (15%) (m3/s)	0.4428	0.3598	0.3394	0.1724	0.0337	0.0074	0.0041	0.0062	0.0178	0.0506	0.1186	0.2389
Q. Ecolog. (15%) (m3/mes)	1,185,901.21	870,487.43	908,917.47	446,743.89	90,179.78	19,110.21	10,936.97	16,475.63	46,103.92	135,607.20	307,306.39	639,764.70
Caudal Disponible (L/s)	2135.69	1726.98	1696.39	780.02	110.99	29.22	17.02	22.05	49.16	166.62	451.35	1113.38
Caudal Disponible (m3/s)	2.1357	1.7270	1.6964	0.7800	0.1110	0.0292	0.0170	0.0221	0.0492	0.1666	0.4513	1.1134
Caudal Dispon. (m3/mes)	5,720,234.66	4,177,907.27	4,543,620.62	2,021,812.13	297,278.21	75,748.90	45,579.03	59,069.15	127,418.33	446,268.81	1,169,896.97	2,982,088.34

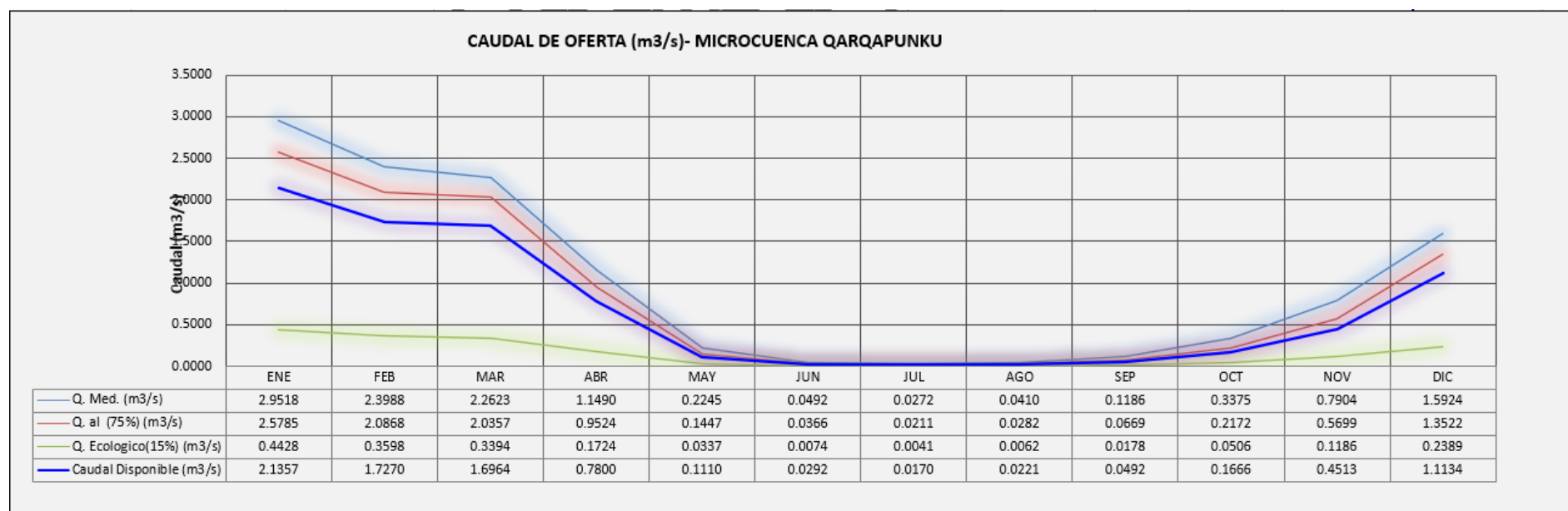


Figura 29. Disponibilidad de caudales medios generados de la microcuenca Qarqapunku.

Nota. Elaboración propia

Tabla 26. *Resumen de caudales de oferta - microcuenca Latarani*

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q. Med. (L/s)	25606.07	20145.14	19542.25	10525.57	2114.62	452.34	223.54	336.49	955.39	2746.01	6644.72	13421.58
Q. Med. (m3/s)	25.6061	20.1451	19.5422	10.5256	2.1146	0.4523	0.2235	0.3365	0.9554	2.7460	6.6447	13.4216
Q. Med. (m3/mes)	68,583,297.05	48,735,121.51	52,341,957.40	27,282,269.71	5,663,806.66	1,172,472.29	598,741.66	901,260.59	2,476,374.21	7,354,924.77	17,223,110.02	35,948,363.57
Q. al (75%) (L/s)	22494.18	17620.85	17668.44	8947.21	1365.57	327.64	171.71	223.32	549.78	1735.77	4874.14	11553.44
Q. al (75%) (m3/s)	22.4942	17.6209	17.6684	8.9472	1.3656	0.3276	0.1717	0.2233	0.5498	1.7358	4.8741	11.5534
Q. al (75%) (m3/mes)	60,248,402.69	42,628,370.91	47,323,161.46	23,191,160.56	3,657,536.17	849,247.91	459,905.42	598,131.27	1,425,021.72	4,649,094.17	12,633,782.04	30,944,746.34
Q. Ecologico (15%) (L/s)	3840.91	3021.77	2931.34	1578.84	317.19	67.85	33.53	50.47	143.31	411.90	996.71	2013.24
Q. Ecologico (15%) (m3/s)	3.8409	3.0218	2.9313	1.5788	0.3172	0.0679	0.0335	0.0505	0.1433	0.4119	0.9967	2.0132
Q. Ecolog. (15%) (m3/mes)	10,287,494.56	7,310,268.23	7,851,293.61	4,092,340.46	849,571.00	175,870.84	89,811.25	135,189.09	371,456.13	1,103,238.72	2,583,466.50	5,392,254.54
Caudal Disponible (L/s)	18653.27	14599.08	14737.11	7368.37	1048.37	259.79	138.18	172.84	406.47	1323.87	3877.44	9540.21
Caudal Disponible (m3/s)	18.6533	14.5991	14.7371	7.3684	1.0484	0.2598	0.1382	0.1728	0.4065	1.3239	3.8774	9.5402
Caudal Dispon. (m3/mes)	49,960,908.14	35,318,102.69	39,471,867.85	19,098,820.10	2,807,965.17	673,377.07	370,094.17	462,942.19	1,053,565.59	3,545,855.46	10,050,315.54	25,552,491.80

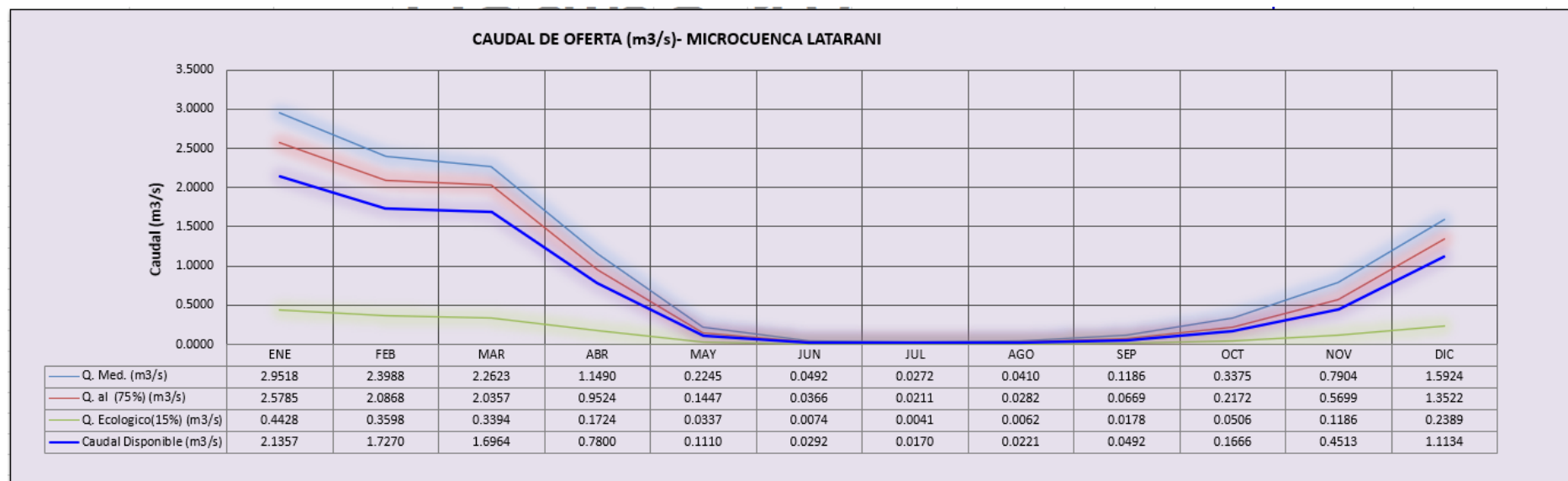


Figura 30. Disponibilidad de caudales medios generados de la microcuenca Latarani.

Nota. Elaboración propia

Tabla 27. Balance hídrico de la microcuenca Qarqapunko

Facultad de Ingeniería													
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil													
	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Maranganí, 2024												
Título:	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Maranganí, 2024												
Tesista:	Freddy Harold Blanco Huaracha												
DESCRIPCIÓN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Demanda Total Anual
Número de días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
(Kc) Promedio Coeficiente de Cultivo	0.79298246	0.82631579	0.83508772	0.77368421	0.79883721	0.83023256	0.86153846	0.84878049	0.83552632	0.88857143	0.71090909	0.72545455	
(ETO) HARGREAVES (mm/mes)	142.307616	126.706296	139.196882	123.877374	86.7730838	74.6684238	81.5830048	98.3506172	119.246545	136.847164	142.831547	149.788519	
(ETC) Uso consultivo (mm/mes)	112.847443	104.699413	116.241606	95.8419682	69.3175681	61.9921565	70.2868964	83.4780848	99.6336263	121.59848	101.540245	108.664762	
(PE) Pp. Efectiva FAO-USDA CropWat (mm/mes)	93.818	91.2632353	86.724898	42.5508163	4.23739583	2.2	4.3	2.41765306	13.3573958	37.9644898	54.9152245	79.881383	
(NRn) Necesidad de requerimiento Neto (mm/mes)	19.0294432	13.436178	29.5167084	53.2911519	65.0801723	59.7921565	65.9868964	81.0604318	86.2762305	83.63399	46.6250204	28.7833789	
(Er) Eficiencia de riego	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	

(NRb) Necesidad de requerimiento Bruto (mm/mes)	25.3725909	17.914904	39.3556112	71.0548692	86.773563	79.7228754	87.9825285	108.080576	115.034974	111.511987	62.1666939	38.3778386	
(NRb) Necesidad de requerimiento Bruto (m3/ha)	253.725909	179.14904	393.556112	710.548692	867.73563	797.228754	879.825285	1080.80576	1150.34974	1115.11987	621.666939	383.778386	
Número de Horas de Riego	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
(Mr) Módulo de riego (litros/seg/has.)	0.1263072	0.09873735	0.19591603	0.36550859	0.43196716	0.4100971	0.43798551	0.53803552	0.59174369	0.55511742	0.31978752	0.19104858	
(A) Área del proyecto (has)	57	57	57	57	43	43	39	41	38	35	55	55	
(D) Demanda de agua del Proyecto (litros/seg)	7.19951057	5.62802871	11.1672135	18.7505905	18.5745879	17.6341751	17.0814348	22.0594564	22.4862603	19.4291096	17.5883136	10.5076719	
VOLUMEN REQUERIDO (MMC/MES)	0.01446238	0.0102115	0.0224327	0.03645115	0.03731263	0.03428084	0.03431319	0.04431304	0.04371329	0.0390292	0.03419168	0.02110781	0.30360501
	0.81847068	0.639818	1.26953585	2.36849564	2.79914719	2.65742918	2.83814608	3.48647018	3.83449913	3.59716086	2.07222313	1.23799479	
DEMANDA VOLUMEN REQ, (M3/MES)	14462.3768	10211.4953	22432.6984	36451.1479	37312.6321	34280.8364	34313.1861	44313.036	43713.2901	39029.1953	34191.6817	21107.8112	371819.387

Tabla 28. Balance hídrico de la microcuenca Latarani

Facultad de Ingeniería													
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil													
		Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Marangani, 2024											
Título:		Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Marangani, 2024											
Tesis:		Freddy Harold Blanco Huaracha											
DESCRIPCIÓN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Demanda Total Anual
Número de días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365.00
(Kc) Promedio Coeficiente de Cultivo	0.79	0.82	0.83	0.77	0.72	0.78	0.79	0.78	0.81	0.88	0.71	0.73	
(ETO) HARGREAVES (mm/mes)	142.94	127.25	139.82	124.48	87.26	75.12	82.12	98.97	119.97	137.61	143.56	150.49	
(ETC) Uso consultivo (mm/mes)	113.22	104.82	116.64	96.31	62.53	58.85	64.78	77.53	97.57	121.55	101.25	109.10	
(PE) Pp. Efectiva FAO-USDA CropWat (mm/mes)	93.82	91.26	86.72	42.55	4.24	0.00	0.00	2.42	13.36	37.96	54.92	79.88	
(NRn) Necesidad de requerimiento Neto (mm/mes)	19.41	13.55	29.92	53.76	58.30	58.85	64.78	75.11	84.22	83.59	46.33	29.22	
(Er) Eficiencia de riego	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	
(NRb) Necesidad de requerimiento Bruto (mm/mes)	43.12	30.12	66.48	119.47	129.55	130.77	143.96	166.91	187.15	185.75	102.96	64.94	
(NRb) Necesidad de requerimiento Bruto (m3/ha)	431.24	301.21	664.8	1,194.69	1,295.48	1,307.69	1,439.59	1,669.09	1,871.47	1,857.52	1,029.61	649.36	
Número de Horas de Riego	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	

(Mr) Módulo de riego (litros/seg/has.)	0.32	0.25	0.50	0.92	0.97	1.01	1.07	1.246	1.44	1.39	0.79	0.48	
(A) Area del proyecto (has)	95.00	95.00	95.00	95.00	90.00	90.00	90.00	90.00	75.00	60.00	95.00	90.00	
(D) Demanda de agua del Proyecto (litros/seg)	30.59	23.66	47.16	87.574	87.06	90.81	96.75	112.17	108.30	83.22	75.47	43.64	
VOLUMEN REQUERIDO (MMC/MES)	0.041	0.029	0.063	0.113	0.117	0.118	0.130	0.150	0.140	0.111	0.098	0.058	0.977187
	1.391	1.076	2.145	3.982	4.179	4.359	4.644	5.384	6.238	5.992	3.432	2.095	
DEMANDA VOLUMEN REQ, (M3/MES)	40,968.0 8	28,615.0 4	63,156.8 6	113,495.8 6	116,592.9 8	117,691.9 5	129,563.2 9	150,218.0 3	140,360.6 2	111,451.3 9	97,812.9 4	58,442.8 2	1,168,369.8 7

Análisis de la tabla: A través de la recopilación y análisis de datos mensuales, el proyecto examinó el coeficiente de cultivo promedio (K_c) y la evapotranspiración (ETO) calculada mediante el método Hargreaves. Estos factores fueron fundamentales para determinar la cantidad de agua necesaria para los cultivos a lo largo del año. Además, se evaluó la eficiencia del riego (E_r) en el sistema, manteniéndola constante en un 75% durante todo el periodo de estudio.

Los cálculos incluyeron la necesidad de requerimiento neto y bruto de agua (en mm y m^3/ha), así como el volumen de agua necesario para la irrigación de los terrenos agrícolas. También se incluyó un cálculo mensual de las horas de riego necesarias, tomando en cuenta el módulo de riego, que indicaba la cantidad de agua aplicada por segundo por hectárea. El área del proyecto varió a lo largo del año, con un promedio de 57 hectáreas en la fase inicial y fluctuaciones debido a las características del terreno.

A lo largo del año, la demanda total de agua del proyecto se calculó en litros por segundo, y el volumen requerido de agua se estimó en metros cúbicos por mes, con un total anual de 371,819 m^3 . Estos datos fueron cruciales para gestionar de manera eficiente los recursos hídricos en la rehabilitación de los terrenos agrícolas, mejorando la productividad y sostenibilidad del proyecto. La información obtenida permitió realizar ajustes en los sistemas de riego, asegurando que se cubrieran las necesidades hídricas de los cultivos de manera eficiente.

Análisis de la tabla: El coeficiente de cultivo (K_c) refleja la relación entre la cantidad de agua utilizada por los cultivos y la evapotranspiración de referencia. Este valor varía a lo largo del año, siendo más alto en los meses de mayor demanda de agua. Se alcanzan valores máximos en los meses de septiembre (0.88) y octubre (0.81), mientras que los valores más bajos se registran en diciembre (0.71) y febrero (0.72). Estas fluctuaciones indican que la demanda de agua de los cultivos es mayor en algunos periodos del año debido a factores como el clima, la fase de crecimiento de las plantas y la variabilidad estacional.

La evapotranspiración de referencia (ETO), medida a través del método Hargreaves, muestra el valor mensual de la cantidad de agua que se evaporaría si hubiera suficiente agua disponible para los cultivos. Los valores de ETO oscilan entre 75.12 mm/mes en junio y 150.49 mm/mes en diciembre, reflejando las condiciones climáticas de cada mes. En los meses de mayor temperatura y mayor radiación solar (como en los meses de verano), la ETO es más alta, lo que incrementa la demanda de riego.

El uso consultivo (ETC) se refiere al agua realmente consumida por los cultivos, tomando en cuenta los coeficientes de cultivo y las condiciones climáticas. Los valores muestran una disminución en los meses de menor demanda hídrica, como en junio (58.85 mm/mes) y diciembre (109.10 mm/mes), y un aumento en los meses de mayor crecimiento de los cultivos, como en septiembre (121.55 mm/mes).

La precipitación efectiva (PE), calculada con el modelo FAO-USDA CropWat, refleja la cantidad de agua proveniente de la lluvia que realmente contribuye a la disponibilidad hídrica del cultivo. En los meses de lluvias bajas, como en los meses de abril, junio y julio, los valores de PE son prácticamente nulos o muy bajos, lo que significa que la dependencia del riego es mayor. Por otro lado, en los meses más lluviosos, como en octubre y diciembre, los valores de PE son más altos, lo que reduce la necesidad de riego suplementario.

El requerimiento neto de agua (NRn) indica la cantidad de agua necesaria para suplir las necesidades de los cultivos, sin tener en cuenta la eficiencia del riego. Este parámetro varía mensualmente y es más alto en los meses de mayor demanda (como en los meses de marzo a octubre), alcanzando su máximo en octubre con 84.22 mm/mes.

La eficiencia de riego (Er) se establece en un valor constante de 0.45 a lo largo del año, lo que implica que se está aplicando solo el 45% de la cantidad de agua disponible para el riego de manera eficiente. Esto sugiere que es posible mejorar la eficiencia del sistema de riego para optimizar el uso del agua.

El requerimiento bruto de agua (NRb) se refiere a la cantidad total de agua que se debe suministrar a los cultivos, teniendo en cuenta la eficiencia del sistema de riego. Este valor es más alto en los meses de alta demanda (como en mayo, junio y julio), alcanzando su máximo en octubre (187.15 mm/mes).

El módulo de riego (Mr), que indica la cantidad de agua que se debe aplicar por segundo y por hectárea, muestra una tendencia ascendente durante el año, con valores más altos en los meses de verano y principios de otoño, lo que está relacionado con el mayor requerimiento de agua en estos periodos.

La demanda de agua del proyecto en litros por segundo refleja la cantidad total de agua que necesita el proyecto agrícola en función del área y los requisitos de riego. Esta demanda es más alta en los meses de mayor crecimiento de los cultivos,

como en marzo (87.57 litros/seg) y octubre (108.30 litros/seg), y más baja en los meses con menor actividad agrícola, como en diciembre (43.64 litros/seg).

Finalmente, el volumen requerido (mm³/mes) es una estimación del volumen total de agua que se necesita para el proyecto en cada mes. El volumen total anual de agua requerido es de aproximadamente 1,168,369.87 m³, lo que subraya la importancia de contar con un sistema de riego eficiente para garantizar el suministro adecuado de agua durante todo el año.

Caudal máximo:

Para hallar el caudal máximo se utilizó la formula Mac Math:

$$Q_{max} = \frac{CxPA^{0.58}t^{0.42}}{1000} \text{ Ecuación 14}$$

Donde:

Q máx.= Descarga máxima para un tiempo de retorno T, (m³/seg.)

P= Precipitación máxima para un tiempo de retorno T (mm)

C= Coeficiente de escorrentía que depende del tipo de suelo

A= Área de la microcuenca (Ha)

El coeficiente de escorrentía es un parámetro hidrológico que representa la proporción de la precipitación que se transforma en escorrentía directa, considerando las pérdidas por infiltración, evapotranspiración, almacenamiento superficial y otras formas de retención en la cuenca, donde su valor depende de factores como la textura y permeabilidad del suelo, la cobertura vegetal, el uso del suelo y la pendiente del terreno.

De acuerdo con manuales hidrológicos internacionales y tablas de referencia (FAO, 2015), los valores típicos del coeficiente de escorrentía se sitúan en los siguientes rangos:

- Suelos arenosos y con cobertura forestal densa: 0.10 – 0.30
- Áreas agrícolas y pastizales en suelos franco–arcillosos: 0.30 – 0.60
- Suelos compactados, zonas urbanas o pavimentadas: 0.60 – 0.95

En el caso de las microcuencas de Latarani y Qarqapunku, se determinó un coeficiente de escorrentía de 0.50, valor que corresponde a una condición

intermedia entre zonas de alta infiltración y zonas impermeables, esta asignación se justifica por las siguientes razones:

- Uso del suelo y cobertura: la zona presenta predominantemente áreas agrícolas y de pastoreo, con cobertura vegetal media, lo que limita la infiltración total y favorece la escorrentía superficial.
- Tipo de suelo: la presencia de suelos de textura arcillosa y con moderada compactación aumenta la escorrentía respecto a suelos arenosos.
- Topografía y pendiente: los canales y microcuencas analizadas poseen pendientes medias a fuertes (62.24 m/km en Latarani y 124.20 m/km en Qarqapunku), lo que incrementa la velocidad de concentración del flujo y reduce la infiltración.

Por lo tanto, el valor adoptado de $C=0.50$ se enmarca dentro de los rangos propuestos en la literatura hidrológica y refleja adecuadamente las características físicas y de uso del suelo de las microcuencas en estudio, por lo tanto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29. Caudales máximos de la microcuenca Latarani

Facultad de Ingeniería					
	Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil				
	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Maranganí, 2024				
	Título:				
Tesista:		Freddy Harold Blanco Huaracha			
CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA - LATARANI (m3/seg)					
PERIODO DE RETORNO	COEF. DE ESCORRENTÍA	Pmax 24 Hr (mm)	Área (Ha)	Pendiente Promedio (m/Km)	Caudal Máximo (m3/seg)
		mm	Ha	m/km	
2	0.50	29.2	25483	62.24	30.00
5	0.50	34.1	25483	62.24	35.03
10	0.50	36.7	25483	62.24	37.65
25	0.50	39.2	25483	62.24	40.21

50	0.50	40.7	25483	62.24	41.84
100	0.50	43.5	25483	62.24	44.67
200	0.50	44.0	25483	62.24	45.14
500	0.50	48.8	25483	62.24	50.10

La tabla presentada mostraba el cálculo de los caudales máximos (en metros cúbicos por segundo, m³/seg) para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Latarani. Este caudal máximo representaba la estimación del flujo de agua que se generaría en el área específica durante eventos de lluvia intensos a lo largo de diferentes periodos de retorno, cada uno asociado con una probabilidad diferente de ocurrencia.

Donde el periodo de retorno se refería a la frecuencia con la que se esperaba que ocurriera un evento de lluvia de una magnitud dada. Por ejemplo, un periodo de retorno de 2 años indicaba que dicho evento tenía una probabilidad de ocurrir una vez cada 2 años. A medida que el periodo de retorno aumentaba, también lo hacía la magnitud del caudal máximo esperado. Los valores de los periodos de retorno variaban desde 2 hasta 500 años, lo que reflejaba la diferencia entre eventos que ocurrían con mayor frecuencia (como aquellos con un retorno de 2 años) y eventos de muy baja probabilidad (como los que tenían un retorno de 500 años).

El coeficiente de escorrentía, que se mantenía constante en 0.50 en todos los casos, representaba la proporción de la precipitación que no se infiltraba en el suelo, sino que se convertía en escorrentía superficial, es decir, el agua que fluía hacia los cauces de los ríos o quebradas. Este coeficiente dependía de diversos factores, como el tipo de suelo, el uso del terreno y las características específicas de la microcuenca, y era fundamental para el cálculo del caudal máximo.

El Pmax 24 Hr (mm) hacía referencia a la precipitación máxima acumulada en un período de 24 horas para cada uno de los periodos de retorno. Esta variable fue importante para estimar el volumen de agua que caería en el área de la microcuenca durante un evento de lluvia. A medida que aumentaba el periodo de retorno, también lo hacía la cantidad de precipitación máxima esperada, lo que reflejaba el incremento en la intensidad de la tormenta a medida que el periodo de retorno se volvía más largo.

El área de la microcuenca, que se mantenía constante en 25,483 hectáreas, se utilizó en los cálculos para determinar el caudal total que se generaría en respuesta a la lluvia acumulada en esa área específica.

La pendiente promedio (62.24 m/km) de la microcuenca indicaba la inclinación general del terreno a lo largo de la cuenca. Este dato fue clave para calcular la velocidad de escorrentía, ya que una pendiente mayor tiende a generar un flujo más rápido del agua, lo cual afecta el caudal máximo.

Finalmente, la columna de caudal máximo mostraba los caudales estimados para cada periodo de retorno. Estos valores variaban según la intensidad de la tormenta y la cantidad de precipitación acumulada. Por ejemplo, para un periodo de retorno de 2 años, el caudal máximo estimado fue de 30.00 m³/seg, mientras que, para un retorno de 500 años, el caudal máximo llegó a 50.10 m³/seg. Estos caudales representaban el flujo máximo de agua que se esperaba en la microcuenca bajo las condiciones específicas de cada evento de lluvia.

Tabla 30. Caudales máximos de la microcuenca Latarani

Facultad de Ingeniería					
	Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil				
	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Maranganí,				
	2024				
Titulo:					
Tesista:	Freddy Harold Blanco Huaracha				
CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA - LATARANI (m3/seg)					
PERIODO DE RETORNO	COEF. DE ESCORTENTÍA	Pmax 24 Hr (mm)	Area (Ha)	Pendiente Promedio (m/Km)	Caudal Máximo (m3/seg)
		mm	Ha	m/km	
2	0.50	29.2	2958	124.20	11.50
5	0.50	34.1	2958	124.20	13.43
10	0.50	36.7	2958	124.20	14.43
25	0.50	39.2	2958	124.20	15.42
50	0.50	40.7	2958	124.20	16.04
100	0.50	43.5	2958	124.20	17.12
200	0.50	44.0	2958	124.20	17.30
500	0.50	48.8	2958	124.20	19.21

La tabla presentada detalla los cálculos de los caudales máximos en la microcuenca Latarani, expresados en metros cúbicos por segundo (m³/seg), en función de diferentes periodos de retorno. Esta información es fundamental para la

planificación y el diseño de infraestructuras de drenaje y control de inundaciones en la zona. A continuación, se realiza una explicación detallada de cada columna de la tabla:

El periodo de retorno refleja la probabilidad de que un evento específico, como una tormenta intensa, ocurra en un año determinado. Un periodo de retorno de 2 años indica que existe una probabilidad del 50% de que el evento se repita cada dos años. A medida que el periodo de retorno aumenta, el evento se vuelve menos probable, pero más intenso. En la tabla, se incluyen periodos de retorno que varían de 2 hasta 500 años, con incrementos progresivos en la magnitud del caudal máximo.

El coeficiente de escorrentía, que se mantiene constante en 0.50 para todas las filas de la tabla, representa la fracción de la precipitación total que no se infiltra en el suelo, sino que fluye como escorrentía superficial hacia los cauces. Este valor se asume como constante en esta tabla, lo que implica que las condiciones del terreno y las características de la microcuenca (como la vegetación o el uso del suelo) no varían significativamente a lo largo de los distintos periodos de retorno.

La columna P_{max} 24 Hr (mm) muestra la precipitación máxima acumulada durante 24 horas para cada periodo de retorno, expresada en milímetros. Esta medida es clave para determinar la cantidad de lluvia que puede caer en un periodo de 24 horas en la microcuenca. La precipitación máxima aumenta conforme se incrementa el periodo de retorno, reflejando la mayor intensidad de la lluvia asociada con eventos menos frecuentes, pero más intensos. Por ejemplo, para un periodo de retorno de 2 años, la precipitación máxima es de 29.2 mm, mientras que para un periodo de 500 años alcanza los 48.8 mm.

El área de la microcuenca considerada en el análisis es de 2,958 hectáreas, lo que implica que todos los cálculos de caudal máximo y precipitación se aplican a esta extensión territorial. Esta área es esencial para calcular el volumen de agua que se genera debido a las precipitaciones, ya que una mayor área de captación contribuye a un mayor caudal.

La pendiente promedio de la microcuenca es de 124.20 m/km, lo que indica la inclinación general del terreno a lo largo de la cuenca. Una pendiente mayor puede generar un mayor flujo de agua, debido a que el agua fluye más rápidamente cuesta abajo, reduciendo el tiempo de concentración. En este caso, la pendiente es constante para todos los periodos de retorno, lo que simplifica los cálculos, pero es

un factor importante a la hora de analizar el comportamiento del flujo de agua en terrenos de diferente topografía.

La columna de caudal máximo muestra el caudal estimado en metros cúbicos por segundo (m^3/seg) que se espera para cada periodo de retorno bajo las condiciones especificadas. Estos caudales máximos son el resultado de la combinación del coeficiente de escorrentía, la precipitación máxima de 24 horas y el área de la microcuenca. Los caudales aumentan conforme aumenta el periodo de retorno, ya que los eventos de lluvia más intensos generan mayores caudales. Por ejemplo, para un periodo de retorno de 2 años, el caudal máximo es de $11.50 \text{ m}^3/\text{seg}$, mientras que, para un periodo de retorno de 500 años, el caudal máximo asciende a $19.21 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Contratación hipótesis general

H0: La eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego permitirá una rehabilitación más efectiva de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, no incrementa la disponibilidad de agua para riego y mejorando la productividad agrícola.

H1: La eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego permitirá una rehabilitación más efectiva de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, incrementando la disponibilidad de agua para riego y mejorando la productividad agrícola.

Tabla 31. Comprobación hipótesis general

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Caudal	Se asumen varianzas iguales	4,740	,047	10,427	14	,000	25,02375	2,39989	19,87649	30,17101
	No se asumen varianzas iguales			10,427	9,014	,000	25,02375	2,39989	19,59612	30,45138

La eficiencia hidráulica, se midió mediante el caudal máximo en los proyectos en estudio. La hipótesis general planteada en este estudio establece que la eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego no permitirá una rehabilitación más efectiva de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, ni incrementará la disponibilidad de agua para riego ni mejorará la productividad agrícola.

Los resultados obtenidos a través de la prueba de Levene para igualdad de varianzas fueron significativos, el valor de $F = 4.740$ y el valor $p = 0.047$ indicaron que las varianzas entre las dos muestras no son iguales.

Al realizar la prueba t para la igualdad de medias, se obtuvieron los siguientes resultados al asumir varianzas iguales: $t = 10.427$, grados de libertad (gl) = 14, y valor $p = 0.000$, este valor p es considerablemente menor que el umbral de significancia de 0.05, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula, esto implica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias, sugiriendo que la eficiencia hidráulica optimizada tiene un impacto positivo y directo en la rehabilitación de los terrenos agrícolas, incrementando la disponibilidad de agua para riego y mejorando la productividad agrícola. Además, el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias, que oscila entre 19.88 y 30.17, no incluye el valor cero, lo que refuerza la evidencia de que la diferencia observada es estadísticamente significativa.

En conclusión, los resultados muestran que la eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego tiene un impacto positivo en la rehabilitación de los terrenos agrícolas, incrementando la disponibilidad de agua para riego y mejorando la productividad agrícola en la comunidad de Ccuyo – Maranganí. Estos resultados indican que la intervención hidráulica no solo facilita la rehabilitación de los

terrenos, sino que también contribuye a mejorar la sostenibilidad agrícola de la región, aumentando la eficiencia de los recursos hídricos disponibles.

Contratación hipótesis específica 1

H0: La evaluación de la eficiencia hidráulica en los canales de riego no permitirá identificar las deficiencias en la distribución del agua y plantear mejoras que optimicen la rehabilitación de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.

H1: La evaluación de la eficiencia hidráulica en los canales de riego no permitirá identificar las deficiencias en la distribución del agua y plantear mejoras que optimicen la rehabilitación de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.

Tabla 32. Comprobación hipótesis específica 1

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Demanda del caudal proyecto (m3/s)	Se asumen varianzas iguales	1,926	,187	-1,685	14	,114	-18812,55239	11164,09629	-42757,15749	5132,05270
	No se asumen varianzas iguales			-1,685	9,334	,125	-18812,55239	11164,09629	-43930,50817	6305,40339
Caudal Disponible (m3/s)	Se asumen varianzas iguales	26,223	,000	-2,265	14	,040	-16454265,15829	7266032,67424	-32038355,31197	-870175,00461
	No se asumen varianzas iguales			-2,265	7,188	,057	-16454265,15829	7266032,67424	-33545139,48174	-636609,16517

La hipótesis específica 1 plantea que la evaluación de la eficiencia hidráulica en los canales de riego no permitirá identificar las deficiencias en la distribución del agua ni plantear mejoras que optimicen la rehabilitación de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.

La prueba de Levene muestra un valor $F = 1.926$ y un valor $p = 0.187$, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, esto implica que las varianzas entre las dos muestras son homogéneas y, por tanto, se puede proceder con la prueba t asumiendo varianzas iguales.

Al asumir varianzas iguales, el valor $t = -1.685$ con grados de libertad (gl) = 14 y valor $p = 0.114$ nos lleva a no rechazar la hipótesis nula, dado que el valor p es mayor que 0.05, no se encuentra evidencia suficiente para afirmar que existe una diferencia significativa en las medias entre las dos muestras, la diferencia de medias es de -18,812.55, con un error estándar de 11,164.10, y el intervalo de confianza para la diferencia de medias es de -42,757.16 a 5,132.05, lo que incluye el valor cero, lo que refuerza la conclusión de que no hay una diferencia significativa entre las muestras.

En cuanto al caudal disponible, muestra un valor $t = -2.265$ con $gl = 14$ y valor $p = 0.040$ indica que se rechaza la hipótesis nula, el valor p es menor a 0.05, lo que sugiere que existe una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras en cuanto al caudal disponible, la diferencia de medias es de -16,454,265.16, con un error estándar de 7,266,032.67, y el intervalo de confianza para la diferencia de medias es de -32,038,355.31 a -870,175.00, lo que no incluye el valor cero, confirmando que hay una diferencia significativa.

Los resultados obtenidos para la demanda del caudal del proyecto no muestran diferencias significativas entre las muestras, lo que implica que la evaluación de la eficiencia hidráulica no está contribuyendo de manera significativa a la identificación de deficiencias en la distribución del agua en esta variable, sin embargo, en el caso del caudal disponible, la prueba t con varianzas iguales sí mostró una diferencia significativa, sugiriendo que la evaluación hidráulica tiene un impacto significativo en la identificación de deficiencias en la distribución del agua y en la optimización de la rehabilitación de los terrenos agrícolas en algunos casos.

Contratación hipótesis específica 2

H0: Las características técnicas, como el tipo de revestimiento y el diseño del canal, influyen significativamente en la eficiencia hidráulica, afectando la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Marangani en 2024.

H1: Las características técnicas, como el tipo de revestimiento y el diseño del canal, no influyen significativamente en la eficiencia hidráulica, afectando la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.

Tabla 33. Comprobación hipótesis específica 2

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar		Inferior	Superior
Descargas medias mensuales generadas (m3/s)	Se asumen varianzas iguales	,362	,557	- ,291	14	,775	-,18000	,61884		- 1,50728	1,14728
	No se asumen varianzas iguales			- ,291	13,393	,776	-,18000	,61884		- 1,51294	1,15294

Se plantea como hipótesis alterna, las características técnicas, como el tipo de revestimiento y el diseño del canal, no influyen significativamente en la eficiencia hidráulica, afectando la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.

La prueba de Levene muestra un valor $F = 0.362$ con un valor $p = 0.557$, lo que es significativamente mayor que 0.05, esto significa que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, en otras palabras, las varianzas entre las dos muestras se pueden considerar iguales, y podemos proceder con la prueba t asumiendo varianzas iguales.

Al asumir varianzas iguales, el valor $t = -0.291$ con grados de libertad (gl) = 14 y valor $p = 0.775$ nos lleva a no rechazar la hipótesis nula, el valor p es claramente mayor que 0.05, lo que indica que no existe una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras respecto a las descargas medias mensuales generadas, la diferencia de medias es -0.18, con un error estándar de 0.62, y el intervalo de confianza para la diferencia de medias se extiende de -1.51 a 1.15, que incluye el valor cero, reforzando la conclusión de que no hay una diferencia significativa entre las muestras.

Los resultados de ambas pruebas t, indican que no hay una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras respecto a las descargas medias mensuales generadas, por lo tanto, no se puede concluir que las características técnicas, como el tipo de revestimiento y el diseño del canal, influyan

significativamente en la eficiencia hidráulica en cuanto a su relación con la rehabilitación de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí.

Contratación hipótesis específica 3

H0: La optimización de la eficiencia hidráulica, utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, no tendrá un impacto positivo en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, al mejorar la distribución y el uso eficiente del recurso hídrico.

H1: La optimización de la eficiencia hidráulica, utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, tendrá un impacto positivo en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, al mejorar la distribución y el uso eficiente del recurso hídrico.

Tabla 34. Comprobación hipótesis específica 3

<i>Prueba de muestras independientes</i>									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
									Inferior Superior
Antes	Se asumen varianzas iguales	,314	,596	-	6	,013	-9,45750	2,70317	- -2,84307
	No se asumen varianzas iguales			3,499	5,683	,014	-9,45750	2,70317	16,07193 - -2,75269
				3,499					16,16231
Después	Se asumen varianzas iguales	,312	,597	-	6	,013	-13,44250	3,84038	- -4,04543
	No se asumen varianzas iguales			3,500	5,686	,014	-13,44250	3,84038	22,83957 - -3,91817
				3,500					22,96683

Se planteó como hipótesis alterna: La optimización de la eficiencia hidráulica, utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, sí tendrá un impacto positivo en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, al mejorar la distribución y el uso eficiente del recurso hídrico.

La prueba de Levene para igualdad de varianzas muestra un valor $F = 0.314$ con un valor $p = 0.596$, lo que es mayor que 0.05, esto indica que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, lo que significa que las varianzas de las dos muestras son homogéneas, y por tanto, se puede proceder con la prueba t asumiendo varianzas iguales.

Antes de la optimización (caudal antes de la intervención): El valor de $t = -3.499$ con grados de libertad (gl) = 6 y valor $p = 0.013$ es menor que 0.05, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que hay una diferencia significativa entre las medias antes de la optimización. La diferencia de medias es -9.46, con un error estándar de 2.70, y el intervalo de confianza para la diferencia de medias se encuentra entre -16.07 y -2.84, lo que no incluye el valor cero, confirmando que la optimización tuvo un impacto significativo en la rehabilitación.

Después de la optimización (caudal después de la intervención): El valor de $t = -3.500$ con $gl = 6$ y valor $p = 0.013$ también es menor que 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra que hay una diferencia significativa entre las medias después de la optimización, sugiriendo que la intervención tuvo un impacto positivo. La diferencia de medias es -13.44, con un error estándar de 3.84, y el intervalo de confianza de la diferencia de medias está entre -22.84 y -4.05, lo que nuevamente no incluye el valor cero, corroborando la efectividad de la intervención.

Los resultados obtenidos de la prueba t para la igualdad de medias indican que se rechaza la hipótesis nula en ambos casos (antes y después de la optimización), tanto al asumir como al no asumir varianzas iguales. Los valores p (0.013 y 0.014) son menores que 0.05, lo que confirma que la optimización de la eficiencia hidráulica sí tiene un impacto positivo en la rehabilitación de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024, se concluye que la intervención en la eficiencia hidráulica contribuye significativamente a mejorar la distribución del agua y optimizar el uso del recurso hídrico, lo que se refleja en las diferencias significativas entre las medias antes y después de la optimización.

DISCUSIONES

Los resultados de esta investigación destacan la importancia crítica de mejorar la eficiencia hidráulica en los canales de riego para optimizar el uso de los recursos hídricos en la rehabilitación de terrenos agrícolas. Esta conclusión coincide con lo señalado por Cisneros y Pacheco (2007), quienes enfatizan que una mayor eficiencia en la distribución del agua es esencial no solo para incrementar la productividad agrícola sino también para reducir la presión sobre sistemas hídricos ya vulnerables, especialmente en regiones áridas o semiáridas. En este sentido, la comunidad de Ccuyo en Maranganí representa un caso paradigmático donde las intervenciones estructurales pueden contribuir significativamente a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas locales. Sin embargo, estudios como el de Lopez (2022), advierte que las mejoras tecnológicas deben complementarse con una gestión participativa de los usuarios para asegurar la sostenibilidad social y económica de las intervenciones. Según los resultados de la presente investigación el análisis realizado, que incluye la evaluación del balance hídrico, muestra que existe un superávit constante de agua durante todo el año para los subsistemas Canal Principal #01 y Canal Principal #02, lo cual sugiere que las demandas hídricas para riego en las 283 hectáreas potenciales pueden ser cubiertas adecuadamente. Este resultado es indicativo de que el recurso hídrico disponible es suficiente, al menos en términos volumétricos, para atender las necesidades agrícolas de la zona, sin embargo, la presencia de un balance hídrico positivo no implica necesariamente una alta eficiencia hidráulica en el sistema de canales. La eficiencia hidráulica se refiere no solo a la disponibilidad del recurso sino a la capacidad del sistema para distribuir el agua con mínimas pérdidas por filtración, evaporación o manejo inadecuado. Por tanto, aunque el balance sugiere un contexto favorable, se requiere realizar estudios específicos para medir pérdidas reales, incluyendo inspecciones físicas de los canales y mediciones puntuales de caudales en puntos estratégicos. Además, es importante evaluar la gestión operativa del riego, pues factores como la distribución desigual, tiempos de riego inapropiados o deficiencias en el mantenimiento pueden reducir significativamente la eficiencia y, por ende, limitar la rehabilitación agrícola. La importancia de esta evaluación radica en que una baja eficiencia hidráulica puede traducirse en una asignación ineficiente del agua, afectando negativamente la productividad agrícola y aumentando costos operativos. Por ello, este diagnóstico inicial sirve como base para plantear mejoras técnicas y de gestión.

Un hallazgo clave fue la presencia de pérdidas significativas de agua, principalmente por infiltración en canales no revestidos y por el deterioro de las estructuras. La eficiencia hidráulica actual, estimada en un 65%, indica que cerca del 35% del caudal se pierde, cifra que se alinea con las observaciones de Tacuri (2021), quienes reportaron pérdidas superiores al 30% en sistemas similares no revestidos. Estas pérdidas no solo limitan el acceso equitativo al agua, particularmente en parcelas alejadas, sino que también generan impactos económicos y sociales adversos. Mientras que Montes (2023), resaltan que el revestimiento de canales es una solución efectiva para reducir estas pérdidas, advierten sobre la necesidad de evaluar los costos a largo plazo y el impacto ambiental de materiales impermeabilizantes antes de su implementación. Las características técnicas de los canales y del sistema de riego son determinantes para la eficiencia hidráulica. En este estudio, la infraestructura de los canales principales en las microcuencas Qarqapunku y Latarani debe ser analizada no solo en términos estructurales sino también en su capacidad para responder a las variaciones climáticas y demandas agrícolas, donde el periodo de análisis pluviométrico que abarca desde 1964 hasta 2019, apoyado por seis estaciones meteorológicas, proporciona un marco robusto para entender la dinámica de la precipitación y su impacto en la disponibilidad de agua para riego. La precipitación media anual de aproximadamente 860 mm para ambas microcuencas es un dato relevante que refleja el potencial hídrico natural. No obstante, la variabilidad interanual y estacional de esta precipitación exige que los canales y el sistema de distribución sean diseñados para adaptarse a estas fluctuaciones, evitando tanto la escasez como el exceso de agua. Además, la identificación de caudales máximos con periodos de retorno de 50 años ($41.84 \text{ m}^3/\text{s}$ en Latarani y $16.04 \text{ m}^3/\text{s}$ en Qarqapunku) implica que el diseño hidráulico debe considerar la resistencia y capacidad para soportar eventos hidrológicos extremos, que podrían dañar la infraestructura y afectar la eficiencia operativa. Esto resalta la necesidad de contar con un sistema resiliente, que incluya estructuras de control, mantenimiento constante y protocolos para la gestión de eventos críticos, finalmente otro aspecto técnico que impacta en la eficiencia es la topografía y el uso de tecnología adecuada para controlar y monitorear el flujo del agua. La implementación de válvulas, compuertas ajustables y sensores puede contribuir a mejorar la distribución y reducir pérdidas, el mantenimiento regular, la capacitación de los operadores y la participación activa de la comunidad usuaria son elementos fundamentales para garantizar que las características técnicas se traduzcan en una gestión eficiente.

En consonancia con esta línea, los resultados obtenidos en Ccuyo refuerzan la urgencia de adoptar tecnologías de revestimiento modernas, donde materiales como geomembranas y concretos reforzados pueden reducir considerablemente la infiltración y aumentar la durabilidad de las estructuras frente a procesos erosivos. En el contexto de Ccuyo, la aplicación de estas tecnologías podría elevar la eficiencia hidráulica hasta un 85%, disminuyendo las pérdidas a un 15% y asegurando un suministro estable para 283 hectáreas de cultivo. No obstante, estudios como el de Cisneros y Pacheco (2007), señalan que el éxito de estas mejoras también depende de la capacitación de los usuarios y el mantenimiento continuo, elementos que en ocasiones son subestimados.

Otro problema detectado fue la distribución desigual del agua, exacerbada por la acumulación de sedimentos y fallas en los mecanismos de regulación. Tal problemática ha sido ampliamente documentada, como en el trabajo de Chen y Wang (2016), que describen cómo la sedimentación reduce la capacidad hidráulica y altera los patrones de distribución, incrementando conflictos sociales. En Ccuyo, donde la inequidad hídrica ya genera tensiones, esta situación cobra especial relevancia. Para enfrentar estos desafíos, autores como Apaza (2024), proponen la implementación de modelos hidráulicos avanzados que simulan distintos escenarios operativos para optimizar la distribución, complementados con sistemas automatizados de control. Esta integración tecnológica, junto con un programa regular de mantenimiento, podría mejorar la equidad y eficiencia. El tercer objetivo del estudio, enfocado en la optimización de la eficiencia hidráulica, destaca la relevancia de integrar la información histórica y actualizada para tomar decisiones informadas en la gestión del riego, el empleo de métodos estadísticos para el análisis pluviométrico, junto con modelos hidráulicos como el método Mac-Math para estimar caudales máximos, provee un marco técnico sólido para la planificación y optimización del sistema. Estos métodos permiten anticipar demandas, gestionar recursos y diseñar intervenciones técnicas que reduzcan pérdidas y mejoren la distribución, además, la incorporación de datos meteorológicos actuales facilita la aplicación de sistemas de riego más precisos y dinámicos, que ajusten el suministro de agua a las condiciones climáticas reales, evitando derroches y garantizando la disponibilidad en periodos críticos para los cultivos.

En la práctica, la optimización implica identificar y corregir ineficiencias detectadas en el sistema, tales como puntos con pérdidas elevadas, horarios inadecuados de riego, o falta de sincronización entre demanda y oferta hídrica. La

simulación y modelación computacional pueden ser herramientas valiosas para diseñar escenarios de mejora y evaluar el impacto de diferentes medidas antes de su implementación.

La influencia directa de la eficiencia hidráulica en la rehabilitación de terrenos agrícolas es evidente. Diversos estudios, entre ellos el de Puelles (2023), sostienen que una distribución óptima del agua incrementa la productividad y rentabilidad agrícola, especialmente en zonas con dependencia exclusiva del riego. En Ccuyo, la percepción de los agricultores sobre la mejora del rendimiento aumento, además del efecto positivo en la ampliación de áreas cultivadas. Estos resultados tienen implicaciones significativas para la seguridad alimentaria y la resiliencia frente a la variabilidad climática, lo que es respaldado por las conclusiones de Tacuri (2021), quienes destacan la importancia de sistemas hidráulicos adaptativos en el contexto del cambio climático.

En relación con la capacidad de los sistemas para manejar eventos hidrológicos extremos, la estimación de caudales máximos mediante el método Mac-Math reveló valores críticos para las microcuencas estudiadas, lo que coincide con el análisis de Connor (2020), que subraya la vulnerabilidad de infraestructuras hidráulicas tradicionales ante eventos climáticos extremos. La incorporación de estos factores en el diseño y rehabilitación es crucial para evitar daños y asegurar la protección de áreas agrícolas, como han enfatizado Capcha y Chuquillanqui, (2021), en estudios sobre infraestructura resiliente. Finalmente, la integración de consideraciones ambientales en la rehabilitación es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo. Como apuntan Ticona (2024), las intervenciones deben minimizar impactos negativos y promover la conservación de la biodiversidad. En Ccuyo, la utilización de revestimientos ecológicos y técnicas de bajo impacto podría reducir las emisiones de carbono y preservar la salud ambiental local, alineándose con los enfoques de gestión hídrica sostenible propuestos por Villar y Santa (2020), este enfoque integral que combina tecnología, gestión social y conservación ambiental representa el camino hacia sistemas de riego más eficientes, resilientes y justo.

CONCLUSIONES

- La eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego de la comunidad de Ccuyo – Maranganí puede lograrse considerando los 283 ha de riego potencial, con una distribución eficiente del recurso hídrico basada en la precipitación media anual de 860.17 mm (Qarqapunku) y 857.06 mm (Latarani). Los caudales máximos de 16.04 m³/s y 41.84 m³/s permiten garantizar la conducción de agua suficiente incluso en eventos extremos (50 años de retorno), asegurando la rehabilitación efectiva de los terrenos agrícolas.
- Se constató que los canales de los subsistemas canal principal #01 y canal principal #02 presentan un balance hídrico con superávit mensual, lo que indica que, en términos generales, la demanda de agua para riego de las 283 ha está cubierta, sin embargo, se identificaron pérdidas de conducción y distribución que afectan la eficiencia hidráulica, evidenciando la necesidad de intervenciones para reducir estas pérdidas y optimizar la operación de los canales.
- La eficiencia hidráulica está directamente influenciada por la geometría de los canales, el tipo de revestimiento y la pendiente, así como por los caudales máximos de 16.04 m³/s (Qarqapunku) y 41.84 m³/s (Latarani). Estos parámetros, junto con la demanda de 283 ha, permiten priorizar intervenciones específicas en los canales que maximicen el transporte y la distribución del agua, reduciendo pérdidas por filtración y desbordes.
- A partir del análisis de la información pluviométrica histórica de seis estaciones (1964–2019) y la aplicación de modelos de optimización hidráulica, se identificaron estrategias clave para mejorar la eficiencia en la conducción y distribución del agua dentro del sistema de riego, entre las principales mejoras a implementar se destacan: la regulación dinámica del caudal según la disponibilidad hídrica y la demanda agrícola, la sectorización de los canales para un control más preciso del flujo, y la incorporación de compuertas automatizadas y sensores de caudal en puntos críticos. Estas acciones permiten maximizar el uso del recurso hídrico, reducir pérdidas por infiltración y escorrentía, y adaptar el sistema a las variaciones climáticas estacionales, siendo estas medidas contribuyen a una rehabilitación agrícola sostenible, garantizando una distribución equitativa y eficiente del agua en las 283 hectáreas intervenidas.

RECOMENDACIONES

- Para los gestores del sistema de riego, establecer un plan maestro de mantenimiento y rehabilitación de canales, priorizando los tramos con mayores pérdidas identificadas en los monitoreos, e incorporando tecnologías modernas de medición de caudal para garantizar una conducción eficiente de hasta 41.84 m³/s.
- Para los técnicos responsables y comités de usuarios, diseñar e implementar un sistema participativo de monitoreo hidráulico, que incluya inspecciones mensuales, registros comunitarios de fugas o anomalías, y validación del balance hídrico, promoviendo la transparencia y la corresponsabilidad en la gestión del recurso.
- Para los ingenieros del proyecto, realizar un diagnóstico técnico detallado de los canales principales y secundarios, considerando pendiente, sección hidráulica y tipo de revestimiento, con el fin de definir intervenciones prioritarias en los tramos que limitan el flujo eficiente de los caudales máximos estimados.
- Para la comunidad agrícola, adoptar prácticas de riego tecnificado y programado, utilizando horarios establecidos y caudales asignados según tipo de cultivo, área sembrada y disponibilidad hídrica, contribuyendo a una distribución equitativa y al uso racional del agua en las 283 hectáreas atendidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, A. *Justificación de la Investigación*. Lima: Repositorio de la Universidad de Lima. 2020. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota%20Acad%C3%A9mica%205%20%2818.04.2021%29%20%20Justificaci%C3%B3n%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=Justificaci%C3%B3n%20pr%C3%A1ctica%20Implica%20desc>
- APAZA, R. DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA EFICIENCIA HIDRÁULICA Y COSTO EN DISEÑO DE CANALES DE SECCIÓN TRAPEZOIDAL Y RECTANGULAR EN LA COMUNIDAD HUILASIPE DISTRITO DE ACORA, PROVINCIA, DEPARTAMENTO PUNO, 2021. 2024. Obtenido de https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21190/Apaza_Huallpa_Rufo.pdf;jsessionid=E8530F0DFCD34A75E70EA5799A64F0F3?sequence=1
- CABEZAS, E. D., NARANJO, D., Y TORRES, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolqui, Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.2018.
- CAPCHA, G., Y CHUQUILLANQUI, F. *Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad - canal Huayao, Chupaca, Junín 2021*. Repositorio de la Universidad Continental. 2021. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11093/2/IV_FIN_105_TE_Capcha_Martinez_2021.pdf
- CAPCHA, G., Y MARTINEZ, F. *Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad - canal Huayao, Chupaca, 2021*. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11093/2/IV_FIN_105_TE_Capcha_Martinez_2021.pdf
- CISNEROS, F., Y PACHECO, E. *Evaluación del rendimiento de sistemas de riego por aspersión de baja pluviosidad como resultado de la aplicación de la extensión como soporte técnico*. doi:10.4995/ia.2007.2910. 2007
- CONNOR, F. *Rendimiento del riego antes y después de la rehabilitación de un pequeño sistema de riego representativo junto al río Senegal, Mauritania*. 2020. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377410000399>

DE LA PAZ, C. *METODOLOGÍAS PARA LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE CENTRALES DE BIOMASA Y MINIHIDRÁULICA COMO RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES EN LA COMARCA DE EL BIERZO*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. 2012. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/19718796.pdf>

DÍAZ, P., JAQUE, E., Y OJEDA, C. PRESIÓN HÍDRICA EN AMBIENTES LACUSTRES DE ALTA MONTAÑA: ENTRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL DESARROLLO ENERGÉTICO. LAGUNA DEL LAJA, CHILE. *Diálogo Andino*. 2018. Obtenido de <http://dialogoandino.cl/wp-content/uploads/2018/03/12-DIAZ-CASTILLO-OJEDA-RDA-55.pdf>

FALCONÍ, C. Diseño del sistema de riego por goteo para arándanos en el campo Las Palmas, Sinaloa - México. *Universidad Agraria La Molina*. 2020. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4588>

FANO, G. *Represamientos en la cuenca del Mantaro para la disponibilidad de agua regulada en una central hidroeléctrica Mantaro*. 2021. Repositorio de la Universidad Nacional Federico Villareal. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3290198>

FAO. Irrigation Manual. 2015. Obtenido de <https://www.fao.org/4/ai596e/ai596e.pdf>

FAO. *Informe sobre la situación de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. 2020. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/seguridad-alimentaria-en-america-latina-y-el-caribe>

FERNÁNDEZ, E. *DETERMINACIÓN DE LAS VARIACIONES SUPERFICIALES Y VOLUMÉTRICAS DE LA LAGUNA DEL LAJA EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2007- SEPTIEMBRE 2018*. Repositorio de la Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles. 2019. Obtenido de <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3298/4/Fern%C3%A1ndez%20Inostroza%20C%20%20Esteban.pdf>

GUANOLUISA, F. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO CHACALOMA-HUASIPUNGOS. 2016. Obtenido de <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67089/GUANOLUISA%20-%20Estudio%20de%20Impacto%20Ambiental%20del%20mejoramiento%20y%20rehabilitaci%C3%B3n%20del%20sistema%20de%20riego%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- HASSAM, G., et al. Evaluación de la eficiencia hidráulica de canales de riego revestidos: un estudio de caso en Punjab, Pakistán. 2023. Obtenido de <https://iwaponline.com/hr/article/54/4/523/94477/Evaluation-of-hydraulic-efficiency-of-lined>
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., & Mendoza, C. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: Editorial Mc Graw Hill Education. 2018.
- INEI. *Acceso a los servicios básicos en el Perú*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1863/libro.pdf
- LA MADRIZ, J. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. ACTUACIÓN HUMANA ORIENTADA AL CONOCIMIENTO DE LA REALIDAD OBSERVABLE*. CIDE. 2019. Obtenido de <https://repositorio.cidecuador.org/bitstream/123456789/75/1/Metodologia%20de%20a%20Investigacion.pdf>
- LOPEZ, K. Evaluación hidráulica para mejorar la eficiencia hidráulica del canal de riego en el sector La Huerta, C.P. Cerro Alegre, distrito de Imperial, Cañete, Lima - 2019. 2022. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/items/777ac7e3-f5ef-469d-bc7f-83761d387346>
- MACERA, B. *Evaluación del retroceso glaciar y sus implicancias con el recurso hídrico en la cuenca Glaciar Alayripampa en los años 2013-2019*. 2022. Repositorio de posgrado de la Universidad San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/7059>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO DEL PERÚ. *Informe sobre la eficiencia de riego en el país*. 2022. Obtenido de https://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cmanuales%5Cfuturo_riego_peru.pdf
- MONTES, A. Estimación de índices de sequía en la cuenca del río Ichu utilizando datos generados por teledetección-Huancavelica-2019. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*. 2023. doi:doi.org/10.54943/ricci.v3i1.223
- ÑAUPAS, H., et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 2018. Obtenido de

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf

PEIRANO, G., DE LA FLOR, L., & VILCHEZ, J. *Estudio prospectivo sobre el estrés hídrico y la inseguridad alimentaria en el Perú*. 2023. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5511475/4909702-estudio-PROSPECTIVO-DE-ESTRES-HIDRICO-E-INSEGURIDAD-ALIMENTARIA-CEPLAN.PDF>

PUELLES, J. *Estudio hidráulico e hidrológico de la Cuenca Alto Perú y el Porvenir en el asentamiento humano Las Mercedes Alto Perú, distrito de la Oroya, provincia de Yauli – Junín para derrumbes provocado por la crecida del río, mediante el uso de los modelos matemáticos*. Repositorio de la UPC. 2023. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620953/PUELLES_MJ.pdf;sequence=1

SANCHEZ, L., Y ACOSTA, A. *Optimización del consumo de agua agrícola en Lima: Buenas prácticas y métodos de riego eficientes*. 2023. Obtenido de [HTTPS://REVISTAALFA.ORG/INDEX.PHP/REVISTAALFA/ARTICLE/VIEW/286/733](https://REVISTAALFA.ORG/INDEX.PHP/REVISTAALFA/ARTICLE/VIEW/286/733)

TACURI, D. *Evaluación de la eficiencia hidráulica del canal principal del sistema de riego La Palmira de la parroquia Quinara, cantón y provincia de Loja*. 2021. Obtenido de [HTTPS://DSpace.UNL.EDU.EC/ITEMS/6C773157-9327-424E-AC4A-661BE801E008](https://DSpace.UNL.EDU.EC/ITEMS/6C773157-9327-424E-AC4A-661BE801E008)

TICONA, V. *Evaluación de las pérdidas de conducción y mejoramiento de la eficiencia hidráulica en el canal de riego Yesera, Magollo, Vilacollo - Quilahuani - Candarave - Tacna*. 2024. Obtenido de [file:///C:/Users/Karla/Downloads/IV_FIN_105_TE_Ticona_Parihuana_2024%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Karla/Downloads/IV_FIN_105_TE_Ticona_Parihuana_2024%20(1).pdf)

VILLAR, E., Y SANTA, J. *DISEÑO DEL CANAL DE RIEGO CON MÁXIMA EFICIENCIA HIDRÁULICA MEDIANTE EL SOFTWARE HEC-RAS, DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 3+085, EN EL DISTRITO DE SALAS, REGIÓN LAMBAYEQUE*. Repositorio de la Universidad San Martín de Porres. 2020. Obtenido de https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6942/asalde_yjw.pdf;jsessionid=AF102B50381E8E0C16B6DFD372AFB49D?sequence=1

ZELENAKOVA, M., ARIFJANOV, A., Y ALLAOROV, D. El efecto del revestimiento hidráulico en la eficiencia y el costo de la reconstrucción de canales de riego. 2025. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-025-04218-2>

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	VD:		
¿Cuál será la eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024?	Determinar la eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024.	La eficiencia hidráulica optimizada en los canales de riego permitirá una rehabilitación más efectiva de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, incrementando la disponibilidad de agua para riego y mejorando la productividad agrícola.	Diseño de optimización de la eficiencia hidráulica	Reducción de pérdida por infiltración Indicadores de diseño	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	VI:		
a. ¿Cuál es el estado actual de la eficiencia hidráulica en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024?	a. Evaluar el estado actual de la eficiencia hidráulica en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024.	a. La evaluación de la eficiencia hidráulica en los canales de riego permitirá identificar las deficiencias en la distribución del agua y plantear mejoras que optimicen la rehabilitación de los terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.		Simulación vehicular	Método: Científico, Tipo: Explicativo, Alcance: Correlacional y diseño: Experimental.
b. ¿Qué características técnicas del proyecto influyen en la eficiencia hidráulica en los canales de riego para la rehabilitación de terrenos agrícolas de la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024?	b. Identificar las características técnicas del proyecto que influyen en la eficiencia hidráulica de los canales de riego en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024.	b. Las características técnicas del proyecto, como el tipo de revestimiento y el diseño del canal, influyen significativamente en la eficiencia hidráulica, afectando la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024.	Eficiencia de sistemas de riego	Uniformidad de distribución	de
c. ¿Cómo influye la optimización de la eficiencia hidráulica, utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024?	c. Realizar la optimización de la eficiencia hidráulica utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, impacta en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí, 2024.	c. La optimización de la eficiencia hidráulica, utilizando información actualizada del proyecto y datos meteorológicos, tendrá un impacto positivo en la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo – Maranganí en 2024, al mejorar la distribución y el uso eficiente del recurso hídrico.		Eficiencia de uso del agua, pérdidas y costo por unidad de agua aplicada	

ANEXO 02: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Variable independiente: Eficiencia hidráulica de los canales de riego	La eficiencia de los sistemas de riego se refiere a la capacidad de un sistema de riego para utilizar el agua de manera óptima para satisfacer las necesidades hídricas de las plantas, minimizando las pérdidas por evaporación, escorrentía y percolación profunda. Este concepto implica la maximización de la proporción de agua aplicada que es efectivamente utilizada por las plantas para su crecimiento, desarrollo y producción, en comparación con el total de agua suministrada. La eficiencia de riego es esencial para la sostenibilidad del uso del agua en la agricultura, la conservación de recursos hídricos y la reducción de costos.	En términos operacionales primero se mide el volumen total de agua aplicada a un área de cultivo durante un ciclo de riego. Esta cantidad, conocida como Volumen de Agua Aplicada (VAA), se obtiene utilizando dispositivos de medición como medidores de flujo o calculando el tiempo de riego y la capacidad del sistema. Luego, se estima el Volumen de Agua Útil (VAU), que es la cantidad de agua efectivamente absorbida por las plantas y almacenada en la zona radicular. Esta estimación se realiza midiendo la humedad del suelo antes y después del riego.	Eficiencia de aplicación de agua
			Uniformidad de distribución
			Eficiencia de uso del agua
			Pérdidas de agua
			Costo por unidad de agua aplicada
Variable dependiente: Diseño de optimización para los terrenos agrícolas	Se refiere a la implementación de mejoras técnicas y estructurales en los canales de riego con el objetivo de maximizar el transporte y distribución efectiva del agua, minimizando las pérdidas por infiltración, evaporación, y fricción. Este proceso incluye la evaluación, rediseño, y modernización de los canales, así como el uso de tecnologías y prácticas avanzadas para mejorar el flujo del agua y la capacidad de riego, garantizando un uso más eficiente del recurso hídrico para la rehabilitación de terrenos agrícolas.	Operacionalmente, la rehabilitación de ecosistemas involucra una serie de pasos y acciones concretas. Primero, se realiza un diagnóstico exhaustivo del estado actual del ecosistema, identificando las causas de su degradación y los elementos faltantes o dañados. Este diagnóstico se basa en estudios de suelo, monitoreo de la biodiversidad y evaluación de la calidad del agua, entre otras herramientas.	Coeficiente de eficiencia hídrica
			Reducción de pérdida por infiltración
			Velocidad del flujo de agua en los canales
			Uniformidad de distribución del agua
			Impacto en la producción agrícola

ANEXO 03: Cuestionario para juicio de expertos sobre datos obtenidos en el SENAMHI

a) INGENIERA GABRIELA OVIEDO MENA



CUESTIONARIO PARA JUICIO DE EXPERTOS SOBRE DATOS DEL SENAMHI

UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Marangani, 2024
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Energías Renovables
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR	Blanco Huaracha Freddy Harold
GRADO ACADÉMICO DEL INVESTIGADOR	Bachiller en Ingeniería Civil

JUSTIFICACION DEL CUESTIONARIO:

El presente cuestionario ha sido diseñado para evaluar la confiabilidad, aplicabilidad y relevancia de los datos del SENAMHI en relación con la eficiencia hidráulica de los canales de riego y su optimización para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo - Marangani. A través del juicio de expertos, se busca validar la precisión y pertinencia de estos datos en el diseño de mejoras hidráulicas. El uso de la escala de Likert permite cuantificar la percepción de los especialistas sobre aspectos técnicos y climáticos que influyen en la eficiencia del riego, facilitando el análisis de tendencias y consensos.

Sus respuestas serán utilizadas para fortalecer la validez de este estudio, agradezco su colaboración.

I. Datos del Experto

Nombre: Gabriela Oviedo Mena

Especialidad: Ingeniero Civil, maestra en ciencias de la Ins. Hidráulica y saneamiento.

Años de experiencia: 12 años

Correo electrónico: goviedo@continental.edu.pe

II. Evaluación de la Confiabilidad de los Datos Meteorológicos

- ¿Considera que los datos del SENAMHI utilizados en esta investigación tienen suficiente precisión para evaluar la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
 - Nada
 - Poco
 - ☒ Medianamente
 - Bastante
 - Totalmente



Gabriela Oviedo Mena
INGENIERO CIVIL
CIP. 147432

2. ¿Qué tan adecuada considera la metodología de recolección de datos meteorológicos del SENAMHI para el análisis de eficiencia hidráulica?
- a) Nada
 - b) Poco
 - ☒ c) Medianamente
 - d) Bastante
 - e) Totalmente
3. ¿Qué tan actualizados considera los datos meteorológicos obtenidos del SENAMHI para su uso en estudios de optimización hidráulica?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente

III. Evaluación de la Aplicabilidad de los Datos Meteorológicos en la Optimización de Canales de Riego

4. ¿En qué medida los datos meteorológicos obtenidos permiten identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente
5. ¿Qué tan útil considera la información meteorológica obtenida del SENAMHI para la planificación de mejoras en los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente

IV. Evaluación de la Influencia del Clima en la Eficiencia Hidráulica

6. ¿Qué tan relevante considera la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - ☒ c) Medianamente
 - d) Bastante
 - e) Totalmente



G
Gabriela Oviedo Mena
INGENIERO CIVIL
CIP 147435

7. ¿En qué medida la precipitación influye en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente
8. ¿En qué medida la temperatura y evaporación afectan el rendimiento hidráulico de los canales de riego?
- a) Nada
 - ☒ b) Poco
 - c) Medianamente
 - d) Bastante
 - e) Totalmente

V. Evaluación del Diseño de Optimización para Terrenos Agrícolas

9. ¿Qué tan adecuada considera la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente
10. ¿Qué tan importante considera la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas de canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente
11. ¿Qué nivel de impacto considera que tendría una optimización hidráulica basada en datos meteorológicos sobre la productividad agrícola?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente



Gabriela Oviedo Mena
INGENIERO CIVIL
CIP. 147432

La Ingeniera **Gabriela Oviedo Mena** presenta una perspectiva moderadamente positiva y equilibrada sobre la utilidad de los datos del SENAMHI para la optimización hidráulica y la rehabilitación agrícola.

Considera que la precisión de los datos del SENAMHI y la adecuación de su metodología de recolección son "Medianamente" suficientes. Sin embargo, la actualidad de los datos es vista como "Bastante" adecuada. Esto sugiere que, si bien ve margen de mejora en algunos aspectos, la información está suficientemente actualizada para su uso.

La ingeniera cree que los datos meteorológicos son "Bastante" útiles para identificar patrones climáticos y para la planificación de mejoras en los canales de riego.

En cuanto a la influencia del clima, considera que la variabilidad climática es "Medianamente" relevante para la eficiencia hidráulica, mientras que la precipitación influye "Bastante". Sin embargo, la afectación de la temperatura y evaporación al rendimiento hidráulico se percibe como "Poco".

Finalmente, la Ingeniera Oviedo Mena considera que la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos es "Bastante" adecuada para la rehabilitación de terrenos agrícolas. La integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas es también "Bastante" importante, y anticipa un impacto "Bastante" positivo en la productividad agrícola.

b) INGENIERO OMAR HENRY MARCA FLORES



CUESTIONARIO PARA JUICIO DE EXPERTOS SOBRE DATOS DEL SENAMHI

UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Cuyo - Maranganí, 2024
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Energías Renovables
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR	Blanco Huaracha Freddy Harold
GRADO ACADÉMICO DEL INVESTIGADOR	Bachiller en Ingeniería Civil

JUSTIFICACION DEL CUESTIONARIO:

El presente cuestionario ha sido diseñado para evaluar la confiabilidad, aplicabilidad y relevancia de los datos del SENAMHI en relación con la eficiencia hidráulica de los canales de riego y su optimización para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Cuyo - Maranganí. A través del juicio de expertos, se busca validar la precisión y pertinencia de estos datos en el diseño de mejoras hidráulicas. El uso de la escala de Likert permite cuantificar la percepción de los especialistas sobre aspectos técnicos y climáticos que influyen en la eficiencia del riego, facilitando el análisis de tendencias y consensos.

Sus respuestas serán utilizadas para fortalecer la validez de este estudio, agradezco su colaboración.

I. Datos del Experto

Nombre: Omar Henry Marca Flores

Especialidad: Magister Scientiae en: Ingeniería de Recursos de agua y suelo

Años de experiencia: 9

Correo electrónico: Omar.marca@unap.edu.pe

II. Evaluación de la Confiabilidad de los Datos Meteorológicos

- ¿Considera que los datos del SENAMHI utilizados en esta investigación tienen suficiente precisión para evaluar la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
 - Nada
 - Poco
 - Medianamente
 - ☒ Bastante
 - Totalmente

2. ¿Qué tan adecuada considera la metodología de recolección de datos meteorológicos del SENAMHI para el análisis de eficiencia hidráulica?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

3. ¿Qué tan actualizados considera los datos meteorológicos obtenidos del SENAMHI para su uso en estudios de optimización hidráulica?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

III. Evaluación de la Aplicabilidad de los Datos Meteorológicos en la Optimización de Canales de Riego

4. ¿En qué medida los datos meteorológicos obtenidos permiten identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

5. ¿Qué tan útil considera la información meteorológica obtenida del SENAMHI para la planificación de mejoras en los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

IV. Evaluación de la Influencia del Clima en la Eficiencia Hidráulica

6. ¿Qué tan relevante considera la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- ☒ c) Medianamente
- d) Bastante
- e) Totalmente

7. ¿En qué medida la precipitación influye en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

8. ¿En qué medida la temperatura y evaporación afectan el rendimiento hidráulico de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

V. Evaluación del Diseño de Optimización para Terrenos Agrícolas

9. ¿Qué tan adecuada considera la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas?

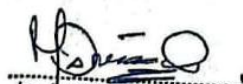
- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

10. ¿Qué tan importante considera la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas de canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- ☒ c) Medianamente
- d) Bastante
- e) Totalmente

11. ¿Qué nivel de impacto considera que tendría una optimización hidráulica basada en datos meteorológicos sobre la productividad agrícola?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente



Ing. Omar Henry Marica Flores
DOCENTE UNA PUNO
- CIP 84118

El Ingeniero **Omar Henry Marca Flores** presenta una perspectiva predominantemente positiva y optimista sobre la utilización de los datos del SENAMHI para la evaluación de la eficiencia hidráulica y la rehabilitación de terrenos agrícolas.

En cuanto a la confiabilidad, considera que la precisión de los datos del SENAMHI es "Bastante" adecuada, y la metodología de recolección y la actualidad de los datos son "Totalmente" adecuadas. Esto indica una alta confianza en la calidad y pertinencia de la información base.

Respecto a la aplicabilidad, el ingeniero cree que los datos meteorológicos son "Bastante" útiles tanto para identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica como para la planificación de mejoras en los canales de riego.

Sobre la influencia del clima, califica la variabilidad climática como "Medianamente" relevante en la eficiencia hidráulica. Sin embargo, la precipitación influye "Bastante", y la temperatura y evaporación afectan "Totalmente" el rendimiento hidráulico de los canales de riego. Esta última apreciación sobre la temperatura y evaporación difiere de las reservas expresadas por otros ingenieros.

Finalmente, en la evaluación del diseño de optimización, el Ingeniero Marca Flores considera que la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos es "Totalmente" adecuada para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas. Aunque la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas es vista como "Medianamente" importante, anticipa un impacto "Bastante" positivo en la productividad agrícola.

c) INGENIERO EDWIN LLANQUE CHAYÑA



CUESTIONARIO PARA JUICIO DE EXPERTOS SOBRE DATOS DEL SENAMHI

UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Cuyo - Maranganí, 2024
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Energías Renovables
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR	Blanco Huaracha Freddy Harold
GRADO ACADÉMICO DEL INVESTIGADOR	Bachiller en Ingeniería Civil

JUSTIFICACION DEL CUESTIONARIO:

El presente cuestionario ha sido diseñado para evaluar la confiabilidad, aplicabilidad y relevancia de los datos del SENAMHI en relación con la eficiencia hidráulica de los canales de riego y su optimización para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Cuyo - Maranganí. A través del juicio de expertos, se busca validar la precisión y pertinencia de estos datos en el diseño de mejoras hidráulicas. El uso de la escala de Likert permite cuantificar la percepción de los especialistas sobre aspectos técnicos y climáticos que influyen en la eficiencia del riego, facilitando el análisis de tendencias y consensos.

Sus respuestas serán utilizadas para fortalecer la validez de este estudio, agradezco su colaboración.

I. Datos del Experto

Nombre: Edwin Llanque Chayña

Especialidad: Maestro en Ciencias en Ingeniería de Recursos Hídricos

Años de experiencia: 17 años

Correo electrónico: Edwin.Llanque@unap.edu.pe

II. Evaluación de la Confiabilidad de los Datos Meteorológicos

1. ¿Considera que los datos del SENAMHI utilizados en esta investigación tienen suficiente precisión para evaluar la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

2. ¿Qué tan adecuada considera la metodología de recolección de datos meteorológicos del SENAMHI para el análisis de eficiencia hidráulica?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

3. ¿Qué tan actualizados considera los datos meteorológicos obtenidos del SENAMHI para su uso en estudios de optimización hidráulica?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

III. Evaluación de la Aplicabilidad de los Datos Meteorológicos en la Optimización de Canales de Riego

4. ¿En qué medida los datos meteorológicos obtenidos permiten identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

5. ¿Qué tan útil considera la información meteorológica obtenida del SENAMHI para la planificación de mejoras en los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- ☒ c) Medianamente
- d) Bastante
- e) Totalmente

IV. Evaluación de la Influencia del Clima en la Eficiencia Hidráulica

6. ¿Qué tan relevante considera la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

7. ¿En qué medida la precipitación influye en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

8. ¿En qué medida la temperatura y evaporación afectan el rendimiento hidráulico de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

V. Evaluación del Diseño de Optimización para Terrenos Agrícolas

9. ¿Qué tan adecuada considera la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

10. ¿Qué tan importante considera la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas de canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- ☒ c) Medianamente
- d) Bastante
- e) Totalmente

11. ¿Qué nivel de impacto considera que tendría una optimización hidráulica basada en datos meteorológicos sobre la productividad agrícola?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente



EDMUNDO CHAYNA
INGENIERO CIVIL
CIP. 143327

El Ingeniero **Edwin Llanque Chayña** demuestra una perspectiva generalmente muy positiva y con alta confianza en el uso de los datos del SENAMHI y la integración climática para la eficiencia hidráulica y la rehabilitación agrícola.

En cuanto a la confiabilidad, considera que la precisión de los datos del SENAMHI es "Totalmente" adecuada. La metodología de recolección y la actualidad de los datos son calificadas como "Bastante" adecuadas. Esto refleja una sólida confianza en la calidad de la información meteorológica.

Respecto a la aplicabilidad, el ingeniero cree que los datos meteorológicos son "Totalmente" efectivos para identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica. Sin embargo, la utilidad de esta información para la planificación de mejoras en los canales de riego es "Medianamente" considerada.

Sobre la influencia del clima, el Ingeniero Llanque Chayña califica la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) como "Bastante" relevante en la eficiencia hidráulica. La precipitación influye "Bastante", y la temperatura y evaporación afectan "Totalmente" el rendimiento hidráulico de los canales de riego. Su valoración sobre la temperatura y evaporación es notablemente alta.

Finalmente, en la evaluación del diseño de optimización, el Ingeniero Llanque Chayña considera que la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos es "Totalmente" adecuada para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas. Aunque la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas es vista como "Medianamente" importante, anticipa un impacto "Bastante" positivo en la productividad agrícola.

d) INGENIERO VALERIANO CONDORI APAZA



CUESTIONARIO PARA JUICIO DE EXPERTOS SOBRE DATOS DEL SENAMHI

UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Cuyo - Maranganí, 2024
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Energías Renovables
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR	Blanco Huaracha Freddy Harold
GRADO ACADÉMICO DEL INVESTIGADOR	Bachiller en Ingeniería Civil

JUSTIFICACION DEL CUESTIONARIO:

El presente cuestionario ha sido diseñado para evaluar la confiabilidad, aplicabilidad y relevancia de los datos del SENAMHI en relación con la eficiencia hidráulica de los canales de riego y su optimización para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Cuyo - Maranganí. A través del juicio de expertos, se busca validar la precisión y pertinencia de estos datos en el diseño de mejoras hidráulicas. El uso de la escala de Likert permite cuantificar la percepción de los especialistas sobre aspectos técnicos y climáticos que influyen en la eficiencia del riego, facilitando el análisis de tendencias y consensos.

Sus respuestas serán utilizadas para fortalecer la validez de este estudio, agradezcgo su colaboración.

I. Datos del Experto

Nombre: Valeriano Condori Apaza
Especialidad: Magister Scientiae en Ingeniería de Recurso de Agua y Suelo
Años de experiencia: 8 años
Correo electrónico: valerianocondori@unapalu.pe

II. Evaluación de la Confiabilidad de los Datos Meteorológicos

1. ¿Considera que los datos del SENAMHI utilizados en esta investigación tienen suficiente precisión para evaluar la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
 - a) Nada
 - b) Poco
 - ☒ c) Medianamente
 - d) Bastante
 - e) Totalmente

2. ¿Qué tan adecuada considera la metodología de recolección de datos meteorológicos del SENAMHI para el análisis de eficiencia hidráulica?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente
3. ¿Qué tan actualizados considera los datos meteorológicos obtenidos del SENAMHI para su uso en estudios de optimización hidráulica?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - d) Bastante
 - ☒ e) Totalmente

III. Evaluación de la Aplicabilidad de los Datos Meteorológicos en la Optimización de Canales de Riego

4. ¿En qué medida los datos meteorológicos obtenidos permiten identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente
5. ¿Qué tan útil considera la información meteorológica obtenida del SENAMHI para la planificación de mejoras en los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - d) Bastante
 - ☒ e) Totalmente

IV. Evaluación de la Influencia del Clima en la Eficiencia Hidráulica

6. ¿Qué tan relevante considera la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente

7. ¿En qué medida la precipitación influye en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

8. ¿En qué medida la temperatura y evaporación afectan el rendimiento hidráulico de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

V. Evaluación del Diseño de Optimización para Terrenos Agrícolas

9. ¿Qué tan adecuada considera la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

10. ¿Qué tan importante considera la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas de canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- ☒ c) Medianamente
- d) Bastante
- e) Totalmente

11. ¿Qué nivel de impacto considera que tendría una optimización hidráulica basada en datos meteorológicos sobre la productividad agrícola?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente


Dr. Villanueva, Sr. José Apaza
DIRECTOR DE G.A.
INGENIERIA TOP.
F.C.A. - UNA - PUNO

El Ingeniero **Valeriano Condori Apaza** demuestra una perspectiva generalmente positiva y con alta confianza en la utilidad de los datos del SENAMHI y su integración en la eficiencia hidráulica y la rehabilitación agrícola.

En cuanto a la confiabilidad, considera que la precisión de los datos del SENAMHI es "Medianamente" adecuada. Sin embargo, la metodología de recolección es "Bastante" adecuada y la actualidad de los datos es "Totalmente" adecuada. Esto sugiere una buena valoración de la recolección y la vigencia de la información, aunque con una reserva menor sobre la precisión general.

Respecto a la aplicabilidad, el ingeniero cree que los datos meteorológicos son "Bastante" efectivos para identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica y "Totalmente" útiles para la planificación de mejoras en los canales de riego.

Sobre la influencia del clima, el Ingeniero Condori Apaza califica la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) como "Bastante" relevante en la eficiencia hidráulica. La precipitación influye "Bastante", y la temperatura y evaporación afectan "Totalmente" el rendimiento hidráulico de los canales de riego. Esta alta valoración sobre la temperatura y evaporación coincide con la opinión de otros expertos.

Finalmente, en la evaluación del diseño de optimización, el Ingeniero Condori Apaza considera que la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos es "Totalmente" adecuada para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas. Aunque la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas es vista como "Medianamente" importante, anticipa un impacto "Bastante" positivo en la productividad agrícola.

e) INGENIERO JUAN FREDIS BLANCO BUTRON



CUESTIONARIO PARA JUICIO DE EXPERTOS SOBRE DATOS DEL SENAMHI

UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Marangani, 2024
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Energías Renovables
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR	Blanco Huaracha Freddy Harold
GRADO ACADÉMICO DEL INVESTIGADOR	Bachiller en Ingeniería Civil

JUSTIFICACION DEL CUESTIONARIO:

El presente cuestionario ha sido diseñado para evaluar la confiabilidad, aplicabilidad y relevancia de los datos del SENAMHI en relación con la eficiencia hidráulica de los canales de riego y su optimización para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo - Marangani. A través del juicio de expertos, se busca validar la precisión y pertinencia de estos datos en el diseño de mejoras hidráulicas. El uso de la escala de Likert permite cuantificar la percepción de los especialistas sobre aspectos técnicos y climáticos que influyen en la eficiencia del riego, facilitando el análisis de tendencias y consensos.

Sus respuestas serán utilizadas para fortalecer la validez de este estudio, agradezco su colaboración.

I. Datos del Experto

Nombre: JUAN FREDIS BLANCO BUTRON

Especialidad: Ing. Agronomo-Agricola

Años de experiencia: Veinte los Años

Correo electrónico: bbyfreddy01@gmail.com

II. Evaluación de la Confiabilidad de los Datos Meteorológicos

1. ¿Considera que los datos del SENAMHI utilizados en esta investigación tienen suficiente precisión para evaluar la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente



Ing. Juan Fredis Blanco Butron
INGENIERO AGRONOMO
C.I.P. 73144

2. ¿Qué tan adecuada considera la metodología de recolección de datos meteorológicos del SENAMHI para el análisis de eficiencia hidráulica?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

3. ¿Qué tan actualizados considera los datos meteorológicos obtenidos del SENAMHI para su uso en estudios de optimización hidráulica?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

III. Evaluación de la Aplicabilidad de los Datos Meteorológicos en la Optimización de Canales de Riego

4. ¿En qué medida los datos meteorológicos obtenidos permiten identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

5. ¿Qué tan útil considera la información meteorológica obtenida del SENAMHI para la planificación de mejoras en los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

IV. Evaluación de la Influencia del Clima en la Eficiencia Hidráulica

6. ¿Qué tan relevante considera la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente



Ing. Juan Fredis Blanco Butrón
INGENIERO AGRÓNOMO
C.I.P. 73144

7. ¿En qué medida la precipitación influye en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

8. ¿En qué medida la temperatura y evaporación afectan el rendimiento hidráulico de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

V. Evaluación del Diseño de Optimización para Terrenos Agrícolas

9. ¿Qué tan adecuada considera la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

10. ¿Qué tan importante considera la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas de canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

11. ¿Qué nivel de impacto considera que tendría una optimización hidráulica basada en datos meteorológicos sobre la productividad agrícola?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente



Juan Fredis Blanco Butron
Ing. Juan Fredis Blanco Butron
INGENIERO AGRONOMO
C.J.P. 73144

El Ingeniero **Juan Fredis Blanco Butron** demuestra una confianza muy alta en los datos del SENAMHI y en su aplicabilidad para la evaluación y optimización de la eficiencia hidráulica en canales de riego, así como para la rehabilitación de terrenos agrícolas. Sus respuestas, predominantemente "Bastante" y "Totalmente", indican que percibe los datos como precisos, actualizados y la metodología de recolección como adecuada.

Además, el ingeniero Blanco Butron considera que estos datos son sumamente útiles para identificar patrones climáticos y planificar mejoras en los sistemas de riego. Resalta la relevancia crucial de la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) en la eficiencia hidráulica.

Finalmente, el ingeniero cree firmemente que la optimización hidráulica basada en datos meteorológicos es muy adecuada e importante para la rehabilitación de terrenos agrícolas, y anticipa un impacto totalmente positivo en la productividad agrícola. En general, sus respuestas sugieren que ve un gran valor y potencial en la integración de la información climática para mejorar la gestión del agua en la agricultura.

f) INGENIERO VICTORIANO CARRRASCO DE LOS RIOS



CUESTIONARIO PARA JUICIO DE EXPERTOS SOBRE DATOS DEL SENAMHI

UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Cuyo - Marangani, 2024
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Energías Renovables
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR	Blanco Huaracha Freddy Harold
GRADO ACADÉMICO DEL INVESTIGADOR	Bachiller en Ingeniería Civil

JUSTIFICACION DEL CUESTIONARIO:

El presente cuestionario ha sido diseñado para evaluar la confiabilidad, aplicabilidad y relevancia de los datos del SENAMHI en relación con la eficiencia hidráulica de los canales de riego y su optimización para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Cuyo - Marangani. A través del juicio de expertos, se busca validar la precisión y pertinencia de estos datos en el diseño de mejoras hidráulicas. El uso de la escala de Likert permite cuantificar la percepción de los especialistas sobre aspectos técnicos y climáticos que influyen en la eficiencia del riego, facilitando el análisis de tendencias y consensos.

Sus respuestas serán utilizadas para fortalecer la validez de este estudio, agradezco su colaboración.

I. Datos del Experto

Nombre: Victoriano Carrasco de los Rios
Especialidad: Ingeniero Civil
Años de experiencia: 25 Años
Correo electrónico: Victoriano 7@hotmail.com

II. Evaluación de la Confiabilidad de los Datos Meteorológicos

- ¿Considera que los datos del SENAMHI utilizados en esta investigación tienen suficiente precisión para evaluar la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
 - Nada
 - Poco
 - Medianamente
 - ☒ Bastante
 - Totalmente


Victoriano Carrasco de los Rios
ING. CIVIL - CIP: 62944
SUPERVISOR DE OBRA

2. ¿Qué tan adecuada considera la metodología de recolección de datos meteorológicos del SENAMHI para el análisis de eficiencia hidráulica?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

3. ¿Qué tan actualizados considera los datos meteorológicos obtenidos del SENAMHI para su uso en estudios de optimización hidráulica?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

III. Evaluación de la Aplicabilidad de los Datos Meteorológicos en la Optimización de Canales de Riego

4. ¿En qué medida los datos meteorológicos obtenidos permiten identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

5. ¿Qué tan útil considera la información meteorológica obtenida del SENAMHI para la planificación de mejoras en los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

IV. Evaluación de la Influencia del Clima en la Eficiencia Hidráulica

6. ¿Qué tan relevante considera la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente


 **Victoriano Carrasco de los Rios**
ING. CIVIL - CIP: 62944
SUPERVISOR DE OBRA

7. ¿En qué medida la precipitación influye en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

8. ¿En qué medida la temperatura y evaporación afectan el rendimiento hidráulico de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

V. Evaluación del Diseño de Optimización para Terrenos Agrícolas

9. ¿Qué tan adecuada considera la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

10. ¿Qué tan importante considera la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas de canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ e) Totalmente

11. ¿Qué nivel de impacto considera que tendría una optimización hidráulica basada en datos meteorológicos sobre la productividad agrícola?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente



Victoriano Carrasco de los Rios
ING. CIVIL - CIP: 62944
SUPERVISOR DE OBRA

El Ingeniero **Victoriano Carrasco de los Ríos** demuestra una confianza extremadamente alta en los datos del SENAMHI y en su aplicación para optimizar la eficiencia hidráulica en canales de riego y la rehabilitación de terrenos agrícolas. Sus respuestas, con una marcada inclinación hacia "Totalmente" (especialmente en la mitad de las preguntas) y "Bastante", reflejan una percepción de excelente precisión y adecuación de la metodología de recolección de datos por parte del SENAMHI.

Además, el ingeniero Carrasco de los Ríos considera que los datos meteorológicos son muy efectivos para identificar patrones climáticos que influyen en la eficiencia hidráulica y son esencialmente útiles para la planificación de mejoras. Subraya la relevancia fundamental de la variabilidad climática (precipitación, temperatura y evaporación) en el rendimiento hidráulico.

Finalmente, su perspectiva es que la optimización hidráulica basada en datos meteorológicos es totalmente adecuada e importante para la rehabilitación de terrenos agrícolas, previendo un impacto máximo en la productividad agrícola. En síntesis, sus respuestas revelan una convicción muy fuerte en la capacidad de la información climática para impulsar mejoras significativas y beneficios tangibles en la eficiencia del riego y el rendimiento agrícola.

g) INGENIERO ABEL CARRRASCO DE LOS RIOS



CUESTIONARIO PARA JUICIO DE EXPERTOS SOBRE DATOS DEL SENAMHI

UNIVERSIDAD CONTINENTAL	
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN	Evaluación de la Eficiencia Hidráulica en los Canales de Riego para la Rehabilitación de Terrenos Agrícolas de la Comunidad de Ccuyo - Marangani, 2024
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Energías Renovables
APELLIDOS Y NOMBRES DEL INVESTIGADOR	Blanco Huaracha Freddy Harold
GRADO ACADÉMICO DEL INVESTIGADOR	Bachiller en Ingeniería Civil

JUSTIFICACION DEL CUESTIONARIO:

El presente cuestionario ha sido diseñado para evaluar la confiabilidad, aplicabilidad y relevancia de los datos del SENAMHI en relación con la eficiencia hidráulica de los canales de riego y su optimización para la rehabilitación de terrenos agrícolas en la comunidad de Ccuyo - Marangani. A través del juicio de expertos, se busca validar la precisión y pertinencia de estos datos en el diseño de mejoras hidráulicas. El uso de la escala de Likert permite cuantificar la percepción de los especialistas sobre aspectos técnicos y climáticos que influyen en la eficiencia del riego, facilitando el análisis de tendencias y consensos.

Sus respuestas serán utilizadas para fortalecer la validez de este estudio, agradezco su colaboración.

I. Datos del Experto

Nombre: **ABEL CARRASCO DE LOS RIOS.**

Especialidad: **ING. CIVIL.**

Años de experiencia: **05.**

Correo electrónico: **abelcarrasco@gmail.com**

II. Evaluación de la Confiabilidad de los Datos Meteorológicos

1. ¿Considera que los datos del SENAMHI utilizados en esta investigación tienen suficiente precisión para evaluar la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- ☒ Totalmente



2. ¿Qué tan adecuada considera la metodología de recolección de datos meteorológicos del SENAMHI para el análisis de eficiencia hidráulica?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente
3. ¿Qué tan actualizados considera los datos meteorológicos obtenidos del SENAMHI para su uso en estudios de optimización hidráulica?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente

III. Evaluación de la Aplicabilidad de los Datos Meteorológicos en la Optimización de Canales de Riego

4. ¿En qué medida los datos meteorológicos obtenidos permiten identificar patrones climáticos que afectan la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - d) Bastante
 - ☒ e) Totalmente
5. ¿Qué tan útil considera la información meteorológica obtenida del SENAMHI para la planificación de mejoras en los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - ☒ d) Bastante
 - e) Totalmente

IV. Evaluación de la Influencia del Clima en la Eficiencia Hidráulica

6. ¿Qué tan relevante considera la variabilidad climática (precipitación, temperatura, viento) en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?
- a) Nada
 - b) Poco
 - c) Medianamente
 - d) Bastante
 - ☒ e) Totalmente



ALVARO CORTASCO DE LOS RIOS
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 99107

7. ¿En qué medida la precipitación influye en la eficiencia hidráulica de los canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

8. ¿En qué medida la temperatura y evaporación afectan el rendimiento hidráulico de los canales de riego?

- a) Nada
- ☒ b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- e) Totalmente

V. Evaluación del Diseño de Optimización para Terrenos Agrícolas

9. ¿Qué tan adecuada considera la optimización de la eficiencia hidráulica basada en datos meteorológicos para mejorar la rehabilitación de terrenos agrícolas?

- a) Nada
- ☒ b) Poco
- c) Medianamente
- d) Bastante
- e) Totalmente

10. ¿Qué tan importante considera la integración de datos climáticos en el diseño de mejoras hidráulicas de canales de riego?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente

11. ¿Qué nivel de impacto considera que tendría una optimización hidráulica basada en datos meteorológicos sobre la productividad agrícola?

- a) Nada
- b) Poco
- c) Medianamente
- ☒ d) Bastante
- e) Totalmente



INGENIERO CIVIL
CIP. N° 99107

El Ingeniero **Abel Carrasco de los Ríos** muestra una perspectiva generalmente positiva, aunque con algunas reservas puntuales, sobre la utilidad de los datos del SENAMHI para la optimización hidráulica y la rehabilitación agrícola.

Considera que la precisión de los datos es "Totalmente" adecuada y que la metodología de recolección y la actualidad de los datos son "Bastante" adecuadas. Esto indica una buena confianza en la fuente de información base.

Asimismo, ve que los datos meteorológicos son "Totalmente" efectivos para identificar patrones climáticos y "Bastante" útiles para la planificación de mejoras en los canales de riego. La variabilidad climática se percibe como "Totalmente" relevante, y la precipitación influye "Bastante" en la eficiencia hidráulica.

Sin embargo, el Ingeniero Abel Carrasco de los Ríos expresa reservas significativas en cuanto a la influencia de la temperatura y evaporación, calificando su afectación al rendimiento hidráulico como "Poco". De manera similar, su opinión sobre la adecuación de la optimización hidráulica basada en datos meteorológicos para la rehabilitación de terrenos agrícolas es "Poco", lo que contrasta con las opiniones de los otros ingenieros.

A pesar de estas reservas, sigue considerando la integración de datos climáticos como "Bastante" importante en el diseño de mejoras hidráulicas, y el impacto general en la productividad agrícola como "Bastante" positivo.

ANEXO 04: Turnos de riego de la comunidad de CCuyo (CANAL 01 – QARQAPUNKU)

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CARTA 02 – 2025 – TCS/CCc

Ccuyo, 21 de Febrero del 2025

SEÑOR:

FREDDY HAROLD BLANCO HUARACHA

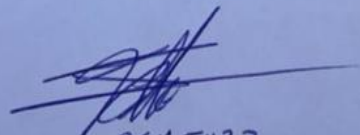
**ASUNTO : ENTREGA DE DATOS DE LOS TURNOS DE RIEGO DE LA
COMUNIDAD DE CCUYO**

Por la presente, en mi condición de presidente del “**Comité de Usuarios de Agua Apu Sumac Marca**” de “**LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCUYO, DISTRITO DE MARANGANI-CANCHIS-CUSCO**”, me dirijo a usted para hacerle entrega de los datos de riego; donde se encuentran los turnos de riego de los barrios pertenecientes a dicha comunidad, según a cada hidrante o toma lateral. Todo ello en base a su solicitud.

Los datos son entregados de manera digital para manejo y uso según corresponda a usted.

Sin más detalles que informar

Atte:


29645432
Teodoro Calle Sanca

TURNOS DE RIEGO - CANAL #01(QARQAPUNKU)

BARRIO :		CCUYO PAMPA , CHIHUITA, CHOQUEHUAYLLA							
DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-01	08:00:00 a.m.	010:00:00 a.m.	1	TL-01	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-02	2		0.58	1.17	
				TL-03	2		0.58	1.17	
				TL-04	2		0.58	1.17	
				TL-05	2		0.58	1.17	
				TL-06	2		0.58	1.17	
				TL-07	2		0.58	1.17	
				TL-08	2		0.58	1.17	
				TL-09	2		0.58	1.17	
				TL-10	2		0.58	1.17	
				TL-11	2		0.58	1.17	
				TL-12	2		0.58	1.17	
				TL-13	2		0.58	1.17	
				TL-14	2		0.58	1.17	
				TL-15	2		0.58	1.17	
				TL-16	2		0.58	1.17	
				TL-17	2		0.58	1.17	
				TL-18	2		0.58	1.17	
				TL-19	2		0.58	1.17	
	010:00:00 a.m.	02:00:00 p.m.	2	TL-20	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-21	2		0.58	1.17	
				TL-22	2		0.58	1.17	
				TL-23	2		0.58	1.17	
				TL-24	2		0.58	1.17	
				TL-25	2		0.58	1.17	
				TL-26	2		0.58	1.17	
				TL-27	2		0.58	1.17	
				TL-28	2		0.58	1.17	
				TL-29	2		0.58	1.17	
				TL-30	2		0.58	1.17	
				TL-31	2		0.58	1.17	
				TL-32	2		0.58	1.17	
				TL-33	2		0.58	1.17	
				TL-34	2		0.58	1.17	
				TL-35	2		0.58	1.17	
				TL-36	2		0.58	1.17	
				TL-37	2		0.58	1.17	
				TL-38	2		0.58	1.17	
	02:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.	3	TL-39	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-40	2		0.58	1.17	
				TL-41	2		0.58	1.17	
				TL-42	2		0.58	1.17	
				TL-43	2		0.58	1.17	
				TL-44	2		0.58	1.17	
				TL-45	2		0.58	1.17	
				TL-46	2		0.58	1.17	
				TL-47	2		0.58	1.17	
				TL-48	2		0.58	1.17	
				TL-49	2		0.58	1.17	
				TL-50	2		0.58	1.17	
				TL-51	2		0.58	1.17	
				TL-52	2		0.58	1.17	
				TL-53	2		0.58	1.17	
				TL-54	2		0.58	1.17	
				TL-55	2		0.58	1.17	
				TL-56	2		0.58	1.17	
				TL-57	2		0.58	1.17	

TURNOS DE RIEGO - CANAL #01(QARQAPUNKU)

BARRIO :		CCUYO PAMPA , CHIHUITA, CHOQUEHUAYLLA							
DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-02	08:00:00 a.m.	010:00:00 a.m.	1	TL-58	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-59	2		0.58	1.17	
				TL-60	2		0.58	1.17	
				TL-61	2		0.58	1.17	
				TL-62	2		0.58	1.17	
				TL-63	2		0.58	1.17	
				TL-64	2		0.58	1.17	
				TL-65	2		0.58	1.17	
				TL-66	2		0.58	1.17	
				TL-67	2		0.58	1.17	
				TL-68	2		0.58	1.17	
				TL-69	2		0.58	1.17	
				TL-70	2		0.58	1.17	
				TL-71	2		0.58	1.17	
				TL-72	2		0.58	1.17	
				TL-73	2		0.58	1.17	
				TL-74	2		0.58	1.17	
				TL-75	2		0.58	1.17	
				TL-76	2		0.58	1.17	
	010:00:00 a.m.	02:00:00 p.m.	2	TL-77	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-78	2		0.58	1.17	
				TL-79	2		0.58	1.17	
				TL-80	2		0.58	1.17	
				TL-81	2		0.58	1.17	
				TL-82	2		0.58	1.17	
				TL-83	2		0.58	1.17	
				TL-84	2		0.58	1.17	
				TL-85	2		0.58	1.17	
				TL-86	2		0.58	1.17	
				TL-87	2		0.58	1.17	
				TL-88	2		0.58	1.17	
				TL-89	2		0.58	1.17	
				TL-90	2		0.58	1.17	
				TL-91	2		0.58	1.17	
				TL-92	2		0.58	1.17	
				TL-93	2		0.58	1.17	
				TL-94	2		0.58	1.17	
				TL-95	2		0.58	1.17	
	02:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.	3	TL-96	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-97	2		0.58	1.17	
				TL-98	2		0.58	1.17	
				TL-99	2		0.58	1.17	
				TL-100	2		0.58	1.17	
				TL-101	2		0.58	1.17	
				TL-102	2		0.58	1.17	
				TL-103	2		0.58	1.17	
				TL-104	2		0.58	1.17	
				TL-105	2		0.58	1.17	
				TL-106	2		0.58	1.17	
				TL-107	2		0.58	1.17	
				TL-108	2		0.58	1.17	
				TL-109	2		0.58	1.17	
				TL-110	2		0.58	1.17	
				TL-111	2		0.58	1.17	
				TL-112	2		0.58	1.17	
				TL-113	2		0.58	1.17	
				TL-114	2		0.58	1.17	

TURNOS DE RIEGO - CANAL #01(QARQAPUNKU)

BARRIO :		CCUYO PAMPA , CHIHUITA, CHOQUEHUAYLLA							
DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-03	08:00:00 a.m.	010:00:00 a.m.	1	TL-115	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-116	2		0.58	1.17	
				TL-117	2		0.58	1.17	
				TL-118	2		0.58	1.17	
				TL-119	2		0.58	1.17	
				TL-120	2		0.58	1.17	
				TL-121	2		0.58	1.17	
				TL-122	2		0.58	1.17	
				TL-123	2		0.58	1.17	
				TL-124	2		0.58	1.17	
				TL-125	2		0.58	1.17	
				TL-126	2		0.58	1.17	
				TL-127	2		0.58	1.17	
				TL-128	2		0.58	1.17	
				TL-129	2		0.58	1.17	
				TL-130	2		0.58	1.17	
				TL-131	2		0.58	1.17	
				TL-132	2		0.58	1.17	
				TL-133	2		0.58	1.17	
	010:00:00 a.m.	02:00:00 p.m.	2	TL-134	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-135	2		0.58	1.17	
				TL-136	2		0.58	1.17	
				TL-137	2		0.58	1.17	
				TL-138	2		0.58	1.17	
				TL-139	2		0.58	1.17	
				TL-140	2		0.58	1.17	
				TL-141	2		0.58	1.17	
				TL-142	2		0.58	1.17	
				TL-143	2		0.58	1.17	
				TL-144	2		0.58	1.17	
				TL-145	2		0.58	1.17	
				TL-146	2		0.58	1.17	
				TL-147	2		0.58	1.17	
				TL-148	2		0.58	1.17	
				TL-149	2		0.58	1.17	
				TL-150	2		0.58	1.17	
				TL-151	2		0.58	1.17	
				TL-152	2		0.58	1.17	
	02:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.	3	TL-153	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-154	2		0.58	1.17	
				TL-155	2		0.58	1.17	
				TL-156	2		0.58	1.17	
				TL-157	2		0.58	1.17	
				TL-158	2		0.58	1.17	
				TL-159	2		0.58	1.17	
				TL-160	2		0.58	1.17	
				TL-161	2		0.58	1.17	
				TL-162	2		0.58	1.17	
				TL-163	2		0.58	1.17	
				TL-164	2		0.58	1.17	
				TL-165	2		0.58	1.17	
				TL-166	2		0.58	1.17	
				TL-167	2		0.58	1.17	
				TL-168	2		0.58	1.17	
				TL-169	2		0.58	1.17	
				TL-170	2		0.58	1.17	
				TL-171	2		0.58	1.17	

TURNOS DE RIEGO - CANAL #01(QARQAPUNKU)

BARRIO :		CCUYO PAMPA , CHIHUITA, CHOQUEHUAYLLA							
DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-04	08:00:00 a.m.	010:00:00 a.m.	1	TL-172	2	40	0.58	1.17	23.33
				TL-173	2		0.58	1.17	
				TL-174	2		0.58	1.17	
				TL-175	2		0.58	1.17	
				TL-176	2		0.58	1.17	
				TL-177	2		0.58	1.17	
				TL-178	2		0.58	1.17	
				TL-179	2		0.58	1.17	
				TL-180	2		0.58	1.17	
				TL-181	2		0.58	1.17	
				TL-182	2		0.58	1.17	
				TL-183	2		0.58	1.17	
				TL-184	2		0.58	1.17	
				TL-185	2		0.58	1.17	
				TL-186	2		0.58	1.17	
				TL-187	2		0.58	1.17	
				TL-188	2		0.58	1.17	
				TL-189	2		0.58	1.17	
				TL-190	2		0.58	1.17	
				TL-191	2		0.58	1.17	
	010:00:00 a.m.	02:00:00 p.m.	2	TL-192	2	36	0.58	1.17	21.00
				TL-193	2		0.58	1.17	
				TL-194	2		0.58	1.17	
				TL-195	2		0.58	1.17	
				TL-196	2		0.58	1.17	
				TL-197	2		0.58	1.17	
				TL-198	2		0.58	1.17	
				TL-199	2		0.58	1.17	
				TL-200	2		0.58	1.17	
				TL-201	2		0.58	1.17	
				TL-202	2		0.58	1.17	
				TL-203	2		0.58	1.17	
				TL-204	2		0.58	1.17	
				TL-205	2		0.58	1.17	
				TL-206	2		0.58	1.17	
				TL-207	2		0.58	1.17	
				TL-208	2		0.58	1.17	
				TL-209	2		0.58	1.17	
	02:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.	3	TL-210	2	36	0.58	1.17	21.11
				TL-211	2		0.58	1.17	
				TL-212	2		0.58	1.17	
				TL-213	2		0.58	1.17	
				TL-214	2		0.58	1.17	
				TL-215	2		0.58	1.17	
				TL-216	2		0.58	1.17	
				TL-217	2		0.58	1.17	
				TL-218	2		0.58	1.17	
				TL-219	2		0.58	1.17	
				TL-220	2		0.58	1.17	
				TL-221	2		0.58	1.17	
				TL-222	2		0.58	1.17	
				TL-223	2		0.58	1.17	
				TL-224	2		0.58	1.17	
				TL-225	2		0.58	1.17	
				TL-226	2		0.58	1.17	
				TL-227	2		0.64	1.28	

TURNOS DE RIEGO - CANAL #01(QARQAPUNKU)

BARRIO :		CCUYO PAMPA , CHIHUITA, CHOQUEHUAYLLA							
DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-05	08:00:00 a.m.	010:00:00 a.m.	1	TL-228	2	40	0.58	1.17	23.33
				TL-229	2		0.58	1.17	
				TL-230	2		0.58	1.17	
				TL-231	2		0.58	1.17	
				TL-232	2		0.58	1.17	
				TL-233	2		0.58	1.17	
				TL-234	2		0.58	1.17	
				TL-235	2		0.58	1.17	
				TL-236	2		0.58	1.17	
				TL-237	2		0.58	1.17	
				TL-238	2		0.58	1.17	
				TL-239	2		0.58	1.17	
				TL-240	2		0.58	1.17	
				TL-241	2		0.58	1.17	
				TL-242	2		0.58	1.17	
				TL-243	2		0.58	1.17	
				TL-244	2		0.58	1.17	
				TL-245	2		0.58	1.17	
				TL-246	2		0.58	1.17	
				TL-247	2		0.58	1.17	
	010:00:00 a.m.	02:00:00 p.m.	2	TL-248	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-249	2		0.58	1.17	
				TL-250	2		0.58	1.17	
				TL-251	2		0.58	1.17	
				TL-252	2		0.58	1.17	
				TL-253	2		0.58	1.17	
				TL-254	2		0.58	1.17	
				TL-255	2		0.58	1.17	
				TL-256	2		0.58	1.17	
				TL-257	2		0.58	1.17	
				TL-258	2		0.58	1.17	
				TL-259	2		0.58	1.17	
				TL-260	2		0.58	1.17	
				TL-261	2		0.58	1.17	
				TL-262	2		0.58	1.17	
				TL-263	2		0.58	1.17	
				TL-264	2		0.58	1.17	
				TL-265	2		0.58	1.17	
				TL-266	2		0.58	1.17	
	02:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.	3	TL-267	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-268	2		0.58	1.17	
				TL-269	2		0.58	1.17	
				TL-270	2		0.58	1.17	
				TL-271	2		0.58	1.17	
				TL-272	2		0.58	1.17	
				TL-273	2		0.58	1.17	
				TL-274	2		0.58	1.17	
				TL-275	2		0.58	1.17	
				TL-276	2		0.58	1.17	
				TL-277	2		0.58	1.17	
				TL-278	2		0.58	1.17	
				TL-279	2		0.58	1.17	
				TL-280	2		0.58	1.17	
				TL-281	2		0.58	1.17	
				TL-282	2		0.58	1.17	
				TL-283	2		0.58	1.17	
				TL-284	2		0.58	1.17	
				TL-285	2		0.58	1.17	

TURNOS DE RIEGO - CANAL #01(QARQAPUNKU)

BARRIO :		CCUYO PAMPA , CHIHUITA, CHOQUEHUAYLLA							
DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-06	08:00:00 a.m.	010:00:00 a.m.	1	TL-286	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-287	2		0.58	1.17	
				TL-288	2		0.58	1.17	
				TL-289	2		0.58	1.17	
				TL-290	2		0.58	1.17	
				TL-291	2		0.58	1.17	
				TL-292	2		0.58	1.17	
				TL-293	2		0.58	1.17	
				TL-294	2		0.58	1.17	
				TL-295	2		0.58	1.17	
				TL-296	2		0.58	1.17	
				TL-297	2		0.58	1.17	
				TL-298	2		0.58	1.17	
				TL-299	2		0.58	1.17	
				TL-300	2		0.58	1.17	
				TL-301	2		0.58	1.17	
				TL-302	2		0.58	1.17	
				TL-303	2		0.58	1.17	
				TL-304	2		0.58	1.17	
	010:00:00 a.m.	02:00:00 p.m.	2	TL-305	2	38	0.58	1.17	22.17
				TL-306	2		0.58	1.17	
				TL-307	2		0.58	1.17	
				TL-308	2		0.58	1.17	
				TL-309	2		0.58	1.17	
				TL-310	2		0.58	1.17	
				TL-311	2		0.58	1.17	
				TL-312	2		0.58	1.17	
				TL-313	2		0.58	1.17	
				TL-314	2		0.58	1.17	
				TL-315	2		0.58	1.17	
				TL-316	2		0.58	1.17	
				TL-317	2		0.58	1.17	
				TL-318	2		0.58	1.17	
				TL-319	2		0.58	1.17	
				TL-320	2		0.58	1.17	
				TL-321	2		0.58	1.17	
				TL-322	2		0.58	1.17	
				TL-323	2		0.58	1.17	
	02:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.	3	TL-324	2	34	0.58	1.17	19.83
				TL-325	2		0.58	1.17	
				TL-326	2		0.58	1.17	
				TL-327	2		0.58	1.17	
				TL-328	2		0.58	1.17	
				TL-329	2		0.58	1.17	
				TL-330	2		0.58	1.17	
				TL-331	2		0.58	1.17	
				TL-332	2		0.58	1.17	
				TL-333	2		0.58	1.17	
				TL-334	2		0.58	1.17	
				TL-335	2		0.58	1.17	
				TL-336	2		0.58	1.17	
				TL-337	2		0.58	1.17	
				TL-338	2		0.58	1.17	
				TL-339	2		0.58	1.17	
				TL-340	2		0.58	1.17	

TURNOS DE RIEGO - SECTOR MUÑAPATA

DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-01	06:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	1	TL-01	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-02	1		0.58	0.58	
				TL-03	1		0.58	0.58	
				TL-04	1		0.58	0.58	
				TL-05	1		0.58	0.58	
				TL-06	1		0.58	0.58	
				TL-07	1		0.58	0.58	
				TL-08	1		0.58	0.58	
				TL-09	1		0.58	0.58	
				TL-10	1		0.58	0.58	
				TL-11	1		0.58	0.58	
				TL-12	1		0.58	0.58	
	12:00:00 a.m.	06:00:00 p.m.	2	TL-13	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-14	1		0.58	0.58	
				TL-15	1		0.58	0.58	
				TL-16	1		0.58	0.58	
				TL-17	1		0.58	0.58	
				TL-18	1		0.58	0.58	
				TL-19	1		0.58	0.58	
				TL-20	1		0.58	0.58	
				TL-21	1		0.58	0.58	
				TL-22	1		0.58	0.58	
				TL-23	1		0.58	0.58	
				TL-24	1		0.58	0.58	

DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-02	06:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	1	TL-25	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-26	1		0.58	0.58	
				TL-27	1		0.58	0.58	
				TL-28	1		0.58	0.58	
				TL-29	1		0.58	0.58	
				TL-30	1		0.58	0.58	
				TL-31	1		0.58	0.58	
				TL-32	1		0.58	0.58	
				TL-33	1		0.58	0.58	
				TL-34	1		0.58	0.58	
				TL-35	1		0.58	0.58	
				TL-36	1		0.58	0.58	
	12:00:00 a.m.	06:00:00 p.m.	2	TL-37	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-38	1		0.58	0.58	
				TL-39	1		0.58	0.58	
				TL-40	1		0.58	0.58	
				TL-41	1		0.58	0.58	
				TL-42	1		0.58	0.58	
				TL-43	1		0.58	0.58	
				TL-44	1		0.58	0.58	
				TL-45	1		0.58	0.58	
				TL-46	1		0.58	0.58	
				TL-47	1		0.58	0.58	
				TL-48	1		0.58	0.58	

DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-03	06:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	1	TL-49	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-50	1		0.58	0.58	
				TL-51	1		0.58	0.58	
				TL-52	1		0.58	0.58	
				TL-53	1		0.58	0.58	
				TL-54	1		0.58	0.58	
				TL-55	1		0.58	0.58	
				TL-56	1		0.58	0.58	
				TL-57	1		0.58	0.58	
				TL-58	1		0.58	0.58	
				TL-59	1		0.58	0.58	
				TL-60	1		0.58	0.58	
	12:00:00 a.m.	06:00:00 p.m.	2	TL-61	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-62	1		0.58	0.58	
				TL-63	1		0.58	0.58	
				TL-64	1		0.58	0.58	
				TL-65	1		0.58	0.58	
				TL-66	1		0.58	0.58	
				TL-67	1		0.58	0.58	
				TL-68	1		0.58	0.58	
				TL-69	1		0.58	0.58	
				TL-70	1		0.58	0.58	
				TL-71	1		0.58	0.58	
				TL-72	1		0.58	0.58	

DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-04	06:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	1	TL-73	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-74	1		0.58	0.58	
				TL-75	1		0.58	0.58	
				TL-76	1		0.58	0.58	
				TL-77	1		0.58	0.58	
				TL-78	1		0.58	0.58	
				TL-79	1		0.58	0.58	
				TL-80	1		0.58	0.58	
				TL-81	1		0.58	0.58	
				TL-82	1		0.58	0.58	
				TL-83	1		0.58	0.58	
				TL-84	1		0.58	0.58	
	12:00:00 a.m.	06:00:00 p.m.	2	TL-85	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-86	1		0.58	0.58	
				TL-87	1		0.58	0.58	
				TL-88	1		0.58	0.58	
				TL-89	1		0.58	0.58	
				TL-90	1		0.58	0.58	
				TL-91	1		0.58	0.58	
				TL-92	1		0.58	0.58	
				TL-93	1		0.58	0.58	
				TL-94	1		0.58	0.58	
				TL-95	1		0.58	0.58	
				TL-96	1		0.58	0.58	

DIA	HORA		# de Posicion	Toma Lateral	# Aspersores * Hidrante	# Aspersores * Turno	Q (l/s) en Aspersor	Q (l/s) en Toma Lateral	Q (l/s) EN CC
	INCIO	FIN							
DIA-05	06:00:00 a.m.	12:00:00 a.m.	1	TL-97	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-98	1		0.58	0.58	
				TL-99	1		0.58	0.58	
				TL-100	1		0.58	0.58	
				TL-101	1		0.58	0.58	
				TL-102	1		0.58	0.58	
				TL-103	1		0.58	0.58	
				TL-104	1		0.58	0.58	
				TL-105	1		0.58	0.58	
				TL-106	1		0.58	0.58	
				TL-107	1		0.58	0.58	
				TL-108	1		0.58	0.58	
	12:00:00 a.m.	06:00:00 p.m.	2	TL-109	1	12	0.58	0.58	6.98
				TL-110	1		0.58	0.58	
				TL-111	1		0.58	0.58	
				TL-112	1		0.58	0.58	
				TL-113	1		0.58	0.58	
				TL-114	1		0.58	0.58	
				TL-115	1		0.58	0.58	
				TL-116	1		0.58	0.58	
				TL-117	1		0.58	0.58	
				TL-118	1		0.58	0.58	
				TL-119	1		0.58	0.58	
				TL-120	1		0.58	0.58	
DIA-06	06:00:00 a.m.	10:00:00 a.m.	1	TL-121	1	10	0.58	0.58	5.82
				TL-122	1		0.58	0.58	
				TL-123	1		0.58	0.58	
				TL-124	1		0.58	0.58	
				TL-125	1		0.58	0.58	
				TL-126	1		0.58	0.58	
				TL-127	1		0.58	0.58	
				TL-128	1		0.58	0.58	
				TL-129	1		0.58	0.58	
				TL-130	1		0.58	0.58	
	10:00:00 a.m.	02:00:00 p.m.	2	TL-131	1	10	0.58	0.58	5.82
				TL-132	1		0.58	0.58	
				TL-133	1		0.58	0.58	
				TL-134	1		0.58	0.58	
				TL-135	1		0.58	0.58	
				TL-136	1		0.58	0.58	
				TL-137	1		0.58	0.58	
				TL-138	1		0.58	0.58	
				TL-139	1		0.58	0.58	
				TL-140	1		0.58	0.58	
	02:00:00 p.m.	06:00:00 p.m.	3	TL-141	1	11	0.58	0.58	6.40
				TL-142	1		0.58	0.58	
				TL-143	1		0.58	0.58	
				TL-144	1		0.58	0.58	
				TL-145	1		0.58	0.58	
				TL-146	1		0.58	0.58	
				TL-147	1		0.58	0.58	
				TL-148	1		0.58	0.58	
				TL-149	1		0.58	0.58	
				TL-150	1		0.58	0.58	
				TL-151	1		0.58	0.58	

ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO



En las imágenes se puede observar el levantamiento topográfico del canal abierto, la cual transcurre desde el sector Latarani hasta el barrio Muñapata de la comunidad de Ccuyo.



Emei Perú
Equipos Maquinaria e Ingeniería Perú SRL

SERVICIO TÉCNICO

CALIDAD, GARANTÍA Y PRECISIÓN

LA EMPRESA, EQUIPOS MAQUINARIA E INGENIERIA PERU EIRL, "EMEI PERU" OTORGA:



Certificado de Calibración

EP 2024 ET-1025



USUARIO/EMPRESA: MAGNO ALBERTO CCOA MAMANI

DNR/RUC: 72797564

DIRECCIÓN: CALLE BELLAS ARTES M2 POMACANCHI ACOMAYO CUSCO

FECHA: 12/06/2024

EQUIPO/MARCA: ESTACION TOTAL TOPCON MODELO: ES105

SERIE: B53040

EN CUMPLIMIENTO ESTABLECIDO POR LAS NORMAS TECNICAS DEL FABRICANTE Y LA NORMA DIN 18723 SEGÚN LOS STANDARES INTERNACIONALES

RESULTADOS DE LA VERIFICACION Y CALIBRACION

VALORES LEIDOS EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO

	INICIAL		FINAL
ANGULO HZ:	180°00'06"	Desp	180°00'00"
ANGULO V:	270°01'12"	Desp	270°00'00"
MUÑONES V:	240°00'06"	Desp	240°00'00"
MUÑONES H:	180°00'06"	Desp	180°00'00"

	INICIAL	FINAL
COMPLEN. X	01'02"	X 00'00"
Y	03'17"	Y 00'01"
DESVIACION LASER	0.0mm	0.0mm

PRUEBA DE MEDICION DISTANCIOMETRO

	DIST. PATRON (m)	DIST. FM (m)	DESVIACION (m)
C/prisma	150.674	150.675	0.001
A/prisma	150.704	150.705	0.001

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO ESTA CALIBRADO (DIN 18723)

EQUIPOS MAQUINARIA E INGENIERIA PERU EIRL, CERTIFICA EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DIN 18723, SEGÚN EL ESTANDAR INTERNACIONAL ESTABLECIDO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INSTRUMENTO SEGÚN EL FABRICANTE

Precisión del Distanziometro:	Precisión Angular:	5"	Rango medición con prisma:	4000m
Medición con prisma: 1.5mm+2.0ppm x D	Lectura Mínima:	1"/5"	Rango medición sin prisma:	500m
Medición sin prisma: 2.0mm+2.0ppm x D	Retículo:	Illuminado	Tiempo de medición:	0.9s
Constante Estadimétrica:	Puntero laser:	SI	Rango de temperatura:	-30 a 60 °C
Telescopio Imagen Directa:	Plomada Laser:	SI	Método:	Absoluto
Pantalla:	Luz guía:	SI	Memoria interna:	20,000 med

NOTAS:

ESTE INSTRUMENTO ANTES DE SALIR DEL LABORATORIO TECNICO HA SIDO EVALUADO, VERIFICADO, CALIBRADO Y SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO.

EL EQUIPO DESCRITO A SIDO VERIFICADO Y CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS POR EL FABRICANTE DETALLADO EN EL MANUAL DE USUARIO DE LA MARCA.

LOS RESULTADOS DEL PRESENTE DOCUMENTO, SON VALIDOS UNICAMENTE PARA DICHO INSTRUMENTO CALIBRADO Y SE REFIEREN AL MOMENTO Y CONDICIONES DE LABORATORIO.

ES DE SU RESPONSABILIDAD EL ADECUADO CUIDADO Y TRASLADO, ESTA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR DAÑOS CAUSADOS POR UNA MALA MANIPULACION Y TRANSPORTE.

PROXIMA FECHA DE CALIBRACION 13/12/2024

ENTREGUE CONFORME:



SERVICIO TÉCNICO

FECHA: 12/06/2024



Emei Perú
Equipos Maquinaria e Ingeniería Perú SRL

Rubén Herroza Gonzales
GERENTE

COLIMADOR

INACAI



COMPRA PRODUCTOS SELECCIONADOS CON CONTROL DE CALIDAD

GARANTIA, REPUESTOS Y SERVICIO TECNICO LOCAL

MARCA REGISTRADA POR EMEI PERU

ESTACIONES TOTALES, TEODOLITOS, NIVELES AUTOMATICOS, NIVEL DIGITAL

NIVEL LASER, DISTANCIOMETROS, ACCESORIOS EN GENERAL

Emei
Top-Sat

Av. Los Incas 983 Of: 208 Wanchaq Cusco

<https://www.facebook.com/emeperu.com.pe>

Cel: 984342944

RESULTADOS DE VERIFICACION Y AJUSTES DEL INSTRUMENTO

PANEL DE CONTROL		BASE NIVELANTE		TELESCOPIO	
CONDICION FISICA :	OK	CONDICION FISICA/MECANICA:	OK	IMAGEN DEL TELESCOPO	OK
FUNCIONES DEL TECLADO:	OK	NIVEL CIRCULAR:	OK	RETICULA:	OK
MARCAS DEL TECLADO:	OK	TORNILLO NIVELANTE:	OK	ENFOQUE DEL TELESCO	OK
MECANICA DEL EQUIPO		REVISION Y PRECISION		ESTADO VISIBLE DEL INSTRUMENTO	
ASAS	OK	PERPENDICULARIDAD	OK	COLOR:	OK
GIRO HORIZONTAL	OK	INCLINACION RETICULA	OK	LIMPIEZA:	OK
GIRO VERTICAL	OK	PLOMADA LASER:	OK	ESTADO FISICO	OK
TORNILLOS HZ Y V	OK	PUNTERO LASER:	OK	ESTADO MECANICO	OK

PATRON DE MEDIDAS ANGULARES			
ANGULO HORIZONTAL HZ:	00°00'00"	Der.	180°00'00"
ANGULO VERTICAL V:	90°00'00"	180°	270°00'00"
ANGULO DE ELEVACION:	60°00'00"	180°	300°00'00"
ANGULO DE DEPRESION:	120°00'00"	180°	240°00'00"

PATRON DE MEDIDAS DE DISTANCIA	
DISTANCIA DE CONTROL INT	5.8410
DISTANCIA CONTROL CERCA	30.3980
DISTANCIA PATRON EXT:	150.6740
DISTANCIA PATRON COLUMA	0.6750



VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO			
	INICIAL		FINAL
ANGULO HZ.	00°00'00"	Rot. Der.	180°00'06"
ANGULO V:	90°00'00"	Rot.	270°01'12"
MUÑONES V:	120°00'00"	Rot.	240°00'08"
MUÑONES HZ:	00°00'00"	Rot.	180°00'09"

VALOR A CORREGIR			
	GRADOS MINUTOS SEGUNDOS		
ANGULO HZ.	00	00	06
ANGULO V:	00	01	12
MUÑONES V	00	00	08
MUÑONES H	00	00	09

VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO			
	INICIAL		FINAL
ANGULO HZ.	00°00'00"	Rot. Der.	180°00'00"
ANGULO V:	90°00'00"	Rot.	270°00'01"
MUÑONES V:	120°00'00"	Rot.	240°00'00"
MUÑONES H:	00°00'00"	Rot.	180°00'00"
COMPEN.	X = 01'02"	X = 00'00"	
	Y = 03'17"	Y = 00'01"	

PRECISION ANGULAR			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
+	00	00	5"
-	00	00	5"

DESVIACION ANGULAR FINAL		
ANGULO HZ:	Δ	00
ANGULO V:	Δ	01
MUÑONES V:	Δ	00
MUÑONES HZ:	Δ	00

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MEDICION, SE
ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, AJUSTADO
Y CALIBRADO, SEGÚN NORMA DIN 18723

INFORMACION DE LA REVISION Y PRUEBA DEL DISTANCIOMETRO

DISTANCIA INICIAL (m)		DISTANCIA PATRON (m)		ERROR (m)		DISTANCIA FINAL (m)		DESVIACION FINAL (m)
30.4000	CERCA	30.3980		-0.0020		30.3980	CERCA	0.0000
150.6760	LEJOS	150.6740		-0.0020		150.6750	LEJOS	0.0010
150.7030	S/PRISMA	150.7040		0.0010		150.7050	S/PRISMA	0.0010

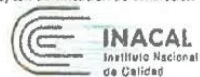
Nota: Si es mayor a 0.002mm, Usar Cui de Prisma para corregir error

CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACION Y VERIFICACION

Lugar: Taller de Servicio Técnico de EMEI PERU, laboratorio integral optico mecánico.
Temperatura: Promedio de 15° grados Centígrados con variación de +/- 5 grados C. Humedad Relativa de 30% con variación de +/- 5%

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACION

Equipo utilizado: Set de Colimador marca Samwei Modelo W420-3 Tubos con sistema micrométrico, Serie N°2016-1111, con Certificación de calibración
Como patrón: Teodolito Mecánico Wild modelo T1A, Serie N° 95453
Como Apoyo: Nivel Auto Topcon ATB2 Serie N° 90837 y Nivel Emei Top Sat modelo DS32H Serie N° H274140
Micrómetro de placas paralelas Emei Top Sat, modelo OMS, con Serie N° 602923.



Parámetros: Colimador Samwei modelo W420-3 con telescopio de 32X consta de 3 tubos y 1 con sistema micrométrico y retículo enfocado de cerca y al infinito, cada uno con doble retículo, con distancia de enfoque de cerca a 2m y de lejos al infinito, distancia focal de 420mm de apertura efectiva de 45mm y 2" de campo de visión, que es revisado periódicamente cada 3 años por un Teodolito de precisión 1" con método de lectura directa y referenciado diariamente por dos niveles de 0.7-1.0mm de precisión y de 32x de aumento, con Micrómetro de Placas Paralelas de Precisión 0.35mm resultado de una nivelación doble de ida y vuelta de 1 Km.

FECHA DE CALIBRACION: 12/06/2024

PROXIMA CALIBRACION: 13/12/2024

Av. Los Inca 933 Of. 208 Wanchaq Cusco

<https://www.facebook.com/emeiperu.com.pe>

Cel: 984342944





En las 3 imágenes anteriores se observa el certificado de calibración del instrumento utilizado para dicho levantamiento topográfico del canal, la cual corresponde en su marca, modelo y serie. Además, se observa que la calibración es vigente en el periodo utilizado.



En la imagen se puede observar parte de un tramo del canal abierto principal, la cual se ubica en el barrio Chiwita de la comunidad de Ccuayo.



En la imagen se puede observar un hidrante de material PVC de $\frac{3}{4}$ ", la cual es perteneciente al sistema de canal cerrado con tubería (presurizado); este hidrante tiene el rendimiento para 2 a 5 aspersores VYR40.



En la imagen se logra ver una plataforma donde está instalada la tubería matriz de 160mm (6"), esta tubería lleva agua desde la cuenca Qarqapunku hasta el barrio Muñapata.



En la imagen se logra ver a mi persona inspeccionando los canales abiertos de los distintos barrios de la comunidad de Ccuyo, estos canales son secundarios por ello son de menor dimensión.



En la imagen se logra ver parte de un tramo secundario de canal abierto, la cual esta ubicada en el barrio Muñapata.



En la imagen se logra ver a mi persona en la plataforma del canal 01 - Qarqapunku del Barrio Chocahuaylla, con una vista hacia el distrito de Marangani, la cual esta ubicada frnte al barrio Muñapata.