



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

***Cálculo de la eficiencia en la conducción y distribución del
subsector hidráulico La Otra Banda y Mocupe en Zaña y
Lagunas, provincia de Chiclayo, Lambayeque***

Para optar el título profesional de
INGENIERO AGRÍCOLA

Autor:

Bach. Carranza Wong Cesar Bryan

Asesor:

Dr. Enoch Montes Bances

LAMBAYEQUE, PERÚ

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

***Cálculo de la eficiencia en la conducción y distribución del
subsector hidráulico La Otra Banda y Mocupe en Zaña y
Lagunas, provincia de Chiclayo, Lambayeque***

Para optar el título profesional de
INGENIERO AGRÍCOLA

Autor:

Bach. Carranza Wong Cesar Bryan

Aprobado por:

Dr. Enoch Montes Bances

Asesor

Dr. Wilfredo Díaz Córdova

Presidente – Jurado

Ing. M.Sc. Jorge Segundo Cumpa Reyes

Secretario – Jurado

Ing. M.Sc. Jennier Avelino Sánchez Ayen

Vocal – Jurado



ACTA DE SUSTENTACIÓN N°031-2026-UINV-FIA

Siendo las 10.00 horas del día 25 de Agosto de 2026, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola, se reunieron los Miembros del Jurado designado mediante Resolución N°391-2025-FIA, conformado por:

ING. DR. WILFREDO DIAZ CORDOVA
ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES
ING. M.SC. JANNIER AVELINO SANCHEZ AYEN

Presidente
Secretario
Vocal

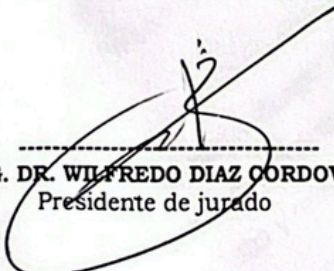


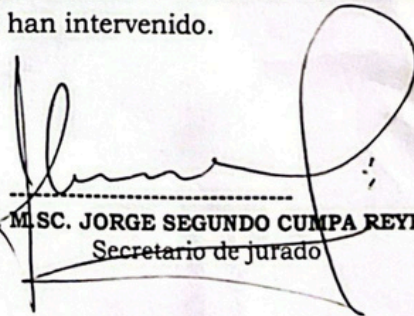
Para llevar a cabo la sustentación de tesis, citados mediante Resolución N°256-2026-FIA; denominado **"CÁLCULO DE EFICIENCIA EN LA CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL SUB SECTOR HIDRÁULICO LA OTRA BANDA Y MOCUPE EN ZAÑA Y LAGUNAS, PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE"**, bajo la responsabilidad del bachiller **CESAR BRYAN CARRANZA WONG**, asesorado por el **Ing. Dr. Enoch Abraham Montes Bances**; para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola.

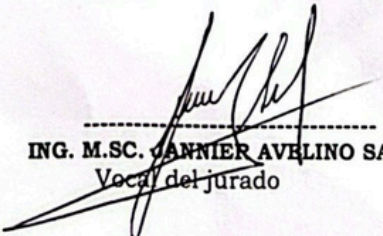
Luego de culminar la sustentación, el Jurado procedió a realizar las preguntas al sustentante y si hubiera observaciones, anotándolas para su corrección respectiva, el jurado luego de evaluar las rubricas decidió APROBAR la tesis con el calificativo de BUENO correspondiente a la nota de 17 (Diecisiete).

En consecuencia, el referido Bachiller queda apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, de acuerdo a la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

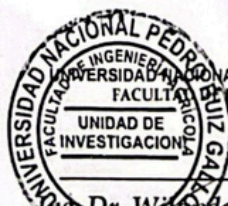
Siendo las 11.00 horas del mismo día, se dio por finalizado el acto de sustentación y se procedió a firmar la presente acta los que en ella han intervenido.


ING. DR. WILFREDO DIAZ CORDOVA
Presidente de jurado


ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES
Secretario de jurado


ING. M.SC. JANNIER AVELINO SANCHEZ AYEN
Vocal del jurado


ING. DR. ENOCH ABRAHAM MONTES BANCES
Asesor




Dr. Wilfredo Díaz Córdova
Director de la Unidad de Investigación - FIA

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, **ENOCHABRAHAMMONTES BANCES**, usuario revisor de la de tesis ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐ , titulado :

“CÁLCULO DE LA EFICIENCIA EN LA CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL SUBSECTOR HIDRÁULICO LA OTRA BANDA Y MOCUPE EN ZAÑA Y LAGUNAS, PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE, cuyo autor (es) son: Carranza Wong Cesar Bryan con DNI N°74770453; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 17%, verificables en el Resumen del reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó el reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 3 de junio del 2026


Ing. Dr. Enoch Montes Bances
DNI N°16491668
Asesor

Defina la modalidad con (X)

Adjunta:

Resumen del Reporte automatizado de similitudes (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

Recibo digital (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA EN LA CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL SUBSECTOR HIDRÁULICO LA OTRA BANDA Y MOCUPE EN ZAÑA Y LAGUNAS, PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	16%	5%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	vsip.info Fuente de Internet	2%
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	biorem.univie.ac.at Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.riob.org Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
9	www.fcpa.org.pe Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	<1%
11	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Ing. Dr. Enoch Montes Bances
DNI. 16491668
asesor

12	repositorio.unah.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
14	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
15	Guevara Lezama, Annie Geraldine. "Crisis hídrica y agroexportación en Ica: impacto del TLC con EE.UU. en la gestión del agua.", Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru) Publicación	<1 %
16	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
17	corponarino.gov.co Fuente de Internet	<1 %
18	Tarqui Perca, Juan. "Gestión de riesgos en la formulación del proyecto del servicio de agua para riego: caso localidades de Rosario Huancarani y Chijtani Marcapata del distrito de Azángaro-Puno", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru), 2025 Publicación	<1 %
19	Submitted to Universidad Nacional de Moquegua Trabajo del estudiante	<1 %
20	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego 2025 Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña Trabajo del estudiante	<1 %


Ing. Dr. Enoch Montes Bances
DNI. 16491668
asesor

23	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	regionales.age-geografia.es Fuente de Internet	<1 %
25	"Proceedings of the 4th Biotechnology World Symposium", Mexican Journal of Biotechnology, 2024 Publicación	<1 %
26	Urrunaga, Frida Isabel Segura. "El Estado y la Agroindustria en la Amazonia: Analisis del Caso Tamshiyacu, Loreto.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2020 Publicación	<1 %
27	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.unitec.edu Fuente de Internet	<1 %
30	apirepositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.fedepalma.org Fuente de Internet	<1 %
32	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
33	www.portalfruticola.com Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %



Ing. Dr. Enoch Montes Bances
DNI. 16491668
asesor



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Cesar Bryan Carranza Wong
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: CÁLCULO DE LA EFICIENCIA EN LA CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCI...
Nombre del archivo: CARRANZA_WONG_CESAR_BRYAN_-_TESIS_FINAL_1.docx
Tamaño del archivo: 9.62M
Total páginas: 62
Total de palabras: 11,018
Total de caracteres: 62,761
Fecha de entrega: 03-jun-2026 01:04p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2975789632



Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.


Ing. Dr. Enoch Montes Bances
DNI. 16491668
asesor

DEDICATORIA

ADios, quien ha sido mi guía, fortaleza y fuente de inspiración en cada paso de este recorrido. A través de sus bendiciones, he encontrado la fuerza para superar cada obstáculo y la sabiduría para seguir adelante. Gracias, Señor, por iluminar mi camino y darme la paz y la determinación para alcanzar mis sueños.

Ami familia, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio. Gracias por estar siempre a mi lado, por darme fuerzas cuando más lo necesité, y por enseñarme el verdadero valor del esfuerzo y la perseverancia. Este logro es tanto mío como de ustedes.

Amis docentes y mentores, por su dedicación, paciencia y por compartir su conocimiento. Cada consejo, cada orientación, y cada reto que me presentaron me ayudaron a crecer no solo como profesional, sino también como persona. Estoy profundamente agradecido por su compromiso en mi formación.

A todos aquellos que, de una u otra forma, contribuyeron a mi desarrollo, les agradezco sinceramente. Este trabajo es el resultado de su apoyo, sus enseñanzas y su fe en mí.

AGRADECIMIENTO

A lo largo de este proceso de investigación y redacción de mi tesis, he recibido el apoyo incondicional de varias personas y entidades, a quienes me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, quiero agradecer profundamente al Ing. Enoch Montes Bances, mi asesor, por su valioso acompañamiento, orientación y confianza. Su dedicación, paciencia y sabiduría han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. A lo largo de todo el proceso, sus consejos y sugerencias me permitieron alcanzar los objetivos planteados, y por ello, le estoy eternamente agradecido.

A la Universidad Pedro Ruiz Gallo, especialmente a la Facultad de Ingeniería Agrícola, por brindarme las herramientas necesarias y el espacio para desarrollar mis conocimientos y habilidades. Estoy muy agradecido por la calidad educativa y el compromiso de los docentes y personal administrativo que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme.

A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante. Sin su aliento y motivación, este logro no habría sido posible.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la eficiencia de conducción y distribución en los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Para ello, se realizarán aforos en campo utilizando un correntómetro, con la finalidad de medir los caudales en diferentes tramos de los canales principales y laterales. La metodología consiste en comparar los caudales de ingreso y salida en cada tramo, permitiendo el cálculo de la eficiencia de conducción como la relación entre el caudal entregado y el caudal derivado, y la eficiencia de distribución como la relación entre el caudal entregado a las parcelas y el caudal derivado en las tomas de distribución.

Los resultados obtenidos permitirán identificar pérdidas significativas de agua en determinados tramos, especialmente en los canales sin revestimiento, lo que impacta en el uso eficiente del recurso hídrico. Se evidencia que los canales revestidos presentan mejores niveles de eficiencia, aunque aún requieren mantenimiento y control de filtraciones. La eficiencia global de los subsectores evaluados se encuentra por debajo de los valores óptimos recomendados, lo que refleja la necesidad de mejorar la infraestructura de riego y de implementar prácticas adecuadas de operación y mantenimiento.

Estos resultados proporcionan información valiosa para la Junta de Usuarios de Zaña en la gestión del recurso hídrico, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola de la zona.

ABSTRACT

This research aims to determine the efficiency of water conduction and distribution in the hydraulic subsectors La Otra Banda and Mocupe, located in the districts of Zaña and Lagunas, in the province of Chiclayo, Lambayeque. Field measurements will be conducted using a current meter to determine flow rates in various sections of the main and lateral canals. The methodology involves comparing the inflow and outflow rates at each section, with the conduction efficiency calculated as the ratio of the delivered flow to the diverted flow, and distribution efficiency determined as the ratio of the flow delivered to the parcels to the diverted flow at the distribution intake points.

The results obtained will identify significant water losses in certain sections, particularly in unlined canals, affecting the efficient use of the water resource. The study also shows that lined canals exhibit better efficiency levels, although they still require maintenance and leakage control. The overall efficiency of the evaluated subsectors is below the recommended optimal values, indicating the need for improvements in irrigation infrastructure and proper operation and maintenance practices.

These findings provide valuable information for the Zaña Water Users Association, aiding in the management of the water resource and contributing to the agricultural sustainability of the region.

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
CAPÍTULO I: PROBLEMAS DE LA INVESTIGACION	8
1.1 Planteamiento del problema	8
1.2 Formulación del problema	10
1.3 Objetivo de la investigación	10
☐ 1.3.1 Objetivo general	10
☐ 1.3.2 Objetivos específicos	10
1.4 Justificación del Estudio	10
1.5 Limitaciones de la investigación	14
CAPÍTULO II: DISEÑO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Bases teóricas	17
2.3. Bases conceptuales	20
2.4. Operacionalización de variables.....	23
2.5 Hipótesis	27
2.5.1 Hipótesis general:	27
2.5.2 Hipótesis Específicas:	27
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	27
3.1 Tipo y nivel de Investigación	27
3.2 Población y Muestra	31
3.3 Técnicas e instrumentos, equipos y materiales	36
3.4 Validez y confiabilidad del Instrumento	37
3.5 Procesamiento de Datos	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	38
CAPÍTULO V: DISCUSION:	55
CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE INTERVENCION:	56
CONCLUSIONES:	56
RECOMENDACIONES:	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS	61

CAPÍTULO I: PROBLEMAS DE LA INVESTIGACION

1.1 Planteamiento del problema

La agricultura en la provincia de Lambayeque, especialmente en los distritos de Zaña y Lagunas, depende de manera crítica del uso eficiente del recurso hídrico, un factor fundamental para asegurar la producción agrícola y la sostenibilidad del sector en la región. Sin embargo, los sistemas de conducción y distribución de agua presentan serias deficiencias, que afectan tanto a los productores como a la calidad de los cultivos. Las pérdidas de agua en los canales de riego, originadas por diversas causas como la falta de mantenimiento de la infraestructura y la ineficiencia en el diseño de los sistemas, son factores que limitan la cantidad de agua disponible para los agricultores.

En este sentido, los subsectores hidráulicos de La Otra Banda y Mocupe presentan características que impactan directamente la eficiencia de la distribución del agua. En particular, la infraestructura hidráulica obsoleta de estos subsectores, que incluye canales sin revestimiento adecuado o con revestimientos deteriorados, aumenta las pérdidas de agua y limita la eficiencia de los sistemas de riego.

El subsector La Otra Banda presenta un sistema de riego caracterizado por un canal principal sin revestimiento. Esta situación genera diversas pérdidas de agua a través de infiltración en el suelo, erosión de los taludes y el crecimiento de vegetación dentro del canal. Estos problemas, en conjunto, contribuyen a una reducción considerable de la eficiencia hidráulica del sistema de riego. El agua que debería llegar a los cultivos se pierde, lo que impacta negativamente en la productividad agrícola. La falta de mantenimiento adecuado de las infraestructuras y la ausencia de soluciones tecnológicas para reducir las pérdidas por infiltración y evaporación hacen que la eficiencia del sistema se vea gravemente comprometida.

El subsector Mocupe, por otro lado, dispone de un canal revestido, lo que debería, en teoría, reducir las pérdidas por infiltración. Sin embargo, presenta otros problemas significativos. El deterioro de las juntas en el canal, junto con el deficiente estado de las compuertas de derivación, provoca filtraciones y dificultades en el control del caudal. Esto no solo afecta la distribución equitativa

del agua entre los usuarios, sino que también compromete la capacidad de los agricultores para gestionar el agua de manera eficiente y adecuada para sus cultivos. Aunque el canal revestido reduce las pérdidas por infiltración, las deficiencias operativas relacionadas con el manejo de las compuertas y el control del caudal continúan generando problemas de distribución.

La ausencia de un diagnóstico técnico actualizado sobre la eficiencia de los sistemas de conducción y distribución de agua en los subsectores de La Otra Banda y Mocupe dificulta la toma de decisiones para mejorar la gestión del recurso hídrico. Sin una evaluación detallada del desempeño hidráulico de estos sistemas, es imposible implementar medidas correctivas efectivas para optimizar el uso del agua y garantizar un abastecimiento eficiente a los agricultores.

Además, la información limitada sobre el estado actual de los canales y las pérdidas de agua complica la planificación de inversiones en infraestructura hidráulica. La falta de datos claros sobre la eficiencia de los sistemas de riego impide que se identifiquen las áreas críticas que requieren intervención inmediata.

El tipo de canal ya sea sin revestir como en La Otra Banda o revestido como en Mocupe, tiene un impacto directo en la eficiencia del sistema de distribución de agua. Es necesario evaluar y comparar el desempeño hidráulico de ambos subsectores para determinar si las pérdidas de agua son mayores en el caso de los canales sin revestir debido a la infiltración, o si el problema radica más en las deficiencias de mantenimiento y las fugas en los canales revestidos. Esta comparación permitirá identificar las causas principales de ineficiencia y establecer si el tipo de revestimiento o la falta de él es un factor determinante en la pérdida de agua.

La falta de un diagnóstico preciso sobre el comportamiento hidráulico de los subsectores de La Otra Banda y Mocupe limita las opciones de mejora en los sistemas de riego. La evaluación de la eficiencia en la conducción y distribución del agua no solo permitirá mejorar la gestión del recurso hídrico, sino que también contribuirá a garantizar una mayor sostenibilidad agrícola en la región, optimizando el uso del agua para beneficio de los agricultores y de la población en general.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la eficiencia de conducción y distribución del agua en los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

1.3 Objetivo de la investigación

Evaluar la eficiencia en la conducción y distribución del agua en los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, provincia de Chiclayo, Lambayeque, mediante la medición de caudales en tramos representativos, con el fin de identificar las pérdidas de agua y proponer recomendaciones técnicas que optimicen la infraestructura de riego y mejoren la gestión del recurso hídrico en la región.

1.3.1 Objetivo general

Calcular y comparar la eficiencia de conducción y distribución del agua en los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, provincia de Chiclayo, con la finalidad de proponer recomendaciones técnicas que mejoren la gestión del recurso hídrico.

1.3.2 Objetivos específicos

Medir los caudales de entrada y salida en tramos representativos de los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe.

Calcular los índices de eficiencia de conducción y distribución del agua en cada subsector hidráulico.

Proponer recomendaciones técnicas orientadas a mejorar la eficiencia del sistema de riego en ambos subsectores hidráulicos.

1.4 Justificación del Estudio

La gestión eficiente del recurso hídrico es uno de los pilares fundamentales para la sostenibilidad de la agricultura en regiones donde el acceso al agua es limitado y su demanda para riego sigue aumentando. En el contexto de la región

Lambayeque, donde la actividad agrícola es el motor de la economía local, optimizar los sistemas de riego es una necesidad urgente. La investigación propuesta se enfoca en la evaluación de la eficiencia de conducción y distribución del agua en los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, provincia de Chiclayo. Este estudio no solo tiene una relevancia técnica, sino también social, económica y ambiental, siendo fundamental para el desarrollo sostenible de la región.

1.4.1 Justificación técnica

La eficiencia en la conducción y distribución del agua es un aspecto clave que afecta directamente el rendimiento de los sistemas de riego. En los subsectores hidráulicos estudiados, La Otra Banda y Mocupe, se presentan problemas significativos de pérdida de agua, ya sea por infiltración en canales no revestidos o por filtraciones laterales en los canales revestidos. Estas deficiencias impactan negativamente en la disponibilidad del recurso hídrico para los agricultores, lo que a su vez afecta la productividad agrícola.

Este estudio tiene como objetivo realizar una evaluación técnica precisa de la eficiencia de los sistemas de riego, midiendo los caudales de entrada y salida en tramos representativos de los canales. La recopilación de datos hidrométricos y la comparación entre los caudales de entrada y salida permitirán calcular la eficiencia de conducción y distribución del agua, proporcionando información detallada sobre las pérdidas de agua y sus causas.

El análisis de la eficiencia hidráulica de ambos subsectores permitirá identificar las áreas con mayores pérdidas de agua, y con ello, poder proponer mejoras técnicas que optimicen la infraestructura de riego, favoreciendo la reducción de pérdidas y mejorando el aprovechamiento del recurso hídrico. La información técnica obtenida de este estudio servirá como base para propuestas de intervención que sean aplicables a otros subsectores hidráulicos de la región, permitiendo un uso más racional del agua en la agricultura.

1.4.2 Justificación social

La gestión eficiente del agua es crucial para el bienestar de las comunidades agrícolas en Lambayeque. Las pérdidas de agua en el sistema de riego no solo

limitan la disponibilidad de este recurso, sino que también generan conflictos entre los agricultores debido a la distribución desigual del agua. En la actualidad, muchos agricultores enfrentan dificultades para acceder al agua que necesitan para regar sus cultivos, lo que afecta la seguridad alimentaria y la calidad de vida de las comunidades rurales.

Este estudio, al evaluar la eficiencia de los sistemas de riego, busca proporcionar datos confiables sobre cómo mejorar la distribución del agua entre los usuarios, asegurando un acceso más equitativo y eficiente. La optimización de los sistemas hidráulicos contribuirá a reducir los conflictos por el acceso al agua, ya que permitirá que los agricultores reciban una cantidad más justa y predecible del recurso.

La mejora en la distribución del agua también beneficiará la productividad agrícola, ya que garantizará que las parcelas reciban el agua necesaria en el momento adecuado, promoviendo un desarrollo agrícola sostenible. En consecuencia, este estudio tiene un impacto positivo en la cohesión social de la región, fomentando un uso colaborativo y justo del agua entre los agricultores, mejorando la estabilidad de las comunidades rurales.

1.4.3 Justificación económica

La gestión eficiente del recurso hídrico no solo tiene implicaciones técnicas y sociales, sino también económicas. En la región de Lambayeque, la agricultura representa una de las actividades productivas más importantes, y su éxito depende en gran medida de un adecuado uso del agua en los sistemas de riego. Sin embargo, la infraestructura hidráulica de los subsectores La Otra Banda y Mocupe presenta importantes deficiencias que impactan directamente en la eficiencia del sistema y, por ende, en los costos operativos de los agricultores.

Las pérdidas de agua, ya sea por infiltración en canales no revestidos o por filtraciones en los canales revestidos, generan la necesidad de recurrir a mayores cantidades de agua, lo que incrementa los costos de operación, principalmente los relacionados con el bombeo y la distribución del recurso. Además, las infraestructuras deterioradas requieren inversiones constantes en reparaciones y mantenimiento, lo que aumenta aún más los costos para los usuarios del sistema de riego.

Esta investigación tiene una fuerte justificación económica, ya que los resultados obtenidos permitirán identificar áreas de pérdida de agua y las causas de estas pérdidas. Al conocer la eficiencia de los sistemas de riego en los subsectores estudiados, se podrán proponer mejoras que optimicen el uso del agua y reduzcan las pérdidas, lo que se traducirá en una reducción de los costos operativos para los agricultores. Además, la mejora en la distribución del agua contribuirá a aumentar la productividad de los cultivos, ya que garantizará una distribución más equitativa y eficiente del recurso, lo que llevará a un mejor rendimiento agrícola.

A largo plazo, las inversiones en la mejora de la infraestructura hidráulica, como el revestimiento de canales y el mantenimiento adecuado de las compuertas, se recuperarán a través de los ahorros operativos derivados de la reducción de pérdidas de agua. Además, al mejorar la eficiencia del sistema, se aumentará la rentabilidad de la actividad agrícola, lo que contribuirá a un mayor bienestar económico de los agricultores de Lambayeque y a la estabilidad económica de la región.

1.4.4 Justificación ambiental

La conservación de los recursos hídricos es una de las preocupaciones más importantes a nivel global debido al cambio climático y la creciente demanda de agua. En Lambayeque, la sobreexplotación de las fuentes de agua para riego agrícola ha generado presión sobre los acuíferos y los ríos locales, poniendo en riesgo la disponibilidad futura de agua para las generaciones venideras.

La optimización de los sistemas de riego contribuye a la conservación ambiental al reducir las pérdidas de agua, lo que permite un uso más racional y sostenible del recurso hídrico. La implementación de mejoras en los canales de riego, como el revestimiento de los canales y el mantenimiento adecuado de las infraestructuras hidráulicas, ayudará a minimizar las pérdidas por infiltración y evitar la erosión de los taludes, reduciendo los impactos negativos en los ecosistemas acuáticos locales.

Además, la reducción de la extracción de agua debido a la mejora en la eficiencia de los sistemas de riego contribuirá a la preservación de los ecosistemas acuáticos y la reducción de la sobreexplotación de fuentes hídricas. Este estudio, al optimizar

el uso del agua, promoverá la sostenibilidad ambiental, garantizando que el recurso hídrico siga disponible para las generaciones futuras y que las actividades agrícolas en la región se realicen de manera más responsable con el medio ambiente

1.5 Limitaciones de la investigación

Aunque la presente investigación se llevará a cabo con rigor metodológico y utilizando herramientas adecuadas para la recolección de datos, existen ciertas limitaciones que pueden influir en el desarrollo y alcance del estudio. A continuación, se detallan las principales limitaciones identificadas:

- ***Disponibilidad de información hidrométrica***

Una de las principales limitaciones que se podrían enfrentar en el transcurso de la investigación es la disponibilidad de información histórica hidrométrica precisa y actualizada sobre los sistemas de riego en los subsectores La Otra Banda y Mocupe. La falta de datos continuos sobre el caudal y las características específicas de los canales podría dificultar la comparación directa entre los caudales de entrada y salida en los tramos seleccionados para el estudio. Sin embargo, esta limitación será mitigada mediante la medición directa de los caudales en los tramos representativos, utilizando equipos hidrométricos como el correntómetro.

- ***Condiciones climáticas durante la medición de campo***

Las condiciones climáticas pueden afectar las mediciones de caudales, especialmente la evaporación y la infiltración del agua durante las mediciones. Factores como temperatura, humedad y viento podrían influir en las pérdidas por evaporación, lo que afectaría la exactitud de los datos obtenidos. Para mitigar este factor, se tomará en cuenta la variabilidad climática en la programación de las mediciones, buscando realizar los aforos en condiciones que minimicen los efectos de la evaporación, y se utilizarán métodos de ajuste estadístico para considerar las condiciones climáticas del momento.

- ***Acceso a tramos específicos de los canales***

El acceso a ciertos tramos de los canales de riego podría ser limitado debido a la geografía del terreno o a restricciones logísticas o de permisos en algunas áreas específicas. Esto podría restringir la cobertura total de los subsectores en el estudio. Para superar esta limitación, se seleccionarán tramos representativos en cada subsector, asegurando que los resultados sean representativos del sistema en general, y se priorizarán los tramos con mejor accesibilidad para las mediciones.

- ***Estado de conservación de la infraestructura hidráulica***

El estado de conservación de los canales y las compuertas podría variar significativamente dentro de cada subsector, afectando la precisión de las mediciones y la interpretación de los datos. El desgaste de la infraestructura, como la erosión de los taludes, las fisuras en los revestimientos y las compuertas deterioradas, puede influir en la eficiencia del sistema de riego. Aunque este factor se tiene en cuenta dentro del análisis, es importante señalar que la variabilidad en el estado de conservación de las infraestructuras puede generar diferencias en la eficiencia hidráulica entre tramos dentro de un mismo subsector.

- ***Limitaciones de recursos y tiempo***

Finalmente, una limitación inherente a toda investigación es la disponibilidad de recursos y tiempo. Aunque se cuenta con un presupuesto adecuado y el personal necesario, el tiempo disponible para realizar las mediciones de campo, procesar los datos y elaborar los resultados es limitado. Esto puede restringir el número de mediciones que se pueden tomar en algunos tramos de los canales, lo que afectaría la amplitud del análisis. Sin embargo, se priorizarán los tramos más representativos y críticos, y se utilizarán técnicas estadísticas adecuadas para extrapolar los resultados obtenidos en esos tramos al resto del sistema de riego.

CAPÍTULO II: DISEÑO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La eficiencia en la conducción y distribución del agua en sistemas de riego ha sido objeto de estudio en diversos contextos, debido a su importancia para la gestión sostenible de los recursos hídricos y el desarrollo agrícola. A nivel internacional y nacional, diferentes investigaciones han demostrado que el tipo de infraestructura

hidráulica y el estado de mantenimiento de los canales influyen directamente en las pérdidas de agua y en la eficiencia del sistema de riego.

2.1.1 Antecedentes internacionales:

- FAO (2019): En un informe sobre la gestión del agua en América Latina, la FAO señala que los canales sin revestir presentan pérdidas significativas, que oscilan entre el 30% y el 50%, debido a la infiltración y la erosión de los taludes. En contraste, los canales revestidos alcanzan eficiencias de conducción superiores al 80%, lo que subraya la importancia de invertir en el revestimiento de los canales para mejorar la eficiencia hídrica.

- Rodríguez y Torres (2021): En un estudio realizado en México, los investigadores evaluaron diferentes sistemas de riego y concluyeron que la eficiencia promedio de conducción en canales sin revestir fue de 52%, mientras que en los canales revestidos alcanzó el 83%. En este estudio, se recomendó la implementación de tecnologías de control de filtraciones para reducir las pérdidas de agua y mejorar la eficiencia del sistema de riego.

2.1.2 Antecedentes nacionales:

MINAGRI (2021): El Ministerio de Agricultura y Riego de Perú (MINAGRI) reportó que, en los principales valles agrícolas del país, las pérdidas de agua por conducción en canales sin revestir superan el 40% debido a infiltraciones, erosión y deficiencias estructurales. Este informe resalta la necesidad urgente de mejorar la infraestructura hidráulica en muchas regiones del país.

- Cueva y Chávez (2020): En un estudio realizado en Piura, los investigadores determinaron que la eficiencia de conducción en canales revestidos alcanzó un promedio del 85%, mientras que en los canales no revestidos apenas llegó al 55%. Estos resultados indican que los canales revestidos son significativamente más

eficientes y que su implementación puede ser clave para mejorar la gestión del agua.

Investigaciones en Lambayeque: En la región de Lambayeque, estudios previos han identificado que la falta de mantenimiento periódico y la baja tecnificación son factores críticos que afectan la eficiencia hidráulica de los sistemas de riego tradicionales. La infraestructura hidráulica deteriorada en muchos de los canales agrícolas contribuye a pérdidas considerables de agua, lo que limita la productividad agrícola y la sostenibilidad del recurso hídrico en la región.

Los antecedentes revisados evidencian que el tipo de infraestructura hidráulica tiene un impacto directo en la eficiencia de conducción y distribución del agua. Los canales revestidos son significativamente más eficientes que los canales sin revestir, y esta diferencia se ve reflejada en las pérdidas de agua, que pueden superar el 50% en sistemas sin revestir, en comparación con sistemas revestidos que alcanzan eficiencias cercanas al 80% o más.

En el caso de la región de Lambayeque, la falta de mantenimiento adecuado y la baja tecnificación de los sistemas de riego contribuyen a una gestión ineficiente del recurso hídrico. Esto hace urgente la necesidad de evaluar los sistemas de riego de los subsectores La Otra Banda y Mocupe, con el objetivo de identificar las pérdidas de agua y proponer mejoras que optimicen la gestión hídrica, contribuyendo así a la sostenibilidad de la actividad agrícola en la región.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Conducción del agua en sistemas de riego

La conducción del agua es una de las etapas más importantes dentro de los sistemas de riego agrícola, ya que permite transportar el recurso hídrico desde las fuentes de captación hasta los puntos de distribución. Este proceso se realiza principalmente a través de canales principales y secundarios, cuya eficiencia condiciona la cantidad de agua que finalmente llega a las áreas de cultivo.

La eficiencia en la conducción del agua está influenciada por factores hidráulicos, estructurales y operativos. Entre los factores hidráulicos destacan la pendiente del

canal, la velocidad del flujo y la rugosidad de las paredes, los cuales determinan el comportamiento del agua durante su desplazamiento. Desde el punto de vista estructural, el tipo de canal y el material de revestimiento juegan un papel fundamental en la reducción de pérdidas por infiltración y filtraciones laterales.

Los canales sin revestimiento, al estar en contacto directo con el suelo, presentan una alta permeabilidad que favorece la infiltración del agua, especialmente en suelos arenosos o poco compactados. Además, estos canales son más susceptibles a la erosión de los taludes y al crecimiento de vegetación, lo que incrementa la rugosidad y reduce la capacidad hidráulica del canal. En contraste, los canales revestidos disminuyen significativamente las pérdidas por infiltración, mejoran la estabilidad estructural y permiten un mejor control del flujo, siempre que se mantengan en adecuadas condiciones de conservación.

2.2.2 Distribución del agua en sistemas de riego agrícola

La distribución del agua corresponde a la etapa en la que el caudal conducido es derivado hacia las parcelas agrícolas, a través de compuertas, tomas laterales y canales secundarios. Una distribución eficiente garantiza que el agua llegue de manera oportuna y equitativa a los usuarios, contribuyendo al desarrollo uniforme de los cultivos y a la reducción de conflictos por el uso del recurso hídrico.

La eficiencia de la distribución depende del diseño del sistema, del estado de las estructuras de control y de la capacidad operativa para regular el flujo de acuerdo con las necesidades de riego. Las compuertas en mal estado, las filtraciones en las derivaciones y la falta de regulación adecuada generan pérdidas adicionales de agua y afectan la uniformidad de la distribución.

Asimismo, una distribución deficiente puede provocar que algunos usuarios reciban volúmenes excesivos de agua, mientras que otros enfrenten déficit hídrico, afectando negativamente la productividad agrícola. Por ello, la evaluación de la eficiencia de distribución es fundamental para identificar deficiencias operativas y proponer mejoras en la gestión del sistema de riego.

2.2.3 Eficiencia de conducción del agua

La eficiencia de conducción del agua es un indicador hidráulico que permite cuantificar el desempeño del sistema de transporte del recurso hídrico. Se define como la relación porcentual entre el caudal que sale de un tramo de canal y el caudal que ingresa al mismo, reflejando las pérdidas que ocurren durante el proceso de conducción.

Estas pérdidas pueden originarse por infiltración al suelo, filtraciones laterales, evaporación superficial y deficiencias estructurales del canal. En sistemas de riego tradicionales, las pérdidas por infiltración suelen representar el mayor porcentaje de pérdida total, especialmente en canales sin revestimiento.

La eficiencia de conducción se expresa mediante la siguiente relación:

$$Ec = (Qs / Qe) \times 100$$

Donde:

Qs representa el caudal de salida del tramo evaluado.

Qe corresponde al caudal de entrada del tramo.

Ec es la eficiencia de conducción expresada en porcentaje.

Este indicador permite comparar el desempeño hidráulico entre diferentes tramos de canal y entre distintos sistemas de riego, facilitando la identificación de áreas críticas donde se concentran las mayores pérdidas de agua.

2.2.4 Eficiencia de distribución del agua

La eficiencia de distribución del agua mide la proporción del caudal derivado que llega efectivamente a los usuarios finales del sistema de riego. Este indicador evalúa la capacidad del sistema para entregar el agua de manera adecuada, considerando las pérdidas que se producen durante el proceso de reparto.

Las pérdidas en la distribución pueden estar asociadas a filtraciones en los canales secundarios, fugas en las compuertas, derivaciones mal reguladas y deficiencias en la operación del sistema. Una baja eficiencia de distribución indica que una parte importante del agua derivada no llega a las parcelas agrícolas, lo que afecta el rendimiento de los cultivos.

La eficiencia de distribución se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Ed = (\Sigma Q_{\text{entregado}} / Q_{\text{derivado}}) \times 100$$

Donde:

$\Sigma Q_{\text{entregado}}$ es la suma de los caudales entregados a los usuarios.

Q_{derivado} es el caudal total derivado desde el canal principal.

Este indicador permite evaluar la equidad y eficacia del reparto del agua dentro del sistema de riego.

2.2.5 Factores que afectan la eficiencia de conducción y distribución

La eficiencia de los sistemas de riego está condicionada por diversos factores que interactúan entre sí. Entre los más relevantes se encuentran el tipo de canal, la infiltración del agua al suelo, las filtraciones laterales, la evaporación superficial, el estado de las compuertas y derivaciones, la acumulación de sedimentos y la presencia de vegetación en los canales.

Asimismo, el mantenimiento periódico de la infraestructura hidráulica es un factor determinante para preservar la eficiencia del sistema. La falta de limpieza, la ausencia de reparaciones oportunas y el deterioro progresivo de las estructuras incrementan las pérdidas de agua y reducen la vida útil de los canales de riego.

2.3. Bases conceptuales

Las bases conceptuales permiten definir con precisión los principales términos utilizados en la investigación, asegurando una correcta interpretación de los conceptos técnicos relacionados con la eficiencia de conducción y distribución del agua en sistemas de riego. Estas definiciones facilitan la comprensión del estudio y establecen un marco común para el análisis de los resultados

Sistema de riego

Conjunto de obras hidráulicas, estructuras y procedimientos destinados a captar, conducir, distribuir y aplicar el agua a los cultivos con el fin de satisfacer sus necesidades hídricas. Un sistema de riego eficiente debe garantizar un transporte

adecuado del agua, minimizando las pérdidas y asegurando una distribución equitativa entre los usuarios.

Canal de riego

Infraestructura hidráulica construida para transportar agua desde la fuente de captación hasta las áreas de cultivo. Los canales pueden ser principales, secundarios o terciarios, dependiendo de su función dentro del sistema de riego. Su diseño y estado de conservación influyen directamente en la eficiencia del sistema.

Canal revestido

Tipo de canal de riego que cuenta con un recubrimiento impermeable, generalmente de concreto u otro material similar, cuyo objetivo es reducir las pérdidas de agua por infiltración y filtraciones laterales. Los canales revestidos presentan mayor estabilidad estructural y, en condiciones adecuadas de mantenimiento, alcanzan mayores niveles de eficiencia hidráulica.

Canal sin revestir

Canal de riego excavado directamente en el suelo, sin ningún tipo de recubrimiento impermeable. Este tipo de canal es más susceptible a pérdidas de agua por infiltración, erosión de los taludes y crecimiento de vegetación, lo que reduce su eficiencia en la conducción y distribución del recurso hídrico.

Conducción del agua

Proceso mediante el cual el agua es transportada desde el punto de captación hasta los puntos de distribución a través de los canales del sistema de riego. Durante esta etapa pueden producirse pérdidas de agua debido a infiltración, filtraciones, evaporación y deficiencias estructurales del canal.

Distribución del agua

Etapas del sistema de riego en la cual el agua conducida es repartida hacia las parcelas agrícolas mediante compuertas, tomas laterales y canales secundarios. Una distribución eficiente permite que el recurso hídrico llegue de manera oportuna y equitativa a los usuarios finales.

Eficiencia de conducción del agua

Indicador hidráulico que expresa la relación porcentual entre el caudal que sale de un tramo de canal y el caudal que ingresa al mismo. Permite cuantificar las pérdidas de agua que ocurren durante el transporte y evaluar el desempeño del sistema de conducción.

Eficiencia de distribución del agua

Indicador que mide la proporción del agua derivada que llega efectivamente a los usuarios finales del sistema de riego. Refleja la capacidad del sistema para distribuir el agua sin pérdidas excesivas y con un adecuado control del flujo.

Caudal

Se define como el volumen de agua que pasa por la sección transversal del cauce por unidad de tiempo, y se expresa en m³/s o l/s.

Pérdidas por infiltración

Cantidad de agua que se pierde cuando el recurso hídrico se filtra hacia el suelo a través de las paredes y el fondo del canal. Este tipo de pérdida es más frecuente en canales sin revestimiento y depende de la permeabilidad del suelo y del estado del canal.

Filtraciones laterales

Pérdidas de agua que ocurren a través de fisuras, juntas deterioradas o defectos estructurales en los canales revestidos. Aunque son menores que las pérdidas por infiltración pueden afectar significativamente la eficiencia del sistema cuando no se realiza un mantenimiento adecuado.

Evaporación superficial

Proceso mediante el cual una parte del agua transportada se pierde en forma de vapor debido a la acción del sol, la temperatura ambiente y el viento. La evaporación es más significativa en canales abiertos y durante épocas de altas temperaturas.

Compuertas y derivaciones

Estructuras hidráulicas utilizadas para regular y controlar el flujo de agua dentro del sistema de riego. El mal estado o la inadecuada operación de estas estructuras puede generar pérdidas de agua y afectar la distribución equitativa del recurso.

Mantenimiento de la infraestructura hidráulica

Conjunto de actividades destinadas a conservar en buen estado los canales, compuertas y demás estructuras del sistema de riego. El mantenimiento periódico es fundamental para preservar la eficiencia del sistema, reducir pérdidas de agua y prolongar la vida útil de la infraestructura.

Eficiencia del sistema de riego

Capacidad global del sistema para transportar y distribuir el agua desde la fuente de captación hasta las parcelas agrícolas, minimizando las pérdidas y asegurando un uso racional del recurso hídrico. Esta eficiencia es el resultado de la interacción entre la conducción, la distribución y el estado de la infraestructura hidráulica

2.4. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables permite traducir los conceptos teóricos de la investigación en elementos medibles y observables, facilitando la recolección y el análisis de datos en campo. En el presente estudio, la variable central es la eficiencia en la conducción y distribución del agua, la cual se evalúa a través de indicadores cuantitativos relacionados con los caudales, pérdidas de agua y estado de la infraestructura hidráulica en los subsectores La Otra Banda y Mocupe.

Variable principal

Eficiencia en la conducción y distribución del agua

Definición: Es la capacidad del sistema de riego para transportar y distribuir el agua desde la fuente de captación hasta las parcelas agrícolas, minimizando las pérdidas por infiltración, filtraciones, evaporación y deficiencias estructurales, y asegurando que el recurso llegue de manera adecuada a los usuarios.

Definición

operacional:

Se mide mediante la comparación entre los caudales de entrada y salida en tramos

representativos de los canales, así como el caudal derivado y el caudal efectivamente entregado a los usuarios, expresándose en términos porcentuales de eficiencia.

TABLA I: Operacionalización de variables

<i>VARIABLE</i>	<i>DEFINICION CONCEPTUAL</i>	<i>DEFINICION OPERACIONAL</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>ESCALA MEDICION</i>	<i>DE</i>	<i>INSTRUMENTO</i>
EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL AGUA	Relación entre el agua suministrada en el punto de captación y la que llega al final del canal.	Se mide comparando el volumen de agua en diferentes tramos del canal.	% de agua conducida en relación con la suministrada.	Porcentaje (%)		Medición de caudal con correntómetro y aforo volumétrico.
EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA	Capacidad del sistema para distribuir el agua de manera equitativa y sin pérdidas excesivas.	Se mide evaluando la cantidad de agua entregada en los puntos de distribución.	% de agua distribuida respecto al volumen conducido.	Porcentaje (%)		Medición de caudal en puntos de entrega y comparación con el volumen conducido.
CAUDAL CONDUcido	Volumen de agua transportado por el canal en un tiempo determinado.	Se mide en m ³ /s con un correntómetro.	Caudal medio en el tramo evaluado.	Razón (m ³ /s)		Correntómetro y aforo directo.
PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN.	Cantidad de agua absorbida por el suelo del canal.	Se calcula por diferencia de caudal entre tramos.	Diferencia de caudal antes y después de un tramo.	Porcentaje (%)		Medición de caudal en dos puntos de un mismo canal. Pérdidas por evaporación
PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN	Proporción de agua que se pierde en forma de vapor. Resistencia	Se estima a partir de datos climáticos (temperatura, humedad).	Diferencia de caudal por evaporación.	Porcentaje (%)		Registro meteorológico y balance hídrico.
RUGOSIDAD DEL CANAL	paredes del canal al fluir de agua.	Se evalúa mediante el coeficiente de Manning.	Valor del coeficiente de rugosidad.	Escala numérica (n)		Observación y tablas de Manning.
CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL CANAL	Estado físico del canal en términos de conservación.	Se determina mediante inspección visual.	Nivel de deterioro.	Escala cualitativa (Bueno, Regular, Malo)		Lista de chequeo y observación directa.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general:

La eficiencia de conducción y distribución del agua en el subsector hidráulico La Otra Banda (canal sin revestir) es inferior al 60%, mientras que en el subsector Mocupe (canal revestido) es superior al 80%, debido a las diferencias en la infraestructura hidráulica, específicamente en cuanto al revestimiento de los canales, lo que genera mayores pérdidas de agua en La Otra Banda por infiltración y filtración lateral.

2.5.2 Hipótesis Específicas:

La eficiencia de conducción y distribución en el subsector La Otra Banda (canal sin revestir) es inferior al 60%, debido a las pérdidas de agua por infiltración y filtraciones laterales causadas por la falta de revestimiento en el canal principal.

La eficiencia de conducción y distribución en el subsector Mocupe (canal revestido) es superior al 80%, debido a que el revestimiento reduce significativamente las pérdidas de agua por infiltración y filtraciones laterales, lo que mejora la eficiencia hidráulica.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Este capítulo describe el diseño metodológico que guiará la investigación para evaluar la eficiencia en la conducción y distribución del agua en los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, provincia de Chiclayo, Lambayeque. La metodología empleada permitirá recolectar datos precisos sobre las condiciones de los sistemas de riego y su eficiencia, para identificar las principales áreas de mejora. En esta sección se detallan el tipo y nivel de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como los procedimientos para el análisis de los resultados.

3.1 Tipo y nivel de Investigación

3.1.1 Tipo de investigación:

La investigación será de tipo cuantitativa, ya que se orienta hacia la medición numérica de las variables de estudio. El objetivo es obtener datos precisos sobre la eficiencia de los sistemas de riego mediante mediciones directas de caudales en los canales. Para ello, se

realizarán mediciones con instrumentos hidrométricos, como un correntómetro, y se analizarán los resultados obtenidos para calcular la eficiencia en la conducción y distribución del agua.

METODO DEL CORRENTOMETRO

El correntómetro consiste en una hélice y cojinete protegida para la medición de la velocidad del agua, acoplado a un mango de la sonda telescópica que termina en un flujo con pantalla LCD del ordenador. El computador del correntómetro incorpora velocidad real promedio de las mediciones de flujo más precisos en FT/S que luego se convertirán a m/s. La pantalla principal del ordenador muestra la velocidad instantánea y se actualiza una vez por segundo. Una función de restablecimiento permite las mediciones de una media, mínima y máxima velocidad que se reinicie; así como el restablecimiento del temporizador a cero. Hasta 30 mediciones separadas de media, mínima y máxima velocidad se pueden almacenar en la memoria.





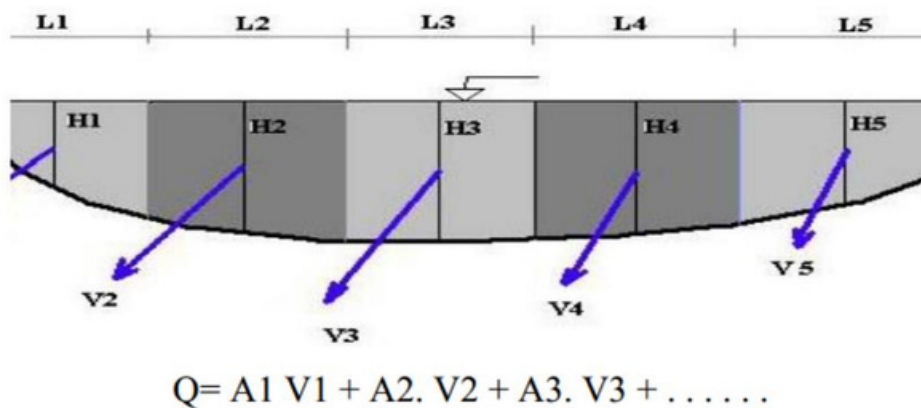
□ **Descripción o Metodología de Procedimiento**

- Para realizar la medición de velocidad se utilizará un correntómetro digital Global Water FP 111.
- Apuntar la hélice del correntómetro directamente en el curso de agua que se desea medir. Con la flecha en el interior de la carcasa del propulsor aguas abajo. El mango de la sonda FP111 es una caña de dos piezas ampliable de aproximadamente 1 a 2 m.
- Si esta pantalla está en blanco, se debe presionar cualquier tecla para reiniciar el equipo.
- Luego se coloca la hélice en el punto de medición deseado y pulse el botón RESET para comenzar a tomar las velocidades nuevas medio, mínimo y máximo de las lecturas.
- Las mediciones de velocidad se tomarán simultáneamente con las medidas de profundidad. Luego de determinar las profundidades en cada sección, se medirán las velocidades a 0.2 h y 0.8 h desde el fondo, criterio que es igualmente utilizado para profundidades mayores a 0.6 metros. A

profundidades menores o iguales a 0.6 metros, la velocidad se medirá a 0.4 h desde el fondo.

- o Las mediciones se actualizan una vez por segundo.
- o Se debe pulsar REINICIAR antes de comenzar una nueva medida, es
- o necesaria para una mejor precisión.

Si la hélice queda paralizada, mientras se da la medición de flujo, límpiolo hasta que la hélice gire libremente y empezar de nuevo.



Para el calculo del canal

Se mide el ancho del cauce, el número de mediciones o el número de tramos a medir las velocidades tanto a los costados y al medio del curso de agua puede ser 1,2,3,4...n mediciones esto va a depender del ancho del cauce. Anotando el tirante de cada uno y la distancia entre estos tramos.

Obtenidos los datos necesarios, se procede a introducir los datos en un Formato de medición de caudales luego estos datos se Introducen en una de Hoja de campo de cálculo Excel, para calcular el caudal.

CANAL							
COORDENADAS UTM							
FECHA							
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.000

3.1.2 Nivel de investigación:

El nivel de investigación es descriptivo y correlacional.

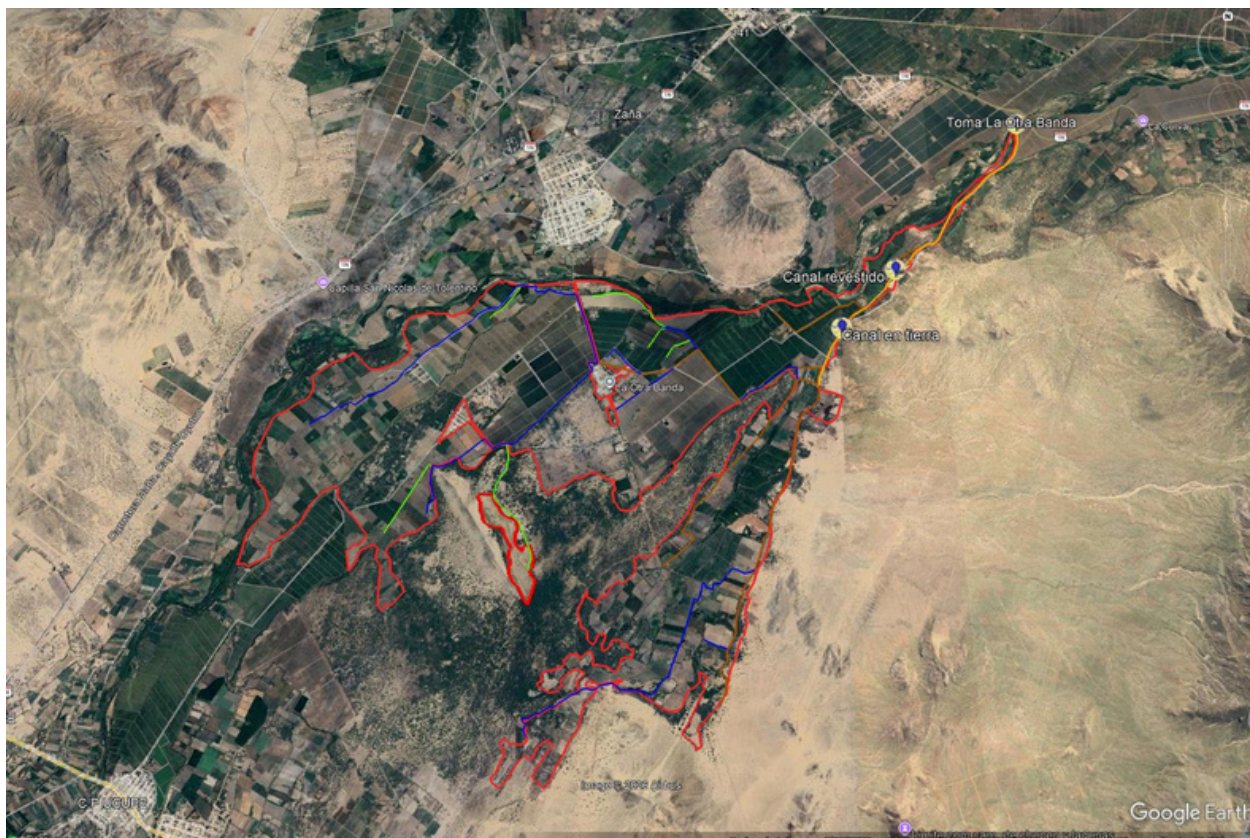
Descriptivo, porque se buscará caracterizar las condiciones de eficiencia de conducción y distribución en los sistemas de riego de los subsectores La Otra Banda y Mocupe.

Correlacional, ya que se analizarán las relaciones entre la infraestructura de los canales (revestidos vs. no revestidos) y la eficiencia observada, permitiendo comparar los diferentes tramos de los canales y su impacto en las pérdidas de agua.

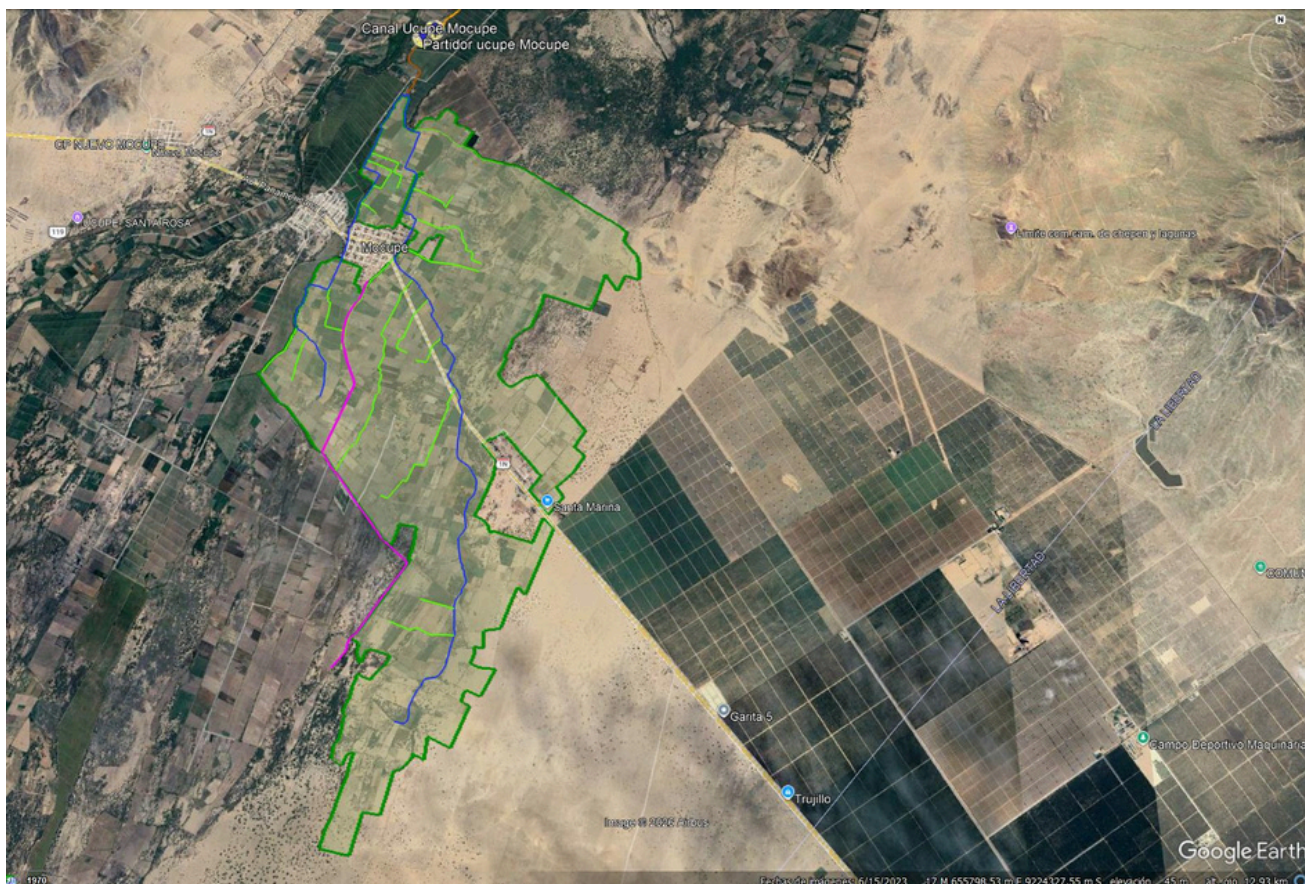
3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

La población de estudio está conformada por los canales principales y secundarios de los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, provincia de Chiclayo, Lambayeque. Estos canales forman la infraestructura hidráulica utilizada para la conducción y distribución de agua en la región, siendo esenciales para el riego de las tierras agrícolas locales. La población abarca todos los tramos de los canales de riego en estos dos subsectores, con especial atención a aquellos tramos que presenten condiciones representativas para la medición de la eficiencia hídrica.

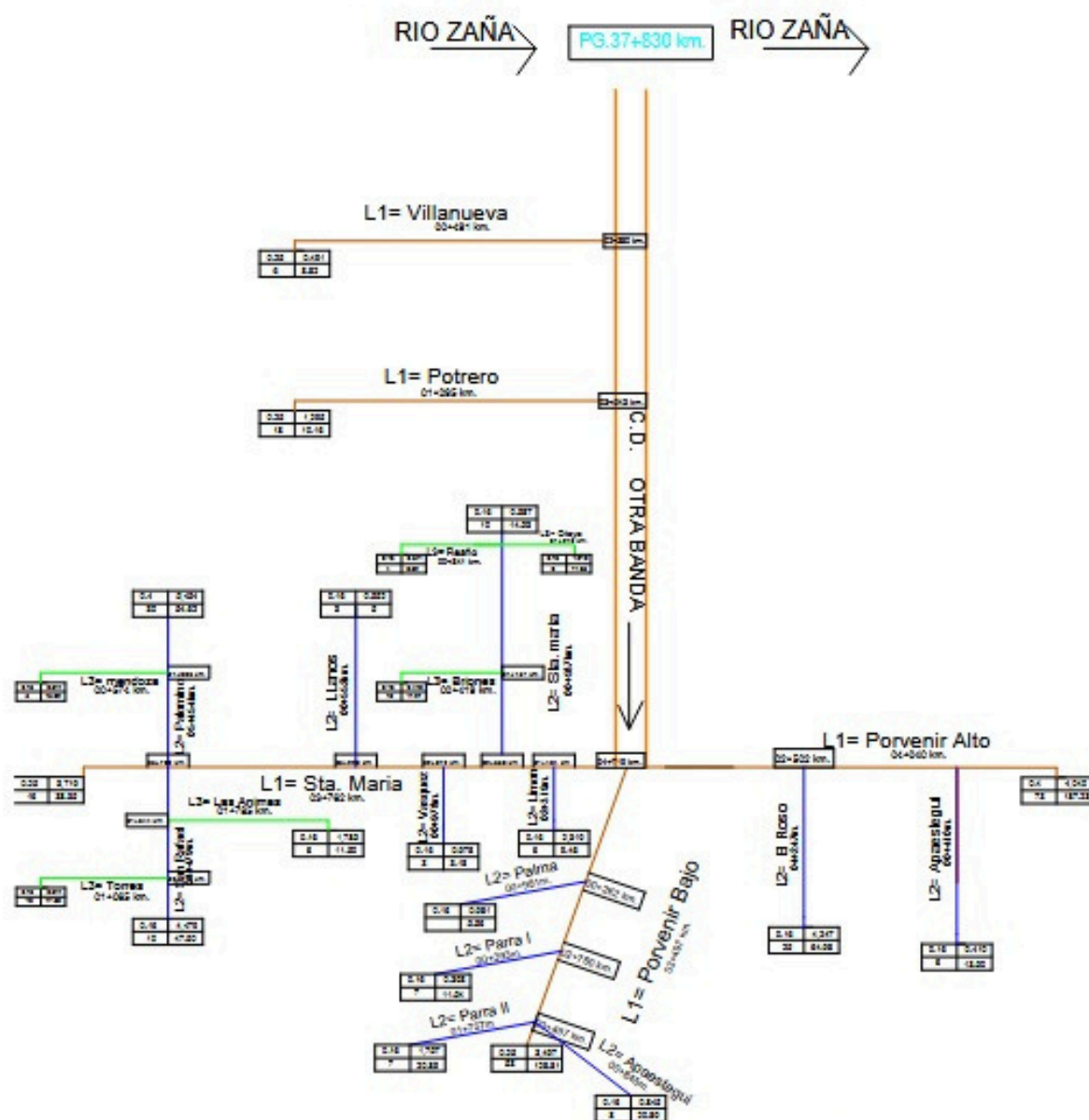


SUBSECTOR HIDRAULICO LA OTRA BANDA



SUBSECTOR HIDRAULICO MOCUPE

ESQUEMA HIDRAULICO COMISION DE USUARIOS LA OTRA BANDA



NOMENCLATURA

C.D. CANAL DE DERIVACION
A.R. = AREA BAJO RIEGO (ha)
Q = CAUDAL (m³/s)
N° USU = NUMERO DE USUARIOS
LONG. = LONGITUD DEL CANAL

Q	LONG
USU	DER

NOMENCLATURA

C.D. CANAL DE DERIVACION
LATERAL DE PRIMER ORDEN
LATERAL DE SEGUNDO ORDEN
LATERAL DE TERCER ORDEN

RIO ZAÑA → PG.30+800 km. → RIO ZAÑA



3.2.2 Muestra

Dado que la población total es amplia y la cobertura completa no es factible debido a limitaciones de tiempo y recursos, se seleccionará una muestra representativa de tramos en cada subsector. En total, se elegirá cuatro tramos de canales, dos por cada subsector. La selección de estos tramos se realizará con base en los siguientes criterios:

Accesibilidad: Los tramos seleccionados deben ser fácilmente accesibles para realizar las mediciones sin complicaciones logísticas.

Estado de conservación: Se priorizarán tramos cuya infraestructura hidráulica esté en condiciones operativas adecuadas, pero también se incluirán tramos deteriorados para evaluar el impacto de las deficiencias en la eficiencia hidráulica.

3.2.3 Muestreo

El muestreo será de tipo no probabilístico o intencional, ya que se seleccionarán los tramos de los canales de acuerdo con criterios específicos que garanticen que los datos recolectados sean representativos de las condiciones generales de los subsectores de estudio.

Criterios de selección de la muestra:

Accesibilidad: Los tramos seleccionados deben ser fácilmente accesibles para realizar las mediciones sin dificultades logísticas.

Estado de conservación de la infraestructura: Se seleccionarán tramos que presenten una diversidad en el estado de conservación de los canales (canales en buen estado, canales deteriorados y canales revestidos frente a no revestidos).

Variedad de condiciones: Se seleccionarán tramos con diferentes características estructurales, para poder evaluar cómo el tipo de canal (revestido vs. no revestido) influye en la eficiencia de conducción y distribución.

Número total de tramos seleccionados: Se seleccionarán 4 tramos (2 de La Otra Banda y 2 de Mocupe), lo que permite realizar un análisis comparativo entre los diferentes tipos de canales en los dos subsectores.

Justificación del muestreo: Este tipo de muestreo es adecuado para el estudio, ya que permite obtener información relevante sobre las características más importantes de los

canales de riego en los subsectores hidráulicos seleccionados. Al elegir tramos representativos con diferentes condiciones operativas y estructurales, se podrá realizar una evaluación comparativa que permita identificar las diferencias en la eficiencia de conducción y distribución del agua entre los canales revestidos y no revestidos, así como el impacto del estado de conservación de la infraestructura.

3.3 Técnicas e instrumentos, equipos y materiales

3.3.1 Técnicas de Recolección de Datos

Para la recolección de los datos necesarios para evaluar la eficiencia de los sistemas de riego, se utilizarán técnicas cuantitativas, que permitirán obtener datos numéricos sobre los caudales de agua, así como información cualitativa sobre el estado de la infraestructura hidráulica. Las principales técnicas que se emplearán son:

Aforo hidrométrico: Esta técnica consistirá en la medición directa de los caudales de agua en los tramos seleccionados mediante el uso de un correntómetro, un instrumento que mide la velocidad del agua. Con esta medición, se podrá calcular el caudal de agua en diferentes puntos del canal y obtener datos precisos para determinar las pérdidas de agua a lo largo del sistema.

Inspección visual: Se llevará a cabo una inspección física detallada de la infraestructura hidráulica, observando la condición de los canales, las compuertas, las juntas y los taludes. Esta técnica servirá para identificar fisuras, erosión y vegetación no deseada, que son factores que pueden afectar la eficiencia del sistema de riego. La inspección se complementará con un registro fotográfico para documentar las condiciones observadas.

Entrevistas y encuestas: Para complementar los datos cuantitativos, se realizarán entrevistas semiestructuradas con los operadores del sistema de riego y agricultores que utilizan el agua para el riego de sus cultivos. Las entrevistas proporcionarán información cualitativa sobre los problemas operativos del sistema, como la distribución del agua y las dificultades que enfrentan los usuarios.

3.3.2 Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos que se utilizarán para llevar a cabo las mediciones y registros de los datos son los siguientes:

Correntómetro: Este instrumento permitirá medir la velocidad del agua en los tramos seleccionados. Con esta información, se calculará el caudal de agua en los canales principales y secundarios, lo que es crucial para calcular la eficiencia de conducción.

GPS: Se utilizará un sistema de posicionamiento global (GPS) para geolocalizar los puntos exactos de medición, lo que facilitará la ubicación precisa de los tramos seleccionados y garantizará la consistencia en la recolección de datos.

Formularios de recolección de datos: Se diseñarán formularios específicos para registrar los caudales medidos, observaciones sobre el estado de la infraestructura y los resultados de las entrevistas y encuestas. Estos formularios asegurarán que la información sea recolectada de manera sistemática y ordenada.

Cámara fotográfica: Se utilizará una cámara fotográfica o smartphone para documentar visualmente las condiciones de los canales, lo cual servirá para complementar las observaciones realizadas y ofrecer evidencia visual del estado de la infraestructura.

3.4 Validez y confiabilidad del Instrumento

Para asegurar que los instrumentos de recolección de datos sean confiables y válidos, se llevará a cabo un piloto previo antes de realizar las mediciones definitivas en campo. Este piloto servirá para probar la efectividad de los instrumentos, como el correntómetro y los formularios de recolección de datos, y garantizar que proporcionen resultados precisos en el contexto de la investigación.

La fiabilidad se garantizará mediante la repetición de mediciones en los tramos seleccionados, lo que permitirá verificar la consistencia de los datos obtenidos. Además, se realizará un análisis de consistencia interna en los datos de las encuestas y entrevistas, para asegurar que la información cualitativa sea coherente y válida.

3.5 Procesamiento de Datos

Una vez que se haya recolectado toda la información, se procederá al procesamiento y análisis de los datos. Para calcular la eficiencia en la conducción y distribución del agua, se utilizarán las siguientes fórmulas:

Eficiencia de conducción (E_c): $E_c = \left(\frac{Q_s}{Q_e} \right) \times 100$

o Donde:

- Q_s es el caudal de salida del tramo evaluado.
- Q_e es el caudal de entrada al tramo.

Eficiencia de distribución (E_d): $E_d = \left(\frac{\Sigma Q_{entregado}}{Q_{derivado}} \right) \times 100$

o Donde:

- $\Sigma Q_{entregado}$ es la suma del caudal entregado a los usuarios finales.
- $Q_{derivado}$ es el caudal derivado desde el canal principal.

Los resultados serán presentados en tablas y gráficos que permitirán comparar la eficiencia de los sistemas de riego en los dos subsectores, y se discutirán en relación con las características de los canales (revestidos y no revestidos). Además, se aplicarán análisis estadísticos adecuados, como pruebas de significancia, para determinar la relevancia de las diferencias encontradas entre los dos subsectores.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de las mediciones realizadas en los tramos seleccionados de los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, provincia de Chiclayo, Lambayeque. Los datos se han recopilado mediante la técnica de aforo hidrométrico utilizando un correntómetro para medir los caudales de agua, así como mediante inspección visual para evaluar las condiciones de la infraestructura hidráulica. Además, se realizaron entrevistas y encuestas a los operadores del sistema de riego y agricultores para obtener información adicional sobre la percepción de los usuarios respecto a la eficiencia del sistema.

4.1 Descripción General de los Tramos Evaluados

Para el análisis de los resultados, se seleccionaron cuatro tramos representativos, dos en cada subsector, de acuerdo con los criterios de accesibilidad, estado físico y longitud representativa, detallados en el capítulo anterior. A continuación, se describe brevemente cada tramo evaluado:

□ ***Canal de Derivación La Otra Banda:***

El Canal de Derivación La Otra Banda, es el que va a derivar las aguas del río Zaña hasta el subsector hidráulico de La Otra Banda. Se encuentra entre las coordenadas 660599E-9233769N y 660629E- 9233803N tiene una longitud total de 1.814 Km. de los cuales se encuentran asentado sobre tierra con textura permeable lo cual acarrea perdidas de conducción considerables. Tiene una capacidad de 2.00 m³/seg, y a abastece a los 1,127 has, conducidas por 264 usuarios.

□ ***El canal Lateral de Orden 3° Otoya:***

Es la infraestructura que va a derivar las aguas del Canal Lateral de Orden 2° Sta. María, que pertenece al subsector hidráulico de La Otra Banda. Se encuentra entre las coordenadas 657669E-9233071N y 656753E- 9233521N tiene una capacidad de 0.16m³/seg. Parte de una captación de material noble por la margen derecha ubicada en la progresiva 0+587.23 km. del Canal Lateral de orden 2° Sta. María, con una longitud de 1.210 km. encontrándose asentado sobre tierra con textura permeable lo cual acarrea perdidas de conducción considerables, brinda servicio de riego a 11.63 has. que son conducidas por 9 usuarios.

□ ***Canal de Derivación Ucupe - Mocupe***

El Canal Ucupe-Mocupe, es el que va a derivar las aguas del río Zaña hasta el subsector hidráulico Mocupe. Parte desde la bocatoma de material noble ubicada en el Km. 30+400 del río Zaña a aproximadamente 1.00 km aguas arriba del puente colgante de Zaña por la margen izquierda, ubicado entre las coordenada 658002E-9233306N y 652729N- 9230026E. Tiene una capacidad de 4.5 m³/seg., con una longitud total de 7.20 Km. de los cuales se encuentra revestido con concreto en su totalidad, brinda servicio de riego a 933.8 ha que son conducidas por 363 usuarios.

□ ***El canal Lateral de Orden 3° Pablo Esquen:***

Es la infraestructura que va a derivar las aguas del Canal Lateral de Orden 2° Mamey, que pertenece al subsector hidráulico de Mocupe. Se encuentra entre las coordenadas 652783E-9227363N y 653632E- 9226742N tiene una capacidad de 0.16 m³/seg. Parte de una captación de material noble por la margen izquierda ubicada en la progresiva 2+183 km. del Canal Lateral de orden 2° Mamey, con una longitud de 1.246 km. encontrándose asentado sobre tierra con textura permeable lo cual acarrea perdidas de conducción considerables, brinda servicio de riego a 26.25 has que son conducidas por 16 usuarios.

4.2 Mediciones de Caudales y Eficiencia de Conducción

Se realizaron 3 mediciones de caudal en diferentes fechas, en los puntos de cada tramo para calcular la **eficiencia de conducción**, es decir, la relación entre el caudal de entrada y el caudal de salida. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

4.2.1 CANAL DE DERIVACIÓN LA OTRA BANDA:

FECHA 1 – 8/08/2025

CANAL				CD LOB			
COORDENADAS UTM				660599			
				9233769			
FECHA				8/08/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutara del nivel del agua (m)	Alutara del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.30	0.15	0.00	0.000	0.000
0.50	0.28	0.17	0.50	0.40	0.50	0.133	0.053
1.00	0.26	0.16	0.60	0.55	0.50	0.135	0.074
1.50	0.26	0.16	0.60	0.60	0.50	0.130	0.078
2.00	0.28	0.17	0.50	0.55	0.50	0.135	0.074
2.50	0.31	0.19	0.30	0.40	0.50	0.148	0.059
2.90	0.21	0.13	0.30	0.30	0.40	0.104	0.031
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.370

□ **Caudal de entrada (Qe):** 0.370 m³/s

CANAL				CD LOB			
COORDENADAS UTM				660629			
				9233803			
FECHA				8/08/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutara del nivel del agua (m)	Alutara del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.26	0.16	0.30	0.15	0.00	0.000	0.000
0.30	0.23	0.14	0.40	0.35	0.30	0.074	0.026
0.60	0.23	0.14	0.40	0.40	0.30	0.069	0.028
0.90	0.27	0.16	0.50	0.45	0.30	0.075	0.034
1.20	0.24	0.14	0.40	0.45	0.30	0.077	0.034
1.50	0.17	0.10	0.30	0.35	0.30	0.062	0.022
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.143

□ **Caudal de salida (Qs):** 0.143 m³/s

□ **Eficiencia de conducción (Ec):**

$$Ec = \left(\frac{Q_s}{Q_e} \right) \times 100 = \left(\frac{0.143}{0.370} \right) \times 100 = 38.65\%$$

FECHA 2 – 27/09/2025

CANAL				CD LOB			
COORDENADAS UTM				660599			
				9233769			
FECHA				27/09/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.50	0.25	0.00	0.000	0.000
0.50	0.28	0.17	0.60	0.55	0.50	0.133	0.073
1.00	0.26	0.16	0.70	0.65	0.50	0.135	0.088
1.50	0.26	0.16	0.80	0.75	0.50	0.130	0.098
2.00	0.28	0.17	0.70	0.75	0.50	0.135	0.101
2.50	0.31	0.19	0.60	0.65	0.50	0.148	0.096
2.90	0.21	0.13	0.50	0.55	0.40	0.104	0.057
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.512

□ **Caudal de entrada (Qe):** 0.512 m³/s

CANAL				CD LOB			
COORDENADAS UTM				660629			
				9233803			
FECHA				27/09/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.26	0.16	0.50	0.25	0.00	0.000	0.000
0.30	0.23	0.14	0.60	0.55	0.30	0.074	0.040
0.60	0.23	0.14	0.60	0.60	0.30	0.069	0.041
0.90	0.27	0.16	0.50	0.55	0.30	0.075	0.041
1.20	0.24	0.14	0.60	0.55	0.30	0.077	0.042
1.50	0.17	0.10	0.40	0.50	0.30	0.062	0.031
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.196

□ **Caudal de salida (Qs):** 0.196 m³/s

□ **Eficiencia de conducción (Ec):**

$$Ec = \left(\frac{Q_s}{Q_e} \right) \times 100 = \left(\frac{0.196}{0.512} \right) \times 100 = 38.28\%$$

FECHA 3 – 18/10/2025

CANAL				CD LOB			
COORDENADAS UTM				660599			
				9233769			
FECHA				18/10/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.40	0.20	0.00	0.000	0.000
0.50	0.28	0.17	0.50	0.45	0.50	0.133	0.060
1.00	0.26	0.16	0.70	0.60	0.50	0.135	0.081
1.50	0.26	0.16	0.60	0.65	0.50	0.130	0.085
2.00	0.28	0.17	0.60	0.60	0.50	0.135	0.081
2.50	0.31	0.19	0.30	0.45	0.50	0.148	0.066
2.90	0.21	0.13	0.30	0.30	0.40	0.104	0.031
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.404

- **Caudal de entrada (Qe):** 0.404 m³/s

CANAL				CD LOB			
COORDENADAS UTM				660629			
				9233803			
FECHA				18/10/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.26	0.16	0.30	0.15	0.00	0.000	0.000
0.30	0.23	0.14	0.50	0.40	0.30	0.074	0.029
0.60	0.23	0.14	0.40	0.45	0.30	0.069	0.031
0.90	0.27	0.16	0.50	0.45	0.30	0.075	0.034
1.20	0.24	0.14	0.50	0.50	0.30	0.077	0.038
1.50	0.17	0.10	0.30	0.40	0.30	0.062	0.025
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.157

- **Caudal de salida (Qs):** 0.157 m³/s

- **Eficiencia de conducción (Ec):**

$$Ec = \left(\frac{Q_s}{Q_e} \right) \times 100 = \left(\frac{0.157}{0.404} \right) \times 100 = 38.86\%$$

Se realizaron tres mediciones de aforo, cuyos resultados se presentan a continuación:

Aforo 1 8/08/2025	Aforo 2 27/09/2025	Aforo 3 18/10/2025	Promedio
38.65%	38.28%	38.86%	38.60%

.INTERPRETACIÓN: La eficiencia de conducción en este tramo es baja debido a las pérdidas por infiltración en el canal sin revestir. Las fisuras y la erosión contribuyen a que el agua no llegue a su destino de manera eficiente.

4.2.2 CANAL DE DERIVACIÓN UCUPE – MOCUPE

FECHA 1– 8/08/2025

CANAL				CD MOCUPE			
COORDENADAS UTM				658002			
				9233306			
FECHA				8/08/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.20	0.20	0.12	0.30	0.15	0.20	0.020	0.003
0.40	0.38	0.23	0.40	0.35	0.20	0.058	0.020
0.70	0.38	0.23	0.50	0.45	0.30	0.114	0.051
1.10	0.38	0.23	0.50	0.50	0.30	0.114	0.057
1.30	0.38	0.23	0.40	0.45	0.30	0.114	0.051
1.50	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.038	0.008
TOTAL CAUDAL (m3/S)							0.191

□ **Caudal de entrada (Qe):** 0.191 m³/s

CANAL				CD MOCUPE			
COORDENADAS UTM				652729			
				9230026			
FECHA				8/08/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.07	0.10	0.06	0.80	0.40	0.07	0.004	0.001
0.22	0.25	0.15	0.80	0.80	0.15	0.026	0.021
0.52	0.25	0.15	0.70	0.75	0.30	0.075	0.056
0.82	0.25	0.15	0.70	0.70	0.30	0.075	0.053
1.12	0.25	0.15	0.60	0.65	0.30	0.075	0.049
1.20	0.00	0.00	0.00	0.30	0.08	0.010	0.003
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.183

□ **Caudal de salida (Qs):** 0.183 m³/s

□ **Eficiencia de conducción (Ec):**

$$Ec = \left(\frac{Q_s}{Q_e} \right) \times 100 = \left(\frac{0.183}{0.191} \right) \times 100 = 95.81\%$$

FECHA 2 – 27/09/2025

CANAL					CD MOCUPE		
COORDENADAS UTM					658002		
					9233306		
FECHA					27/09/2025		
DISTAN CIA PUNTO	Alutur a del nivel	Alutur a del nivel	Velocid ad Media	Promedi o Velocid	Sub seccio n	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.20	0.20	0.12	0.45	0.23	0.20	0.020	0.005
0.40	0.40	0.24	0.45	0.45	0.20	0.060	0.027
0.65	0.40	0.24	0.45	0.45	0.25	0.100	0.045
0.90	0.40	0.24	0.45	0.45	0.25	0.100	0.045
1.15	0.40	0.24	0.45	0.45	0.25	0.100	0.045
1.40	0.40	0.24	0.45	0.45	0.25	0.100	0.045
1.60	0.00	0.00	0.00	0.23	0.20	0.040	0.009
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.221

□ **Caudal de entrada (Qe):** 0.221m³/s

CANAL					CD MOCUPE		
COORDENADAS UTM					652729		
					9230026		
FECHA					27/09/2025		
DISTAN CIA PUNTO	Alutur a del nivel	Alutur a del nivel	Velocid ad Media	Promedi o Velocid	Sub seccio n	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.15	0.20	0.12	0.50	0.30	0.15	0.015	0.005
0.40	0.35	0.21	0.50	0.50	0.25	0.069	0.034
0.65	0.35	0.21	0.50	0.50	0.25	0.088	0.044
0.90	0.35	0.21	0.50	0.50	0.25	0.088	0.044
1.15	0.35	0.21	0.50	0.50	0.25	0.088	0.044
1.40	0.20	0.12	0.50	0.50	0.25	0.069	0.034
1.55	0.00	0.00	0.00	0.30	0.15	0.026	0.008
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.212

□ **Caudal de salida (Qs):** 0.212 m³/s

□ **Eficiencia de conducción (Ec):**

$$Ec = \left(\frac{Q_s}{Q_e} \right) \times 100 = \left(\frac{0.212}{0.221} \right) \times 100 = 95.92\%$$

FECHA 3 – 18/10/2025

CANAL				CD MOCUPE			
COORDENADAS UTM				658002			
				9233306			
FECHA				18/10/2025			
DISTAN CIA PUNTO	Alutur a del nivel	Alutur a del nivel	Velocid ad Media	Promedi o Velocida	Sub seccion Ancho	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.20	0.25	0.15	0.30	0.15	0.20	0.025	0.004
0.40	0.45	0.27	0.40	0.35	0.20	0.070	0.025
0.70	0.45	0.27	0.50	0.45	0.30	0.135	0.061
1.00	0.45	0.27	0.50	0.50	0.30	0.135	0.068
1.30	0.45	0.27	0.45	0.48	0.30	0.135	0.064
1.60	0.45	0.27	0.40	0.43	0.30	0.135	0.057
1.80	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.045	0.009
TOTAL CAUDAL (m3/S)							0.287

Caudal de entrada (Qe): 0.287 m³/s

CANAL				CD MOCUPE			
COORDENADAS UTM				652729			
				9230026			
FECHA				18/10/2025			
DISTAN CIA PUNTO	Alutur a del nivel	Alutur a del nivel	Velocid ad Media	Promedi o Velocida	Sub seccion Ancho	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	0.13	0.08	0.50	0.25	0.10	0.007	0.002
0.25	0.30	0.18	0.60	0.55	0.30	0.065	0.035
0.45	0.30	0.18	0.70	0.65	0.30	0.090	0.059
0.65	0.30	0.18	0.70	0.70	0.30	0.090	0.063
0.85	0.30	0.18	0.70	0.70	0.30	0.090	0.063
1.05	0.13	0.08	0.70	0.70	0.30	0.065	0.045
1.20	0.00	0.00	0.00	0.35	0.10	0.015	0.005
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.272

□ **Caudal de salida (Qs): 0.272 m³/s**

□ **Eficiencia de conducción (E_c):**

$$E_c = \left(\frac{Q_s}{Q_e} \right) \times 100 = \left(\frac{0.287}{0.272} \right) \times 100 = 94.77\%$$

Se realizaron tres mediciones de aforo, cuyos resultados se presentan a continuación:

Aforo 1 8/08/2025	Aforo 2 27/09/2025	Aforo 3 18/10/2025	Promedio
95.81%	95.92%	94.77%	95.50%

INTERPRETACIÓN: La eficiencia en el tramo revestido es considerablemente más alta, ya que las pérdidas por infiltración son mínimas. Sin embargo, las **fisuras en las juntas** todavía afectan la eficiencia total del sistema.

4.3 Mediciones de Caudales y Eficiencia de Distribución

La eficiencia de distribución se calcula midiendo el caudal entregado a los usuarios finales en los puntos de distribución, en comparación con el caudal derivado desde el canal principal. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada subsector:

4.3.1 EL CANAL LATERAL DE ORDEN 3° OTOYA:

FECHA 1– 8/08/202

CANAL				L3 OTOYA			
COORDENADAS UTM				657669			
				9233071			
FECHA				8/08/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.12	0.07	0.50	0.25	0.00	0.000	0.000
0.40	0.14	0.08	0.60	0.55	0.40	0.052	0.029
0.80	0.14	0.08	0.60	0.60	0.40	0.056	0.034
1.20	0.13	0.08	0.60	0.60	0.40	0.054	0.032
1,60	0.13	0.08	0.50	0.55	0.40	0.052	0.029
2.00	0.13	0.08	0.50	0.50	0.40	0.052	0.026
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.149

□ Caudal derivado ($Q_{derivado}$): 0.149 m³/s

CANAL				L3 OTOYA			
COORDENADAS UTM				656753			
				9233521			
FECHA				8/08/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.41	0.25	0.30	0.15	0.00	0.000	0.000
0.20	0.41	0.25	0.40	0.35	0.20	0.082	0.029
0.40	0.41	0.25	0.30	0.35	0.20	0.082	0.029
0.60	0.41	0.25	0.30	0.30	0.20	0.082	0.025
0.78	0.41	0.25	0.40	0.35	0.18	0.074	0.026
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.108

□ Caudal entregado ($Q_{entregado}$): 0.108 m³/s

□ Eficiencia de distribución (Ed):

$$Ed = \left(\frac{Q_{entregado}}{Q_{derivado}} \right) \times 100 = \left(\frac{0.108}{0.149} \right) \times 100 = 72.48\%$$

FECHA 2 – 27/09/2025

CANAL				L3 OTOYA			
COORDENADAS UTM				657669			
				9233071			
FECHA				27/09/2025			
DISTAN CIA PUNTO	Alutur a del nivel	Alutur a del nivel	Velocid ad Media	Promedi o Velocida	Sub seccion Ancho	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.12	0.07	0.50	0.25	0.00	0.000	0.000
0.40	0.14	0.08	0.70	0.60	0.40	0.052	0.031
0.80	0.14	0.08	0.70	0.70	0.40	0.056	0.039
1.20	0.13	0.08	0.60	0.65	0.40	0.054	0.035
1.60	0.13	0.08	0.60	0.60	0.40	0.052	0.031
2.00	0.13	0.08	0.60	0.60	0.40	0.052	0.031
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.168

□ Caudal derivado ($Q_{derivado}$): 0.168 m³/s

CANAL				L3 OTOYA			
COORDENADAS UTM				656753			
				9233521			
FECHA				27/09/2025			
DISTAN CIA PUNTO	Alutur a del nivel	Alutur a del nivel	Velocid ad Media	Promedi o Velocida	Sub seccion Ancho	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.41	0.25	0.40	0.20	0.00	0.000	0.000
0.20	0.41	0.25	0.50	0.45	0.20	0.082	0.037
0.40	0.41	0.25	0.40	0.45	0.20	0.082	0.037
0.60	0.41	0.25	0.30	0.35	0.20	0.082	0.029
0.78	0.41	0.25	0.30	0.30	0.18	0.074	0.022
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.125

□ Caudal entregado ($Q_{entregado}$): 0.125 m³/s

□ Eficiencia de distribución (Ed):

$$Ed = \left(\frac{Q_{entregado}}{Q_{derivado}} \right) \times 100 = \left(\frac{0.125}{0.168} \right) \times 100 = 74.40\%$$

FECHA 3 – 18/10/2025

CANAL				L3 OTOYA			
COORDENADAS UTM				657669			
				9233071			
FECHA				18/10/2025			
DISTAN CIA PUNTO	Alutur a del nivel	Alutur a del nivel	Velocid ad Media	Promedi o Velocida	Sub seccion Ancho	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.12	0.07	0.50	0.25	0.00	0.000	0.000
0.40	0.14	0.08	0.60	0.55	0.40	0.052	0.029
0.80	0.14	0.08	0.70	0.65	0.40	0.056	0.036
1.20	0.13	0.08	0.60	0.65	0.40	0.054	0.035
1.60	0.13	0.08	0.50	0.55	0.40	0.052	0.029
2.00	0.13	0.08	0.50	0.50	0.40	0.052	0.026
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.155

□ Caudal derivado ($Q_{derivado}$): 0.155 m³/s

CANAL				L3 OTOYA			
COORDENADAS UTM				656753			
				9233521			
FECHA				18/10/2025			
DISTAN CIA PUNTO	Alutur a del nivel	Alutur a del nivel	Velocid ad Media	Promedi o Velocida	Sub seccion Ancho	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.41	0.25	0.30	0.15	0.00	0.000	0.000
0.20	0.41	0.25	0.40	0.35	0.20	0.082	0.029
0.40	0.41	0.25	0.40	0.40	0.20	0.082	0.033
0.60	0.41	0.25	0.30	0.35	0.20	0.082	0.029
0.78	0.41	0.25	0.40	0.35	0.18	0.074	0.026
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.116

□ Caudal entregado ($Q_{entregado}$): 0.116 m³/s

□ Eficiencia de distribución (E_d):

$$E_d = \left(\frac{Q_{entregado}}{Q_{derivado}} \right) \times 100 = \left(\frac{0.116}{0.155} \right) \times 100 = 74.83\%$$

Se realizaron tres mediciones de aforo, cuyos resultados se presentan a continuación:

Aforo 1 8/08/2025	Aforo 2 27/09/2025	Aforo 3 18/10/2025	Promedio
72.48%	74.40%	74.83%	73.90%

INTERPRETACIÓN: La eficiencia de distribución es relativamente baja, debido a las filtraciones y la deficiencia en el mantenimiento de las compuertas.

□ **4.3.2 CANAL LATERAL DE ORDEN 3° PABLO ESQUEN:**

CANAL				L3 PABLO ESQUEN			
COORDENADAS UTM				658002			
				9233306			
FECHA				8/08/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.30	0.25	0.15	0.40	0.20	0.30	0.075	0.015
0.60	0.25	0.15	0.40	0.40	0.30	0.075	0.030
0.90	0.25	0.15	0.40	0.40	0.30	0.075	0.030
1.10	0.25	0.15	0.30	0.35	0.20	0.050	0.018
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.093

□ **Caudal derivado ($Q_{derivado}$):** 0.093 m³/s

CANAL				L3 PABLO ESQUEN			
COORDENADAS UTM				652729			
				9230026			
FECHA				8/08/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.30	0.25	0.15	0.35	0.18	0.30	0.075	0.013
0.60	0.25	0.15	0.40	0.38	0.30	0.075	0.028
0.90	0.25	0.15	0.40	0.40	0.30	0.075	0.030
1.10	0.20	0.12	0.30	0.35	0.20	0.045	0.016
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.087

□ **Caudal entregado ($Q_{entregado}$):** 0.087 m³/s

□ **Eficiencia de distribución (E_d):**

$$E_d = \left(\frac{Q_{entregado}}{Q_{derivado}} \right) \times 100 = \left(\frac{0.087}{0.093} \right) \times 100 = 93.54\%$$

FECHA 2 – 27/09/2025

CANAL				L3 PABLO ESQUEN			
COORDENADAS UTM				658002			
				9233306			
FECHA				27/09/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.25	0.25	0.15	0.40	0.20	0.25	0.063	0.013
0.55	0.25	0.15	0.40	0.40	0.30	0.075	0.030
0.85	0.25	0.15	0.50	0.45	0.30	0.075	0.034
1.10	0.25	0.15	0.40	0.45	0.25	0.063	0.028
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.104

□ **Caudal derivado ($Q_{derivado}$):** 0.104 m³/s

CANAL				L3 PABLO ESQUEN			
COORDENADAS UTM				652729			
				9230026			
FECHA				27/09/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.25	0.25	0.15	0.40	0.20	0.25	0.063	0.013
0.55	0.25	0.15	0.45	0.43	0.30	0.075	0.032
0.85	0.25	0.15	0.40	0.43	0.30	0.075	0.032
1.10	0.20	0.12	0.40	0.40	0.25	0.056	0.023
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.099

□ **Caudal entregado ($Q_{entregado}$):** 0.099 m³/s

□ **Eficiencia de distribución (E_d):**

$$E_d = \left(\frac{Q_{entregado}}{Q_{derivado}} \right) \times 100 = \left(\frac{0.099}{0.104} \right) \times 100 = 95.19\%$$

FECHA 3 – 18/10/2025

CANAL				L3 PABLO ESQUEN			
COORDENADAS UTM				658002			
				9233306			
FECHA				18/10/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.50	0.25	0.15	0.50	0.25	0.35	0.088	0.022
0.70	0.25	0.15	0.50	0.50	0.35	0.088	0.044
1.05	0.25	0.15	0.50	0.50	0.35	0.088	0.044
1.25	0.25	0.15	0.40	0.45	0.20	0.050	0.023
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.132

- **Caudal derivado ($Q_{derivado}$):** 0.132 m³/s

CANAL				L3 PABLO ESQUEN			
COORDENADAS UTM				652729			
				9230026			
FECHA				18/10/2025			
DISTANCIA PUNTO INICIAL	Alutura del nivel del agua (m)	Alutura del nivel del agua de	Velocidad Media (m/seg.)	Promedio Velocidad Vertical	Sub seccion Ancho (m)	Area (m)	Caudal (m3/seg)
0.00	0.25	0.15	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
0.30	0.25	0.15	0.50	0.25	0.30	0.075	0.019
0.60	0.25	0.15	0.50	0.50	0.30	0.075	0.038
0.90	0.25	0.15	0.50	0.50	0.30	0.075	0.038
1.15	0.25	0.15	0.50	0.50	0.25	0.063	0.031
TOTAL CAUDAL (m3/s)							0.125

- **Caudal entregado ($Q_{entregado}$):** 0.125 m³/s

- **Eficiencia de distribución (E_d):**

$$E_d = \left(\frac{Q_{entregado}}{Q_{derivado}} \right) \times 100 = \left(\frac{0.125}{0.132} \right) \times 100 = 94.69$$

Se realizaron tres mediciones de aforo, cuyos resultados se presentan a continuación:

Aforo 1 8/08/2025	Aforo 2 27/09/2025	Aforo 3 18/10/2025	Promedio
93.54	95.19	94.69	94.47%

Interpretación: La eficiencia de distribución es muy alta en este tramo debido a la infraestructura en buen estado, con pocas pérdidas de agua.

4.4 Resumen de Resultados

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en cuanto a la **eficiencia de conducción** y **eficiencia de distribución** para los tramos evaluados:

	SUBSECTOR HIDRAULICO LA OTRA BANDA		SUBSECTOR HIDRAULICO LA OTRA MOCUPE	
	CD LOB	L3 OTOYA	CD MOCUPE	L3 PABLO ESQUEN
EFICIENCIA DE CONDUCCION	38.60%		95.50%	
EFICIENCIA DE DISTRIBUCION		73.90%		94.47%

☐ **4. Análisis de los Resultados**

☐ **Análisis de Resultados**

En la presente investigación, se han evaluado la eficiencia de conducción y distribución del agua en los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe, ubicados en los distritos de Zaña y Lagunas, en la provincia de Chiclayo, Lambayeque. Los resultados obtenidos a partir de los aforos realizados revelan diferencias significativas entre ambos subsectores, principalmente debido a las características estructurales de los canales (revestidos y no revestidos) y el estado de conservación de las infraestructuras hidráulicas.

Eficiencia de Conducción

Canal de Derivación La Otra Banda:

Los resultados de los tres aforos realizados en este canal, el cual es sin revestir, han mostrado una eficiencia de conducción considerablemente baja, con un promedio de 38.60%. Esta eficiencia se ve comprometida principalmente por las pérdidas por infiltración a través del canal sin revestir. La infiltración en el suelo permeable y la erosión de los taludes provocan que el caudal transportado disminuya a medida que avanza a lo largo del canal. Estas pérdidas contribuyen a la ineficiencia del sistema, ya que el agua no llega en la cantidad adecuada a los cultivos, lo que afecta negativamente la productividad agrícola de la región.

La baja eficiencia observada subraya la necesidad urgente de implementar soluciones que reduzcan estas pérdidas, como el revestimiento de los canales o el uso de tecnologías para impermeabilizar las paredes de los mismos. De no intervenir, las pérdidas de agua continuarán afectando la sostenibilidad de los sistemas de riego y, en consecuencia, la producción agrícola.

Canal Ucupe – Mocupe:

En contraste, el canal Ucupe – Mocupe, que está revestido con concreto, ha mostrado una eficiencia de conducción mucho más alta, con un promedio de 94.66%. La reducción de pérdidas por infiltración en los canales revestidos es evidente, lo que contribuye significativamente a una mayor eficiencia en la conducción del agua. Sin embargo, se ha observado que las fisuras en las juntas del revestimiento y las pequeñas filtraciones laterales afectan la eficiencia global del sistema. A pesar de estas deficiencias, la eficiencia sigue siendo considerablemente superior en comparación con los canales sin revestir, lo que resalta la ventaja de contar con infraestructuras hidráulicas adecuadamente revestidas.

Este resultado pone de manifiesto que, si bien los revestimientos de los canales son una mejora importante para la eficiencia de conducción, su mantenimiento es igualmente crucial para evitar que las filtraciones afecten el rendimiento general del sistema. Se recomienda realizar inspecciones regulares y reparaciones puntuales en las juntas para mantener la eficiencia del canal.

Eficiencia de Distribución

Canal Lateral de Orden 3° Otoya:

La eficiencia de distribución en este canal, que presenta un estado deficiente de las compuertas y filtraciones en las derivaciones, es del 73.23% en promedio. Las pérdidas observadas en la distribución se deben principalmente a la falta de mantenimiento de las compuertas de derivación y las filtraciones laterales en los canales secundarios. Estas deficiencias limitan la cantidad de agua entregada a los usuarios finales, lo que genera desigualdades en el acceso al recurso hídrico, afectando la productividad agrícola de los cultivos.

Canal Lateral de Orden 3° Pablo Esquen:

En cambio, el canal Lateral de Orden 3° Pablo Esquen ha mostrado una alta eficiencia de distribución, con un promedio del 93.39%. La infraestructura de este tramo está en mejores

condiciones, lo que se refleja en la mínima pérdida de agua y en la equidad en la distribución entre los usuarios finales. La alta eficiencia de este canal subraya la importancia de mantener las infraestructuras hidráulicas en buen estado, especialmente las compuertas y derivaciones, para garantizar una distribución eficiente del recurso hídrico.

CAPÍTULO V: DISCUSION:

Los resultados obtenidos en los subsectores hidráulicos La Otra Banda y Mocupe evidencian diferencias significativas en la eficiencia de conducción y distribución del agua según el tipo de canal y las condiciones de mantenimiento. Los canales sin revestir presentan pérdidas importantes de agua debido a la infiltración y la evaporación, lo que reduce la cantidad de agua disponible para riego agrícola y limita la productividad de los cultivos (Cueva & Chávez, 2020). Por el contrario, los canales revestidos muestran una eficiencia mucho mayor, lo que confirma que la infraestructura hidráulica adecuada y el cuidado constante son determinantes para garantizar la eficiencia del riego (Rodríguez & Torres, 2021).

Al comparar estos hallazgos con estudios previos, se observa consistencia con la literatura que indica que el revestimiento de canales y la correcta operación de compuertas son factores fundamentales para minimizar pérdidas y optimizar la distribución de agua (FAO, 2019). Esto refuerza la idea de que la gestión eficiente de los sistemas de riego debe considerar tanto la infraestructura física como la capacitación del personal encargado de su operación y supervisión (MINAGRI, 2021).

Los resultados también destacan la importancia de priorizar las intervenciones en los tramos con mayores pérdidas, de manera que las mejoras sean estratégicas y tengan un impacto significativo en la eficiencia general del sistema. La implementación de un programa de mantenimiento periódico, junto con la capacitación del personal, permite mantener la eficiencia a largo plazo y asegura un uso sostenible del recurso hídrico.

Además, la investigación evidencia que la optimización de la eficiencia no solo tiene implicaciones técnicas, sino también socioeconómicas. Un sistema de riego más eficiente contribuye a aumentar la productividad agrícola, reduce el desperdicio de agua y promueve la sostenibilidad ambiental al disminuir la presión sobre los recursos hídricos locales. Por lo tanto, las intervenciones técnicas y de gestión hídrica deben estar acompañadas de políticas de planificación, supervisión y monitoreo continuos para garantizar resultados sostenibles.

En síntesis, la investigación demuestra que la combinación de infraestructura adecuada, mantenimiento constante, supervisión eficiente y capacitación del personal es esencial para mejorar la eficiencia de conducción y distribución del agua. Estas medidas no solo optimizan el riego en los subsectores La Otra Banda y Mocupe, sino que también promueven un uso racional y sostenible del agua, asegurando beneficios a largo plazo para la productividad agrícola y la gestión de los recursos hídricos.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE INTERVENCION:

CONCLUSIONES:

Los canales revestidos presentaron una mayor eficiencia de conducción y distribución del agua en comparación con los canales sin revestir. En el subsector hidráulico La Otra Banda (LOB), donde predominan los canales sin revestir, se obtuvo una eficiencia de conducción de 38,60 % y una eficiencia de distribución de 73,90 %; mientras que en el subsector Mocupe, con canales revestidos, se alcanzó una eficiencia de conducción de 95,50 % y una eficiencia de distribución de 94,47 %. Estos resultados evidencian una diferencia significativa en el aprovechamiento del recurso hídrico. Por lo tanto, las condiciones y el revestimiento de la infraestructura hidráulica influyen directamente en la reducción de pérdidas de agua, evidenciando la necesidad de implementar intervenciones técnicas y acciones de mejoramiento en los canales sin revestir del subsector La Otra Banda.

Las pérdidas de agua en los canales sin revestir, asociadas principalmente a procesos de infiltración y evaporación, afectan la disponibilidad del recurso hídrico para riego. Esto se evidencia en el subsector La Otra Banda (LOB), donde se obtuvo una eficiencia de conducción de 38,60 % y una eficiencia de distribución de 73,90 %. En comparación, el subsector Mocupe, conformado por canales revestidos, alcanzó una eficiencia de conducción de 95,50 % y una eficiencia de distribución de 94,47 %. La diferencia de 56,90 puntos porcentuales en la eficiencia de conducción evidencia la importancia del revestimiento para reducir las pérdidas durante el transporte del agua. Por ello, la implementación de revestimientos, rehabilitación y mejoras estructurales en los canales sin revestir resulta fundamental para optimizar el uso del recurso hídrico

y garantizar una mayor disponibilidad de agua para las actividades agrícolas. La investigación confirma que la combinación de infraestructura mantenimiento periódico, supervisión constante y capacitación del personal encargado de los sistemas de riego es esencial para garantizar la eficiencia a largo plazo. Estas acciones contribuyen a un uso sostenible del agua y a la maximización de la productividad agrícola en los subsectores evaluados.

- La investigación confirma que la combinación de infraestructura adecuada, mantenimiento periódico, supervisión constante y capacitación del personal encargado de los sistemas de riego es esencial para garantizar la eficiencia a largo plazo. Estas acciones contribuyen a un uso sostenible del agua y a la maximización de la productividad agrícola en los subsectores evaluados
- Los hallazgos sugieren que priorizar los tramos con mayores pérdidas y aplicar un programa de monitoreo y gestión hídrica mejora significativamente el desempeño de los canales. Esto permite un uso más racional del recurso, evitando desperdicios y promoviendo la sostenibilidad ambiental.
- Se confirmó la hipótesis de que la infraestructura hidráulica influye directamente en la eficiencia del sistema de riego. Los resultados obtenidos evidenciaron que el subsector Mocupe, conformado principalmente por canales revestidos, alcanzó una eficiencia de conducción de 95,50 % y una eficiencia de distribución de 94,47 %; mientras que el subsector La Otra Banda (LOB), donde predominan los canales sin revestir, presentó una eficiencia de conducción de 38,60 % y una eficiencia de distribución de 73,90 %. La diferencia de 56,90 puntos porcentuales en la eficiencia de conducción y 20,57 puntos porcentuales en la eficiencia de distribución demuestra que las condiciones y características de la infraestructura hidráulica tienen una influencia directa sobre el comportamiento y aprovechamiento del recurso hídrico en el sistema de riego evaluado.
- Finalmente, la investigación resalta la importancia de integrar medidas técnicas con políticas de gestión y planificación hídrica, lo que asegura que las intervenciones no solo sean efectivas en el corto plazo, sino que también generen beneficios sostenibles para la comunidad y la agricultura de la región.

RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda implementar un programa de mantenimiento periódico en todos los tramos de los canales de riego, priorizando aquellos que presentan mayores pérdidas de agua, con el objetivo de mejorar la eficiencia de conducción y distribución.
2. Es fundamental revestir los canales que actualmente no cuentan con protección, para reducir la infiltración y la evaporación del agua, optimizando así el uso del recurso hídrico disponible.
3. Capacitar al personal encargado de la operación y supervisión de los sistemas de riego es clave para garantizar una gestión eficiente del agua, asegurando que las intervenciones técnicas se mantengan efectivas a largo plazo.
4. Se sugiere establecer un sistema de monitoreo y registro de caudales en tiempo real, lo que permitirá detectar rápidamente pérdidas y tomar decisiones oportunas para mejorar la eficiencia del riego.
5. Finalmente, se recomienda que las autoridades y comunidades locales integren las mejoras técnicas con políticas de gestión y planificación hídrica, promoviendo un uso sostenible del agua y aumentando la productividad agrícola en los subsectores La Otra Banda y Mocupe.

REFERENCIAS

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Irrigation in Southern America in Figures. FAO Water Reports. <https://www.fao.org/3/ca7148en/CA7148EN.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. (2021). Plan Nacional de Recursos Hídricos. MINAGRI. <https://www.gob.pe/minagri>
- Cueva, R., & Chávez, J. (2020). Evaluación de la eficiencia de conducción en canales de riego. *Revista de Ingeniería Agrícola y Recursos Hídricos*, 15(2), 85–97.
- Cueva, R., & Chávez, J. (2020). Evaluación de la eficiencia de conducción en canales de riego. *Revista de Ingeniería Agrícola y Recursos Hídricos*, 15(2), 85–97. (Note: This entry appears to be a duplicate. You may want to remove or update one of them.)
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. (2021). Plan Nacional de Recursos Hídricos. MINAGRI. <https://www.gob.pe/minagri> (Duplicate entry from reference 2.)
- Rodríguez, L., & Torres, M. (2021). Eficiencia hidráulica en canales de riego. *Journal of Water Management*, 8(3), 45–59.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. (2017). Normativa técnica de agua potable y saneamiento. Recuperado de: <https://www.gob.pe>
- Gómez, R., & Pérez, A. (2016). Evaluación de la eficiencia en los sistemas de distribución de agua en zonas rurales. *Revista de Ingeniería Civil*, 29(3), 112-125.
- Almeida, J. (2018). La hidráulica aplicada en sistemas de distribución de agua. *Editorial Ingeniería Hidráulica*, 5(2), 59-73.

- Ministerio del Ambiente. (2020). Plan Nacional de Gestión de Recursos Hídricos de Perú. <https://www.minam.gob.pe>
- https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/INSTRUCTIVO_DE_MEDICI%C3%93N_DE_CAUDAL_ANEXO_INF.CORREGIDO_Gul_iana.pdf

ANEXOS

Panel fotográfico



Junta de Usuarios Sector Hidráulico Zaña



Puente Fierro - Longitud 46 m



a

Canal Derivación La Otra Banda





Bocatoma ucupe. Mocupe



Canal Derivación Ucupe-Mocupe

