

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL
CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Manuel Ever Quiliche Palacios

Asesor:

Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta esta etapa de mi vida.

A mis padres quienes hasta el día de hoy me brindan su apoyo incondicional día a día.

A Sara y Jhan Carlos, por brindarme ánimo y motivarme a ser una mejor persona cada día.

A la memoria de mi hermana María y Joel, quienes fueron mi modelo a seguir y ahora el
motivo principal de mis logros.

Manuel Ever

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la salud y guiarme siempre, por haberme dado sabiduría, entendimiento y paciencia a lo largo de vida universitaria y poder alcanzar mis metas, por todo lo que he recibido en el pasado, por lo que me das día a día y por todo lo que está por llegar. Por todo lo bueno y lo malo que he pasado algunas fueron bendiciones y otras fueron lecciones.

A mis padres y hermanos(as) por haberme dado educación, un hogar donde crecer, equivocarme, desarrollarme, aprender y donde logre adquirir los valores que definen mi vida; por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad.

A mi asesor el Ing. Luis Vásquez Ramírez quien me ayudo desde el inicio en el desarrollo de esta investigación, en base a su experiencia ya obtenida en su ámbito profesional teniendo la capacidad suficiente para guiar mis ideas. Por su disponibilidad, paciencia y generosidad.

Manuel Ever

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE IMÁGENES	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema	42
1.3. Objetivos	42
1.4. Hipótesis.....	42
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	43
2.1. Tipo de investigación	43
2.2. Diseño de investigación	44
2.3. Variable de investigación.....	44
2.4. Población y muestra	44
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	45
2.6. Procedimiento.....	46
2.7. Aspectos éticos.....	50
2.8. Ubicación y descripción técnica del proyecto.....	51
CAPÍTULO III. RESULTADOS	101
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	112
REFERENCIAS.....	119
ANEXOS.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de accesibilidad a la zona de estudio.....	54
Tabla 2: Canales de derivación en el subsector hidráulico del Río Mashcón.	55
Tabla 3: Número de tramo, eficiencia y longitud de los tramos del canal principal.	102
Tabla 4: Canal lateral, eficiencia y longitud de los canales laterales de primer orden.	103
Tabla 5: Longitud, sección y pendiente del canal de derivación principal.....	107
Tabla 6: Velocidad del canal de derivación principal.	107
Tabla 7: Longitud, tipo y sección de los canales laterales de primer orden.	108
Tabla 8: Velocidad de los canales laterales de primer orden.	108

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1:</i> Sección trapezoidal de un canal	25
<i>Imagen 2:</i> Sección rectangular de un canal.	25
<i>Imagen 3:</i> Sección típica de canal trapezoidal.	34
<i>Imagen 4:</i> Flujo Laminar.....	36
<i>Imagen 5:</i> Flujo Turbulento.....	36
<i>Imagen 6:</i> Correntómetro OTT FM PRO.....	37
<i>Imagen 7:</i> Partes de un correntómetro OTT FM PRO.....	38
<i>Imagen 8:</i> Método de medición por 0,2 / 0,4 / 0,8.....	40
<i>Imagen 9:</i> Representante de la JURMASH.....	40
<i>Imagen 10:</i> Equipo para medir caudal (Correntómetro)	41
<i>Imagen 11:</i> Ubicación departamental del área de estudio.....	52
<i>Imagen 12:</i> Ubicación provincial del área de estudio.	52
<i>Imagen 13:</i> Ubicación distrital del área de estudio.....	53
<i>Imagen 14:</i> Ubicación de la cuenca del río Mashcón.	54
<i>Imagen 15:</i> Partes de una infraestructura de un canal de riego.	59
<i>Imagen 16:</i> Bocatoma del canal la Collpa (Máximas avenidas)	60
<i>Imagen 17:</i> Bocatoma del canal la Collpa (Épocas de estiaje).....	61
<i>Imagen 18:</i> Mediciones de la estructura de la bocatoma.	62
<i>Imagen 19:</i> Mediciones de la compuerta en la bocatoma.	62
<i>Imagen 20:</i> Ingreso de datos (Nombre del canal).....	63
<i>Imagen 21:</i> Ingreso de datos (Estación Inicial)	63
<i>Imagen 22:</i> Estanque disipador en máximas avenidas.....	64
<i>Imagen 23:</i> Estanque disipador en épocas de estiaje	65
<i>Imagen 24:</i> Realizando mediciones en el estanque disipador	65
<i>Imagen 25:</i> Realizando mediciones de caudal estanque disipador	66
<i>Imagen 26:</i> Seleccionamos el tipo de canal	67
<i>Imagen 27:</i> Ingreso de datos geométricos (Ancho de canal)	68
<i>Imagen 28:</i> Ingreso de datos geométricos (Tirante de agua)	69
<i>Imagen 29:</i> Ingreso de datos geométricos (Base menor)	69
<i>Imagen 30:</i> Selección del método para determinar la velocidad y caudal.	70
<i>Imagen 31:</i> Caudal y velocidad inicial.....	70
<i>Imagen 32:</i> Tramo inicial del canal la Collpa (Épocas de lluvia)	71
<i>Imagen 33:</i> Recorrido del canal la Collpa (Épocas de lluvia).....	71
<i>Imagen 34:</i> Ingreso de aguas residuales de la PTAR al canal de riego la Collpa	72

<i>Imagen 35:</i> Ingreso de aguas residuales de la PTAR al canal de riego la Collpa	72
<i>Imagen 36:</i> Ingreso de aguas residuales de la PTAR al canal de riego la Collpa	73
<i>Imagen 37:</i> Rotura de concreto.....	74
<i>Imagen 38:</i> Tramo en buen estado.....	74
<i>Imagen 39:</i> Punto Canal lateral de primer orden N° 01.....	75
<i>Imagen 40:</i> Caudal y velocidad máximos.	76
<i>Imagen 41:</i> Realizando mediciones en el Canal lateral de primer orden N° 01.....	77
<i>Imagen 42:</i> Punto de inicio de Canal lateral de Primero orden N° 02.....	77
<i>Imagen 43:</i> Datos en el punto de inicio del Tramo 02.....	78
<i>Imagen 44:</i> Punto de inicio de Canal lateral de Primero orden N° 03.....	79
<i>Imagen 45:</i> Datos en el punto final del Tramo 03.	80
<i>Imagen 46:</i> Canal lateral de primer orden N° 04.....	81
<i>Imagen 47:</i> Canal de derivación principal con presencia de basura.	82
<i>Imagen 48:</i> Punto final del canal principal de derivación.....	82
<i>Imagen 49:</i> Punto final del canal principal de derivación.....	83
<i>Imagen 50:</i> Tramo del canal lateral de primer orden N° 01.....	84
<i>Imagen 51:</i> Tramo del canal lateral de primer orden N° 01.....	85
<i>Imagen 52:</i> Mediciones del tramo del canal lateral de primer orden N° 01.....	85
<i>Imagen 53:</i> Tramo del canal lateral de primer orden N° 02.....	86
<i>Imagen 54:</i> Recopilación de datos en el punto de ingreso al canal lateral de primer orden N° 02...87	87
<i>Imagen 55:</i> Tramo del canal lateral de primer orden N° 02 con presencia de lodo.....	87
<i>Imagen 56:</i> Sección del tramo del canal lateral de primer orden N° 03.	88
<i>Imagen 57:</i> Tramo del canal lateral de primer orden N° 03.....	89
<i>Imagen 58:</i> Tramo del canal lateral de primer orden N° 04.....	90
<i>Imagen 59:</i> Sección sin revestir del canal lateral de primer orden N° 04.....	90
<i>Imagen 60:</i> Final del canal lateral sin revestir.....	91
<i>Imagen 61:</i> Distribución del recurso hídrico a las parcelas N° 01.	92
<i>Imagen 62:</i> Distribución del recurso hídrico a las parcelas N° 02.	92
<i>Imagen 63:</i> Distribución del recurso hídrico a las parcelas N° 03.	93
<i>Imagen 64:</i> Distribución del recurso hídrico a las parcelas N° 03.	93
<i>Imagen 65:</i> Medidor de caudal en el tramo inicial del canal la Collpa.....	94
<i>Imagen 66:</i> Tomas laterales de concreto simple en el canal la Collpa	95
<i>Imagen 67:</i> Tomas laterales en tramos sin revestir del canal la Collpa	95
<i>Imagen 68:</i> Borde libre en sección rectangular.	96
<i>Imagen 69:</i> Compuerta tipo gusano	97

<i>Imagen 70:</i> Compuerta tipo tarjeta en mal estado	97
<i>Imagen 71:</i> Compuerta tipo tarjeta sin pintura.	98
<i>Imagen 72:</i> Compuertas tipo tarjeta en buen estado.	98
<i>Imagen 73:</i> Alcantarilla en el canal la Collpa.	99
<i>Imagen 74:</i> Caídas en el canal la Collpa.	100
<i>Imagen 75:</i> Costales de arena sobre el barraje.	101
<i>Imagen 76:</i> PTAR Cajamarca deposita sus aguas grises al canal.....	102
<i>Imagen 77:</i> PTAR Cajamarca deposita sus aguas grises al canal.....	103
<i>Imagen 78:</i> Rotura de concreto para nuevas tomas.	104
<i>Imagen 79:</i> Compuerta en mal estado.....	105
<i>Imagen 80:</i> Degradación y rotura de concreto.	105
<i>Imagen 81:</i> Presencia de basura en varios puntos del canal.....	106
<i>Imagen 82:</i> Se observa el tipo de flujo turbulento.	109
<i>Imagen 83:</i> Se observa el tipo de flujo turbulento.	109
<i>Imagen 84:</i> Mantenimiento del canal la Collpa.....	110
<i>Imagen 85:</i> Distribución del recurso hídrico en las parcelas.....	111
<i>Imagen 86:</i> Distribución del recurso hídrico en las parcelas.....	111

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Ecuación de la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal.....	20
Ecuación 2: Ecuación de la eficiencia en captación.....	21
Ecuación 3: Ecuación de la eficiencia en conducción por tramos.....	22
Ecuación 4: Ecuación de la eficiencia total en conducción.....	22
Ecuación 5: Ecuación de la eficiencia de distribución por n° de canales laterales	23
Ecuación 6: Ecuación del cálculo de la eficiencia total de distribución.....	23
Ecuación 7: Ecuación del número de Reynolds.	33
Ecuación 8: Ecuación de área hidráulica en canal.....	34
Ecuación 9: Ecuación del perímetro mojado en canal.....	34
Ecuación 10: Ecuación del radio hidráulico en canal.....	34
Ecuación 11: Ecuación del espejo de agua.....	35
Ecuación 12: Ecuación del área de un círculo.....	35
Ecuación 13: Ecuación del diámetro de un círculo.	35

RESUMEN

La presente investigación está basada en el cálculo de la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa, ubicado en el distrito de Jesús, Provincia y Departamento de Cajamarca en el año 2021; la metodología utilizada fue la revisión documental con la finalidad de obtener información acerca del sistema de riego por gravedad que utiliza la comunidad de la Collpa. Para la recopilación, el análisis y la evaluación de la información acerca del estado actual de las estructuras se usaron: fichas bibliográficas, fichas de investigación e inventarios de infraestructura y fichas de análisis de datos. Con la información obtenida se ha calculado la eficiencia de captación cuyo valor es de 48.74%; la eficiencia en conducción cuyo valor es 83.09%; y finalmente la eficiencia de distribución teniendo un valor de 42.97%, en la actualidad, ya que en los meses de precipitaciones máximas en Cajamarca este sistema se da al abandono, aprovechando el sistema únicamente en los meses de estiaje. Esto se debe a que en el recorrido de los canales laterales se presenta gran infiltración especialmente en las juntas, deterioro de concreto, en las tomas y en los puntos de control; además de ello solo se realizan dos mantenimientos generales por año; y al cual se recomienda ampliar el mantenimiento general a cuatro veces por año y a la vez se recomienda cambiar las compuertas rústicas por compuertas de fierro, con el fin de tener un mejor control en cada una de las tomas; finalmente el tipo de flujo que se encuentra en el canal de riego es turbulento.

Palabras Clave: Canal de riego, eficiencia, tipo de flujo, operación y mantenimiento.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El problema radica en que en la mayoría de los sistemas de riego por gravedad se desperdicia el agua debido a las infiltraciones, al mal estado en el cual se encuentra actualmente la infraestructura hidráulica y debido a la poca operación y mantenimiento que se tiene, por lo cual el canal de riego no logra abastecer el área de influencia para el cual fue diseñado, y a partir de ello surge la importancia de tener un canal en óptimas condiciones para el máximo aprovechamiento del recurso hídrico, reduciendo las pérdidas de agua que se generan en los tramos revestidos y en los puntos críticos donde se controla el agua, es decir desde las bocatomas hasta las compuertas y/o hasta los puntos de entrega de agua a los usuarios, de la misma manera el canal debe cumplir con los parámetros, normas técnicas de diseño y de calidad en todo su recorrido los cuales fueron considerados para el diseño y la ejecución de los mismos. Por otro lado, la intensidad de las lluvias en la sierra aumenta la escorrentía superficial, produciendo erosión e infiltración en los taludes adyacentes al canal de riego, generando derrumbes de tierra y el canal es tapado en su trayectoria; de la misma manera algunos usuarios por falta de conocimiento llevan el agua a sus parcelas represando y haciendo rebalsar por encima de los muros del canal de derivación, o también se abren tomas de riego en cualquier parte del canal el cual perjudica a los últimos usuarios y el agua no llega a las últimas parcelas; estas actividades son muy comunes en la trayectoria del canal. En la actualidad nos estamos quedando sin el recurso hídrico por diferentes factores esto nos lleva usar el agua de forma eficiente y tener infraestructuras hidráulicas en óptimas condiciones para los sistemas de riego por gravedad.

Se consideró el siguiente artículo: “los canales de regadío, las pérdidas de agua y las soluciones para el futuro” publicado en el país de España del autor: (Duran, 2017). En el sector agrícola se han llevado varios proyectos y algunas ideas para mejorar el servicio de riego que se encuentra en la actualidad, estos proyectos se han llevado a cabo entre los años 2000 y 2014 en donde se han invertido 1.770 millones de euros en dichos proyectos. pero aún sin embargo en la actualidad se tiene pérdidas de agua que alcanza hasta el 40% en las infraestructuras de riego, este problema sucede porque el tipo de riego que se está usando es el método convencional (gravedad), y otro de los problemas también es que estos canales de riego ya han cumplido su vida útil, lo cual quiere decir que en la actualidad se requiere proyectos de mejora o rehabilitación de estos. (Duran, 2017).

Se consideró la siguiente investigación de los autores (Mejía, Palacios y Exebio, 2012) cuyo título es: “Problemas operativos en el manejo de la infraestructura de riego”. En México, no se tiene una buena administración del agua que es utilizada para el riego y por lo consiguiente las estructuras hidráulicas se encuentran mal distribuidos, en muchas zonas de México. Y en los lugares en donde existe abundancia de agua las administraciones, organizaciones, juntas o consorcios han dejado el tema de irrigación de lado. El Gobierno de México está implementando organizaciones que estén capacitadas para orientar a las juntas y administraciones de riego, a tener un uso eficiente del sistema de riego, siendo estas últimas las responsables principales del sistema de irrigación, ya que anteriormente esta responsabilidad estaba bajo los mismos usuarios. Los usuarios no pueden hacer una adecuada gestión del recurso hídrico, ya que no cuentan con los recursos necesarios para invertir en los sistemas de riego, siendo el principal problema, la captación y la

conducción del agua. Por ende, el Gobierno ha planteado proyectos de mejoramiento y rehabilitación de las estructuras hidráulicas en donde en tiempo de vida de cada una de ellas ha cumplido; y así a la vez generar empleos de trabajo a los usuarios del sistema de riego por gravedad. (Mejía, Palacios y Exebio, 2012)

En Ecuador se tiene la siguiente investigación: “Metodología para la determinación de la evapotranspiración integrada y la capacidad de canales en una zona de riego” Cuyos autores son (Ojeda, Iñiguez y Rojano, 2018) Redactan que: En diversas regiones del Ecuador durante los meses de lluvia el aumento de caudal en los ríos se eleva progresivamente, entonces por el aumento de caudal las bocatomas de los canales de riego captan mayor caudal, y en los puntos críticos, cómo las tomas laterales y con puertas de control se ven ligeramente alteradas por el sobrepaso de caudal para los cuales no fueron diseñados, este sobrepasó de caudal en el canal de conducción se da también debido a la escorrentía superficial. Lo cual genera qué en los tramos finales de los canales el caudal sobrepase al mismo y genera inundaciones, huaicos, y cultivos arrasados, carreteras interrumpidas, y algunas viviendas cercanas al canal se ven afectadas. todo esto se genera porque desde un inicio no se tiene un planeamiento básico en las captaciones, y no se tuvo en consideración los aumentos de caudal para los drenajes básicos de la infraestructura de riego por gravedad. (Ojeda, Iñiguez y Rojano, 2018)

El siguiente artículo científico tiene como título “Eficiencia de riego”, publicado por (García, 2008), en el país de México, en donde se tiene una recopilación de datos acerca de los porcentajes de conducción y a la vez establece que la eficiencia debe estar entre 56% al 86% en los canales de riego por gravedad

según la Bureau of Reclamation, esta significativa pérdida de eficiencia se debe a tres razones muy importantes: La textura del suelo, régimen de funcionamiento y el diseño de la acequia. Por ende, el autor recomienda revestir todos los canales de riego por gravedad y así poder aprovechar el caudal captado.

En el Perú, se tiene el artículo cuyo título es: “La brecha de infraestructura de riego en el sector agropecuario” el autor (Vinelli, 2021) menciona que: En nuestro país solo el 35% tiene una infraestructura de riego en buenas condiciones considerando a todas nuestras regiones; y el 65% de todas las infraestructuras de riego que tenemos en nuestro país carece de infraestructuras hidráulicas en buenas condiciones; pero cabe resaltar que estas infraestructuras de riego están operativas solamente en los meses de lluvia, teniendo grandes problemas en las épocas de estiaje. Según un estudio realizado por el Plan Nacional de recursos hídricos indica que solamente el 35% del suministro de agua que es utilizada para el riego es eficiente, es decir se desperdicia el agua en los canales de conducción y distribución, por ende, la aplicación es un porcentaje muy bajo; dicho estudio también menciona que solamente que solo el 12% de los cultivos se riegan bajo el sistema de riego por gravedad a través de canales revestidos de concreto. También se han evaluado 55237 kilómetros de canales de riego, que han sido registrados en las organizaciones; de los cuales el 15% estaban revestidos y el 85% aún falta revestir. Por lo cual se han planteado metas de mejoramiento de los sistemas de riego por gravedad cuyo objetivo es alcanzar la sostenibilidad financiera para el adecuado mantenimiento y la buena gestión de las organizaciones que trabajan juntamente con el Ministerio de Desarrollo Agrario y de riego. (Vinelli, 2021).

Se cuenta con el siguiente estudio de una captación de un canal de riego elaborada por (Jauregui, 2019), cuyo título es: “Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Moyobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación ccecca, ishua y huaycahuacho”, dicho estudio se elaboró en la ciudad de Lima. Aunque en lugar de estudio fue en Moyobamba, en donde se tiene un proyecto de irrigación por gravedad en donde se realizó un diseño hidráulico de una bocatoma, y para poder analizar la eficiencia actual de la captación se estableció que la eficiencia de captación debe estar entre el 75% y 100%, a estos cálculos se pudo llegar gracias a los estudios de datos topográficos, geotécnicos, hidrológicos, analizados en épocas de estiaje y en épocas de máximas avenidas del río en mención para poder determinar el diseño de la captación de un fluido permanente.

En Ayacucho los autores (Pérez y Salvatierra, 2012) publicaron el artículo: “El Canal de Agua que Abastecía a la Ciudad de Wari, Ayacucho: Proceso Constructivo y Componentes de funcionalidad” donde redactan que: En la región de Ayacucho especialmente en la ciudad de Wari, se tiene una laguna la cuál es la fuente de abastecimiento a muchas actividades agrícolas de pequeña escala, pero a su vez esta laguna es capaz de abastecer agua a otras localidades por lo que se tuvo que trasladar el agua hacia la capital aproximadamente a unos 30 km al sur, dicho proyecto no podía afectar a una red de canales secundarios existentes y ubicados en la localidad de Lluncuna. En donde con ayuda de las juntas, organizaciones, y otras entidades comprometidas con el uso eficiente del agua de riego por gravedad, y con ayuda de los usuarios se logró llevar el agua hasta el punto inicial del proyecto sin afectar: la flora, la fauna, la ganadería, y otras actividades agrícolas que se presentan en su recorrido del canal principal de derivación, y gracias al esfuerzo de las

autoridades comprometidas con este proyecto se logró construir 21410 kilómetros de canal principal y canales laterales; cuya finalidad es abastecer en las actividades agrícolas que se realizan en la zona y finalmente también se construyeron canales de desagüe cuya función es descargar el caudal de acceso en una represa de 7260 m³, la represa que fue construida únicamente para almacenar el exceso de agua en las épocas de lluvia y poder aprovecharlas en las épocas de estiaje. (Pérez y Salvatierra, 2012)

El estado peruano promovió proyectos de agricultura en los departamentos de: Áncash, Apurímac, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Lima, Piura y Tacna; entre estas regiones se tuvieron proyectos de mejora de la infraestructura hidráulica los cuales fueron un total de 26 proyectos de inversión, para lo cual se requiere un monto de 44,858,464.00 soles, estos proyectos fueron promovidos por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) en el año 2018, a través del programa Agro Rural, con dichos proyectos fueron ejecutados mayormente en las zonas rurales beneficiando así a 2216 familias dedicadas a la pequeña agricultura y ganadería. Con los proyectos de mejora se logró intervenir y abastecer a 1985 hectáreas mejorando así la eficiencia del uso del agua para la irrigación teniendo como captaciones algunas lagunas, ríos y quebradas locales. el programa de desarrollo productivo Agro Rural también se comprometió en brindar capacitaciones de operación y mantenimiento, a las juntas y organizaciones entre las comunidades locales para el uso eficiente del sistema de irrigación, con estas capacitaciones se logran orientar a los operadores de riego brindando nuevos conocimientos de tecnología de riego del sistema por gravedad, y nuevas técnicas en el uso y manejo del agua fortaleciendo de esta manera a los comités de regantes, lo cual genera una mejora continua en la gestión de

recursos de las microcuencas y aprovechando al máximo el recurso hídrico para el uso de la agricultura y ganadería en estas regiones ya mencionadas anteriormente. (Agro Rural, 2019)

En Cajamarca se tiene la presente investigación cuyo título es: “Conflictos, Gestión del Agua y Cambio Climático” del autor: (Alfaro, 2017), en donde menciona que: en la región no se ha podido promover el uso equitativo y eficiente del agua teniendo como principal problema la mala gestión de las organizaciones que se dedican a este rubro; en las cuencas de los ríos de nuestra ciudad se tiene un problema social al igual que en la región de Piura, estos problemas sociales afectan significativamente a los usuarios de los canales de riego puesto que en épocas de estiaje las áreas que son usadas generalmente para la agricultura soportan sequías durante este período; y en las épocas de lluvia los canales de riego colapsan, generando inundaciones sucesivas en los tramos críticos de estos canales que se encuentran al norte de nuestro país. En la región de Cajamarca se tiene un canal de riego por gravedad en Sendamal el Toro, perteneciente a la provincia de Celendín, el cual se ve afectado por el proceso climático durante todo el año, y no solo eso sino también en este sector de riesgo se tienen organizaciones, juntas y comités de riego; que no están capacitados para asumir responsabilidades como estas, ya que en el canal mencionado anteriormente se tiene una cierta cantidad de usuarios que están registrados en sus organizaciones y comités; pero un cierto de regantes hacen uso del sistema de manera informal, estos últimos regantes rompen el concreto en los canales de conducción y distribución para generar nuevas tomas a su propia voluntad; concluyendo así que no se tiene una buena organización en nuestra región; trayendo

como consecuencia que las eficiencias de los canales de riego son muy deficientes.
(Alfaro, 2017)

Se tiene la siguiente investigación cuyo título es: “Cálculo de la eficiencia de conducción y distribución en el sector hidráulico menor clase B del río Chonta y Cajamarquino en el canal de riego la Victoria, Yanamarca y Rumicuhco – Cajamarca” del autor: (Carranza, 2017), en donde menciona que se ha calculado la eficiencia de distribución estableciendo así unos valores entre el 60% y 75% para canales de riego por gravedad, a estos valores se ha ligado luego de que sea analizado los canales de riego que pertenecen al río chonta de la ciudad de Cajamarca, aplicando los métodos matemáticos para determinar caudales se han llegado al rango de valores mencionados anteriormente, esta baja eficiencia se tiene por pérdidas de agua debido a la infiltración y porque la mayoría de canales son sin revestir, para lo cual se recomienda revestir todos los canales de tierra y maximizar el bienestar económico y social de la población.

Existen estudios realizados en el Canal La Collpa; en la tesis doctoral de (Chávez, 2014) redacta que: el canal de riego la culpa no solo recibe aguas provenientes del río Mashcón, sino que también aguas provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales de dicha ciudad, trayendo consigo agentes contaminantes, que finalmente van a dar a los huertos, Rey Grass, y otros cultivos a los cuales se dedica la población beneficiaria del canal de riego, productos que a su vez van a dar a los mercados aledaños. Por lo cual el autor de dicha investigación tomó muestras de agua en diferentes puntos del canal de conducción, así como también se tomaron muestras de las plantas existenciales en la localidad de La

Collpa; dichas muestras fueron procesadas en el laboratorio de la ciudad de Cajamarca, teniendo como resultados que las concentraciones de hierro, cobre, nitritos y concentraciones de coliforme totales superan los límites máximos permisibles en todos los puntos de muestreo, tanto en el agua como también en las plantas. por lo cual el autor él recomienda tratar el agua antes de ingresar a la bocatoma, pero de no ser posible se tiene otra opción que es tratar el agua antes de que llegue a la primera toma que se encuentra en el canal de conducción, con el fin de disminuir la contaminación hídrica, en esta parte de la ciudad. (Chávez, 2014).

A. Eficiencia de Infraestructura hidráulica de un canal

De una manera directa la eficiencia de la infraestructura hidráulica de un canal de riego implica en la adecuado uso del agua que es captada y que finalmente va a dar a los puntos de aplicación, entonces en líneas generales se puede decir que la eficiencia de la infraestructura hidráulica de un canal depende mucho de las condiciones de infraestructura que se cuenta en el canal de riego, pues mientras más bien conservadas está en las estructuras mayor será el aprovechamiento hidráulico en los sectores de riego teniendo así una buena eficiencia de riego, ya que las pérdidas del recurso hídrico serán menores durante su transporte en conducción y distribución hasta llegar a la parcela de uso. . (MINAGRI, 2015).

La eficiencia de la infraestructura hidráulica es la relación que existe entre la cantidad de agua que ingresa por la bocatoma y la cantidad de agua que es suministrada y utilizada para el regadío, el agua es distribuida de la siguiente manera: el agua es captada en la bocatoma y luego a derivada por un canal de conducción, posteriormente el agua es conducida por los canales de distribución o laterales, y

finalmente llega al punto de aplicación, es decir llega a la parcela de regadío. Entonces se realiza una evaluación del caudal que es captado en la bocatoma, en relación con el caudal en el punto de aplicación. por lo cual es importante determinar la eficiencia de captación, la eficiencia de conducción y la eficiencia de distribución; con el fin de determinar el caudal necesario que requiere el sistema de riego en base al área total que abarca él mismo, siendo éste un sistema de riego por gravedad. (MINAGRI, 2015). Para lo cual se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Ecuación de la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal.

$$E_H = E_{ca} \times E_c \times E_d$$

Donde:

E_H = Eficiencia de la infraestructura hidráulica.

E_{ca} = Eficiencia de captación.

E_c = Eficiencia total en conducción.

E_d = Eficiencia total en distribución.

1. Eficiencia de Captación (E_{ca})

En la captación del canal la collpa se cuenta con una bocatoma, con el paso del tiempo la estructura se ha ido deteriorando, y sobre el barraje se han tenido que poner costales llenos de arena para captar mayor caudal en épocas de estiaje, entonces para determinar la eficiencia en captación de determinar la relación de caudal que existe entre el; caudal que ingresa normalmente por la bocatoma y el caudal que ingresa cuando se coloca los costales de arena sobre el barraje. (MINAGRI, 2015)

Ecuación 2: Ecuación de la eficiencia en captación.

$$E_{ca} = \frac{C1}{C2}$$

Donde:

E_{ca} = Eficiencia de captación

$C1$ = Caudal sin presencia de costales de arena sobre el barraje

$C2$ = Caudal con presencia de costales de arena sobre el barraje

Para analizar la eficiencia de captación se tiene una investigación que se realizó en Lima, que lleva por título “Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Moyobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación ccecca, ishua y huaycahuacho” cuyo autor es (Jauregui, 2019) en donde nos señala que la eficiencia en captación en la bocatoma debe estar entre el rango de 75% y 100%.

2. Eficiencia de Conducción (E_{fco})

La eficiencia de conducción de un canal de riego por gravedad nos permite analizar la cantidad de agua que se está perdiendo entre la bocatoma y el punto final del canal principal de derivación, y esta pérdida de agua se debe a muchos factores ya sea pérdidas de agua en las tomas como las compuertas, o también se debe a la infiltración que se dan en las juntas de los canales revestidos de concreto; por lo cual es necesario determinar la eficiencia de conducción, para poder tomar acciones de mejoramiento o rehabilitación de los tramos que se encuentra en mal estado, mejorando así su eficiencia hidráulica del canal. (MINAGRI, 2015). Para poder determinar la eficiencia es necesario tener todas las compuertas del canal totalmente cerradas, pero en algunas ocasiones no es factible cerrar todas las compuertas al

mismo tiempo para lo cual El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2015), considerado la siguiente fórmula.

Ecuación 3: Ecuación de la eficiencia en conducción por tramos

$$Ef_{co} = \frac{\text{Caudal que llega al final del canal principal} + \sum \text{Caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$$

*La sumatoria de canales de distribución se asume cero, en caso de que las compuertas se encuentren cerradas.

Para determinar la eficiencia total (E_C) de conducción se usará la siguiente fórmula, en relación con la eficiencia y su longitud.

Ecuación 4: Ecuación de la eficiencia total en conducción.

$$E_C = \frac{Ef_{co1} * L_1 + Ef_{co2} * L_2 + Ef_{co3} * L_3 + \dots + Ef_{con} * L_n}{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}$$

Donde:

E_c = Eficiencia en conducción

Ef_{co1} = Eficiencia en conducción tramo 01

Ef_{co2} = Eficiencia en conducción tramo 02

Ef_{co3} = Eficiencia en conducción tramo 03

Ef_{con} = Eficiencia en conducción (n) número de tramos.

L_1 = Longitud del tramo 01

L_2 = Longitud del tramo 02

L_3 = Longitud del tramo 03

L_n = Longitud de (n) número de tramos

Para analizar la eficiencia de conducción se tiene el estudio de “Eficiencia de Riego” cuyo autor es: (García, 2008) En donde señala que la eficiencia de conducción debe estar entre el 56% y 86%, en los canales de riego por gravedad.

3. Eficiencia de Distribución (E_{fd})

La eficiencia en distribución según él (MINAGRI, 2015). Se define como la cantidad de agua que llega a las parcelas desde el canal de conducción, pasando así por los canales laterales que puedan existir, estos canales varían según su número de orden y pueden ser de: 1er, 2do, 3er, ... orden. Estos últimos tienen la finalidad de conducir el agua hacia las parcelas o chacras de los usuarios. Para determinar la cantidad de agua que se pierde desde la toma lateral del canal principal, hasta la entrega a los usuarios de una parcela de riego (MINAGRI, 2015). El Ministerio de Agricultura y Riego nos brinda la siguiente fórmula:

Ecuación 5: Ecuación de la eficiencia de distribución por n° de canales laterales

$$E_{fd} = \frac{\text{Caudal que llega al final del canal de distribución} + \sum \text{Caudales de los laterales}}{\text{Caudal de agua que entra al canal lateral}} \times 100$$

Por lo tanto, al existir en un sistema de riego que contiene varios canales laterales de distribución la eficiencia total se determina mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 6: Ecuación del cálculo de la eficiencia total de distribución.

$$E_d = \frac{E_{fd1} * L_1 + E_{fd2} * L_2 + E_{fd3} * L_3 + \dots + E_{fdn} * L_n}{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}$$

Donde:

E_d = Eficiencia en distribución

E_{d1} = Eficiencia en distribución del canal lateral N° 01

E_{d2} = Eficiencia en distribución del canal lateral N° 02

E_{d3} = Eficiencia en distribución del canal lateral N° 03

E_{dn} = Eficiencia en distribución (n) números de canales laterales.

L_1 = Longitud del canal lateral N° 01

L_2 = Longitud del canal lateral N° 02

L_3 = Longitud del canal lateral N° 03

L_n = Longitud de (n) números de canales laterales

Para analizar la eficiencia de distribución se tiene una investigación que se realizada en la ciudad de Trujillo que lleva por título: “Cálculo de la eficiencia de conducción y distribución en el sector hidráulico menor clase B del río Chonta y Cajamarquino en el canal de riego la Victoria, Yanamarca y Rumicuhco – Cajamarca” cuyo autor es: (Carranza, 2017) en donde señala que la eficiencia de distribución esta entre el 60% y 75%, en los canales de riego por gravedad.

B. Secciones transversales más frecuentes en canales de riego

Sección trapezoidal

Esta sección trapezoidal es usada generalmente entamos revestidos de concreto o mampostería; es raro usarse en canales de tierra puesto a que al ser trapezoidal la sección va perdiendo su forma y sus paredes se van desgastando puesto que no tiene un recubrimiento (Villón, 2010). El canal trapezoidal tiene la siguiente forma:

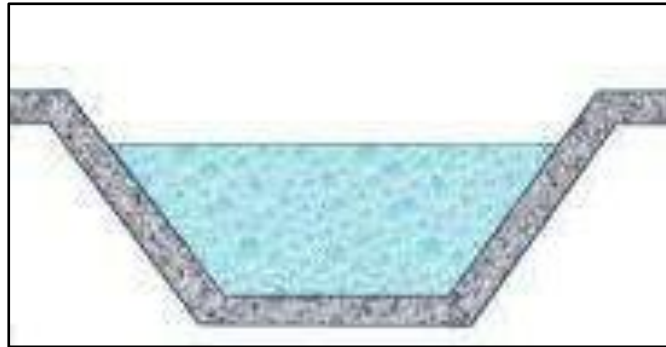


Imagen 1: Sección trapezoidal de un canal

Se muestra una sección trapezoidal de canal revestido de concreto.

Fuente: (Google Imágenes, 2020)

Sección Rectangular

Esta sección es comúnmente usada en tramos revestidos, así como también en tramos sin revestir; se usa generalmente en canales laterales de distribución; o los mismos usuarios los suelen usar a modo de acequias para el transporte del agua hasta sus parcelas; al tenerse una sección rectangular las pendientes deben ser pequeñas y tienen la siguiente forma. (Villón, 2010)

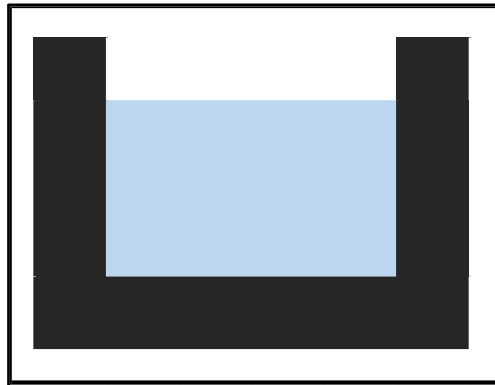


Imagen 2: Sección rectangular de un canal.

Se muestra una sección rectangular de canal revestido de concreto.

Fuente: (Google Imágenes, 2020)

C. Operación de la Infraestructura hidráulica

Para la operación de la infraestructura hidráulica, primero se capacita a una persona el cual es designada como operador del sistema de riego; este operador

generalmente es capacitado por las organizaciones, comités o juntas locales de las comunidades; este operador generalmente es capacitado en la etapa de inversión de un proyecto cuya función principal es operar adecuadamente la infraestructura hidráulica, para que los índices de eficiencia actuales se mantengan similares a los datos de eficiencia que han sido calculados en la elaboración del proyecto. Por último, este operador debe realizar el reparto de las aguas del sistema de riego, según su demanda de cada usuario en relación al área de riego con el que cuenta, con el cual también determinará las horas de riego que les toca a cada uno de los usuarios, determinando así la cantidad de agua a distribuir en cada una de las tomas. (MINAGRI, 2014)

1. Operación por tramo

La operación por tramo se refiere al manejo de los niveles de agua en los tramos del canal, para lo cual es importante controlar el nivel de agua o tirante en un canal de riego, ya sea un canal trapezoidal, rectangular, circular, entre otras formas. El nivel de tirante se calcula mediante su requerimiento en un tramo y a la cantidad de área a la cual va a abastecer dicho tramo (González y Cuéllar, 2014). Es importante controlar el tirante de agua por cuatro razones que se describen a continuación: dominar el área de riego por gravedad; proteger los canales revestidos contra posibles deterioros de concreto; contar con una operación segura en los canales revestidos y controlar los gastos hacia las tomas según su requerimiento de caudal. (González y Cuéllar, 2014).

2. Métodos de operación de las estructuras

La forma de operación de las estructuras esta relacionada principalmente con la movilización de las compuertas es decir al cerrar y abrir una compuerta para en

transcurso del agua, y para mantener dicho sistema en buenas condiciones es necesario engrasar las compuertas, y de la misma manera se estará protegiendo de la corrosión; aunque con el paso del tiempo las estructuras de este tipo van perdiendo su estatus inicial por lo que se requiere proyectos de mejoramiento o rehabilitación en dichas estructuras de control. estos proyectos de mejoramiento o rehabilitación se hacen con el fin de satisfacer a los usuarios una mejor infraestructura de riego, y restableciendo los niveles iniciales, y para tener fugas mínimas de agua en dichos puntos. (González y Cuéllar, 2014).

3. Operación secuencial

El método de operación secuencial está basado esencialmente en el control manual de las estructuras hidráulicas; entonces el operador debe ir recorriendo el canal y distribuyendo el agua eficazmente en los tramos de conducción y distribución. la operación secuencial de las compuertas está basada en distribuir el gasto secuencialmente desde la primera compuerta hasta la última compuerta, esta operación de las estructuras se va moviendo de acuerdo con lo que el operador crea conveniente de tal manera que el recurso hídrico se vaya distribuyendo gradualmente y pueda alcanzar a todos los usuarios en conjunto. responsabilizando así únicamente al operador, esta técnica de ajustar gradualmente a las compuertas del canal de conducción y distribución debe ser aplicada de manera eficazmente por el operador para no tener conflictos por horas de riego que le toca a cada usuario. (González y Cuéllar, 2014).

4. Operación simultánea

Este método consiste en realizar ajustes de las compuertas simultáneamente ya sea en canales de conducción o distribución incluyendo además la compuerta que

se ubica en la bocatoma en el inicio del canal. Esta maniobra genera dos ondas: una onda que va en dirección del flujo, y otra onda que va en dirección opuesta a la dirección del flujo; lo cual se podría conocer también como una onda negativa y otra positiva. (González y Cuéllar, 2014). Según algunos estudios realizados esta onda negativa y la otra positiva se encontrarían en la mitad de ambas compuertas, y tienden a anularse ya que una es positiva y la otra negativa, así el nuevo flujo permanente se logra simultáneamente. (González y Cuéllar, 2014).

5. Operación selectiva

La operación selectiva se da comúnmente para realizar ajustes menores en las compuertas, esta operación no debe alterar el curso del agua, ni el gasto en la entrada de un canal lateral de distribución, esta operación se da comúnmente en todos los canales de riego por gravedad ya que siempre se desea realizar pequeños ajustes en las compuertas, con las cuales también se logra eliminar pequeñas fugas que existen en las tomas, todo dependerá de su condición en la que se encuentre, y si el operador crea conveniente informará a la organización o junta, para el mantenimiento o rehabilitación de la estructura. (González y Cuéllar, 2014).

6. Operaciones en sistemas y obras de arte

La operación de un sistema de riego iniciará siempre en la bocatoma o captación, en donde se eleva la compuerta para determinar el agua que ingresará al sistema de riego, y de la misma manera se determinará en los puntos de entrada a los canales laterales de distribución según su número de orden, para así poder encontrar las eficiencias de riego que se requieran. (MINAGRI, 2014)

En todos los canales de conducción se debe contar con un medidor de caudal, el cual ayudará al operador a determinar el caudal entrante, y el caudal saliente en algunos tramos del canal. el comité de usuarios juntamente con el operador del canal debe organizar el reparto del caudal a los usuarios de una forma proporcional según el área a irrigar; el reparto de agua a cada usuario está en base al área total de riego con el que cuente, determinando así las horas de riego en cada parcela; de haber un requerimiento mayor de caudal se debe informar a la organización o Junta de usuarios, la cual enviará a un profesional calificado en el tema para determinar las horas de riego respectivamente, la cual deberá informarse en una asamblea y comunicar a todos los usuarios a través de un acta. (MINAGRI, 2014).

En el caso de que se requiera irrigar en la noche, debe tenerse mucha precaución pues el agua puede ocasionar daños en la parcela, o el operador de riego puede manipular de manera incorrecta las compuertas y malograr el sistema hidráulico el cual puede conllevar a una inundación en algunas parcelas. (MINAGRI, 2014).

D. Mantenimiento de la infraestructura hidráulica en canales

1. Mantenimiento de bocatomas:

Según (MINAGRI, 2014) el mantenimiento en una bocatoma se debe realizar de la siguiente manera:

- El mantenimiento se realizará en los meses en donde se tengan las más mínimas precipitaciones o cuando el caudal en del río sea bajo.

- Se realiza el mantenimiento para proteger el sistema de captación con pequeños muros de piedras para protegerlos de los árboles y/o escombros que se tenga a su entorno.
- Reparar los daños pequeños ocasionados en la estructura sin esperar que el problema sea mayor.
- Se pueden realizar muros de encausamiento ya sea de piedra o concreto simple.
- Engrasar y pintar con una pintura anticorrosiva las compuertas de toma y de limpia para evitar que se oxiden.
- Las rejillas en la bocatoma deben ser limpiados constantemente para que el ingreso del flujo sea constante y no tenga variaciones de ingreso de caudal.

2. Mantenimiento de desarenador:

Según (MINAGRI, 2014) el mantenimiento en un desarenador se debe realizar de la siguiente manera:

- Debe ser limpiado cuando se observe que la poza está llena de arena o piedras, y no dejar que se acumulen más.
- Engrasar y pintar las compuertas con pintura anticorrosiva, limpiar las hierbas que crecen alrededor, y finalmente resanar fisuras en la estructura.

3. Mantenimiento del canal de conducción:

Según (MINAGRI, 2014) el mantenimiento del canal de conducción se debe realizar de la siguiente manera:

- Se debe hacer limpieza por lo menos cuatro (4) veces al año, al finalizar cada uno de los trimestres, que coinciden con las épocas de siembra, cosecha, época de lluvias, etc.

- Estos trabajos que se hacen juntamente con los usuarios que son dirigidos por las juntas de usuarios de los canales respectivamente.
- Se debe quitar todo tipo de yerbas que puedan haber crecido desde el ultimo mantenimiento.
- Se debe reparar los canales de conducción y distribución que hayan sido malogrados con materiales comprados con el dinero de las tarifas de agua y cuotas de riego aprobados en las asambleas. Estos materiales son generalmente de cemento, arena, cal y arcilla.
- Para evitar que los derrumbes malogren el canal, se construir pequeños muros de encausamiento con dirección técnica.

4. Mantenimiento en obras de arte:

El mantenimiento de las obras de arte en todo el recorrido del canal deberá realizarse de manera periódica, tomándose acuerdos entre los usuarios y sus organizaciones, y estableciendo así en un acta las veces por año que se van a realizar estos mantenimientos, las cuales deben ser trimestralmente, es decir cuatro veces por año. este mantenimiento se realizará en todas las obras de arte presentes en el sistema de riego por gravedad. (MINAGRI, 2014).

De la información recopilada anteriormente debemos destacar que nuestro país se encuentra en un punto de constantes cambios climáticos generados por grandes lluvias, aumentando el caudal, caudal que sobrepasa las estructuras hidráulicas que se pueden encontrar río abajo, y debido a la escorrentía superficial en los canales de riego se sobrepasa el caudal de diseño, afectando las bocatomas, desarenadores, compuertas, rápidas, alcantarillas, el canal propio cuando está

revestido de concreto se almacena el lodo y el cauce afecta a las parcelas adyacentes. Por falta de conocimiento en el tema la operación y mantenimiento en la infraestructura hidráulica es muy escasa y en algunas circunstancias nulas; del mismo modo la eficiencia del canal de riego por gravedad es significativamente baja, debido a las infiltraciones que se pueden encontrar en todo el recorrido del canal, por otro lado las malas maniobras de los operadores de riego, en las obras de arte del canal, generan grandes pérdidas de recurso hídrico; y en los sistemas de riego por gravedad en nuestra ciudad no es inmune a ello.

TIPOS DE FLUJOS EN CANALES ABIERTOS

Que es un fluido:

Un flujo es todo cuerpo que tiene la propiedad principal de fluir, cuya rapidez y elasticidad son prácticamente nulas ya que son valores muy pequeños, esto quiere decir que cede inmediatamente a cualquier fuerza y adopta así la forma que lo contiene, por lo general los fluidos son líquidos o gases según su intensidad de las fuerzas de cohesión que existen entre sus moléculas de los estos. (Jaramillo y Cárdenas, 2015).

Numero de Reynolds:

El número de reinos expresa un número adimensional que sirve para determinar las características de un flujo, generalmente el flujo se tiene dentro de una tubería. Permittiéndonos de esta manera determinar la naturaleza del flujo; es decir si se trata de un flujo laminar, un flujo en transición o un flujo turbulento, además nos indica la posición de su estado dentro de una longitud determinada. (Jaramillo y Cárdenas, 2015)

Cuando un líquido fluye a través de un tubo tiene una velocidad muy baja, este líquido fluye en líneas paralelas a las paredes a lo largo del tubo a este tipo régimen se le llama “flujo Laminar” cuya velocidad es baja. Conforme aumenta la velocidad entra a la zona que se conoce como “velocidad Crítica”, cuando el flujo alcanza una velocidad superior a la velocidad crítica adquiere un movimiento de torbellino en el que se forman corrientes cruzadas en forma de remolinos; a este régimen se le conoce como “flujo turbulento”. Cabe destacar que el paso de régimen laminar a turbulento no se da inmediatamente, sino que existe un comportamiento intermedio que se conoce como “régimen de transición”. (Jaramillo y Cárdenas, 2015).

En el año 1883 el ingeniero y físico Osborne Reynolds realizó varios estudios acerca del comportamiento de un fluido, los estudios están basados en colocar un fluido dentro de una tubería de cristal y poder observar su comportamiento a diferentes velocidades y diámetros, en relación con algunas propiedades físicas del fluido. (Jaramillo y Cárdenas, 2015). Así, el número de Reynolds es un número adimensional que relaciona algunas propiedades físicas del fluido, teniendo en sí su velocidad y la geometría de la tubería por donde fluye el líquido y está dado por:

Ecuación 7: Ecuación del número de Reynolds.

$$Re = \frac{D * v * \rho}{\mu}$$

donde:

Re = Número de Reynolds

D = Diámetro de la tubería

v = Velocidad del líquido

ρ = Densidad del líquido

μ = viscosidad del liquido

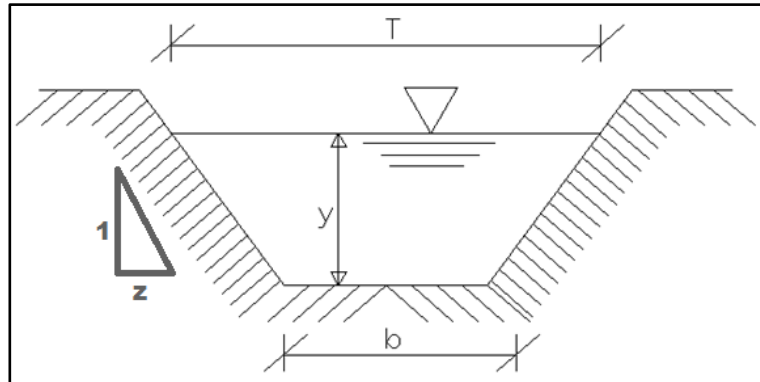


Imagen 3: Sección típica de canal trapezoidal.
Se muestra una sección típica del canal de sección trapezoidal.
Fuente: (Google Imágenes, 2021)

Donde:

T = Espejo de agua

b = Ancho de solera

y = tirante de agua

z = talud, Horizontal: Vertical

Área hidráulica (Ah):

Ecuación 8: Ecuación de área hidráulica en canal.

$$Ah = (b + zy)y$$

Perímetro mojado (Pm):

Ecuación 9: Ecuación del perímetro mojado en canal.

$$Pm = b + 2y\sqrt{1 + z^2}$$

Radio hidráulico (Rh):

Ecuación 10: Ecuación del radio hidráulico en canal.

$$Rh = \frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$$

Espejo de agua (T):

Ecuación 11: Ecuación del espejo de agua.

$$T = b + 2zy$$

Supondremos que el canal es circular para temas de cálculo de diámetro, entonces se tiene:

Ecuación 12: Ecuación del área de un círculo.

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Ecuación 13: Ecuación del diámetro de un círculo.

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

- Nota: La viscosidad dinámica del agua a 7°C se toma como **0.01429 Pa*s**
Datos tomados de (Success, 2020) y la densidad del agua de río se toma como **999.960 Kg/m³**. Según (MJ, 1997)

Según (Jaramillo y Cárdenas, 2015). Para determinar el tipo de flujo se deben tener en cuenta los siguientes parámetros con relación al número de Reynolds para determinar cada tipo de régimen o flujo:

Para valores de $Re \leq 2000$ el tipo de flujo es laminar.

Para valores de $2000 \leq Re \leq 4000$ el tipo de flujo se denomina en transición.

Para valores de $Re \geq 4000$, el tipo de flujo es turbulento.

Flujo laminar:

Este flujo se da cuando las partículas del fluido se mueven de manera paralela a las paredes de la tubería de cristal, en las cuales se forman laminas uniformes ni de manera regular. (Jaramillo y Cárdenas, 2015).

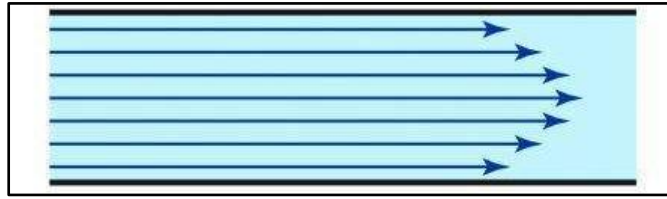


Imagen 4: Flujo Laminar.

Se muestra el comportamiento del flujo laminar en canales abiertos.

Fuente: (Google Imágenes, 2021)

Flujo turbulento:

Se llama flujo turbulento al movimiento de un fluido que se forma de manera desordenada y las trayectorias de las partículas del fluido forman pequeños en remolinos en forma de turbulencia debido a las altas velocidades en las que se encuentra el fluido. (Jaramillo y Cárdenas, 2015).

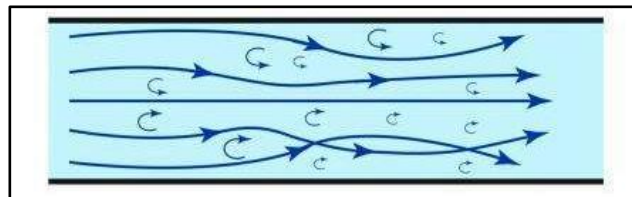


Imagen 5: Flujo Turbulento.

Se muestra comportamiento del flujo turbulento en canales abiertos.

Fuente: (Google Imágenes, 2021)

Flujo de transición:

Es cuando el fluido alcanza una cierta velocidad sobrepasando el estado a laminar, pero aún no alcanza el estado turbulento a este estado se le conoce como el flujo de transición, el cual va variando en relación con la velocidad y el tiempo. (Jaramillo y Cárdenas, 2015).

PROCESO PARA CALCULAR EL CAUDAL Y LA VELOCIDAD

Para este proceso se utilizará un correntómetro, con el cual se determinará el caudal y la velocidad en la dirección del flujo respectivamente.

Correntómetro:

El correntómetro es un instrumento diseñado para medir la velocidad de corrientes en el mar, en los ríos, arroyos, estuarios, puertos, canales de riego, modelos físicos en laboratorio, entre otros; estas mediciones se realizan en un punto determinado, a ese punto determinado se le conoce como estación, las velocidades que aparecen en el equipo generalmente es la velocidad media, entonces si se quiere tener una velocidad promedio exacta debe realizarse varias mediciones en una sola estación; estas mediciones se realizan en una sola estación pero a diferentes alturas verticalmente es decir el sensor de profundidad debe estar a tres alturas diferentes en su vertical. (Equipos y laboratorio, 2021).



Imagen 6: Correntómetro OTT FM PRO.

Se muestra el tipo de correntómetro usado para la obtención de los cálculos respectivamente.
Fuente: (FM PRO, 2021)

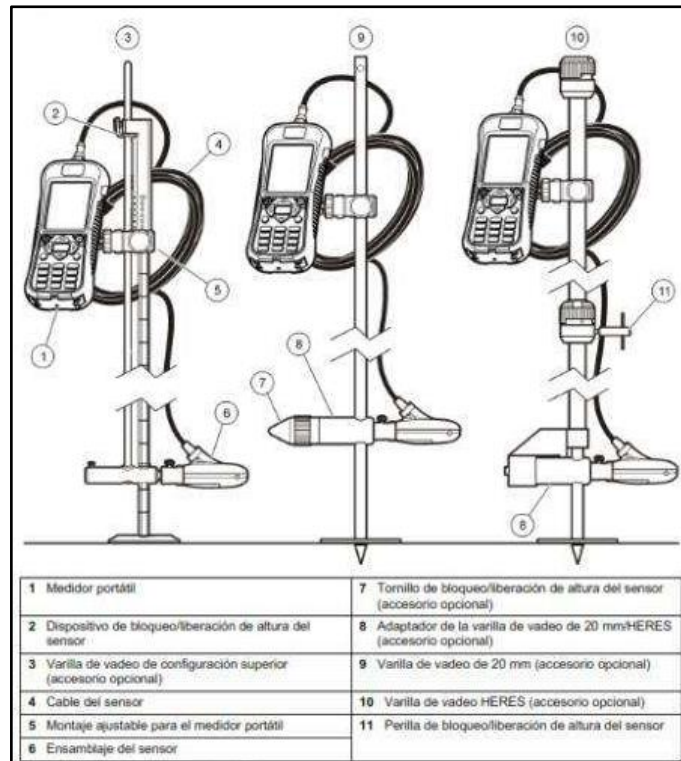


Imagen 7: Partes de un correntómetro OTT FM PRO.

Se muestra el tipo de correntómetro con sus respectivas partes del modelo FM PRO.

Fuente: (FM PRO, 2012)

El correntómetro tiene 04 formas de calcular el caudal y la velocidad:

Primer Método: $0.9 \times V_{\text{máx}}$:

Este método consiste en medir la velocidad de un líquido en una cierta sección, esta velocidad está a un 90% de su velocidad máxima, para el cual se recomienda que el sensor tenga una profundidad ante 12.7 centímetros o 5 pulgadas, o cuando la velocidad no es estable. (FM PRO, 2012)

Segundo método: $0,2 / 0,4 / 0,8$

Este método consiste en obtener 3 valores de la velocidad en un solo punto o estación, estos 3 valores van a depender principalmente de la profundidad a las cuales se encuentra el sensor, en la primera profundidad será a 0.20 de la altura de agua, la segunda profundidad será a 0.40 de la altura de agua, y la tercera será a 0.80 de la altura de agua. Luego de realizar estas tres mediciones el equipo arrojará el promedio

de estas tres mediciones que se realizaron en una sola estación, siendo esta una velocidad muy cercana con la cual está transcurriendo el líquido. (FM PRO, 2012)

Tercer método: Vel. / Niv. Integ.

Este método consiste en integral diez mediciones de velocidades en forma separada y el nivel del sensor debe estar en una sola posición por lo general este método se utiliza en ríos ya que no depende mucho de la sección que se está midiendo. (FM PRO, 2012)

Cuarto método: 2D

Este último método consiste en obtener información en una sola estación; el sensor debe estar en una sola posición a una sola altura por un periodo mínimo de 30 segundos, en donde variará constantemente la velocidad como se muestra en la pantalla del equipo, y para obtener la información de la velocidad con la cual está transcurriendo el líquido deberá primero elegirse guardar, y al guardar dicha información automáticamente en la pantalla del equipo se mostrará la velocidad promedio; este método es recomendable hacerlo en los ríos en donde a la derecha se tenga una cierta velocidad mayor que en el lado izquierdo para así compensar las velocidades. (FM PRO, 2012)

Para nuestro caso usaremos el segundo método que consiste en medir la velocidad y caudal, en tres diferentes alturas en una misma estación, es decir en un solo punto se deben tener tres mediciones diferentes, respectivamente con sus alturas a: 0.2 de la altura, a 0.4 de la altura, a 0.8 de la altura. Posteriormente el correntómetro nos arrojará un solo dato, siendo está la velocidad y caudal promedios; así como se muestra en la siguiente imagen.

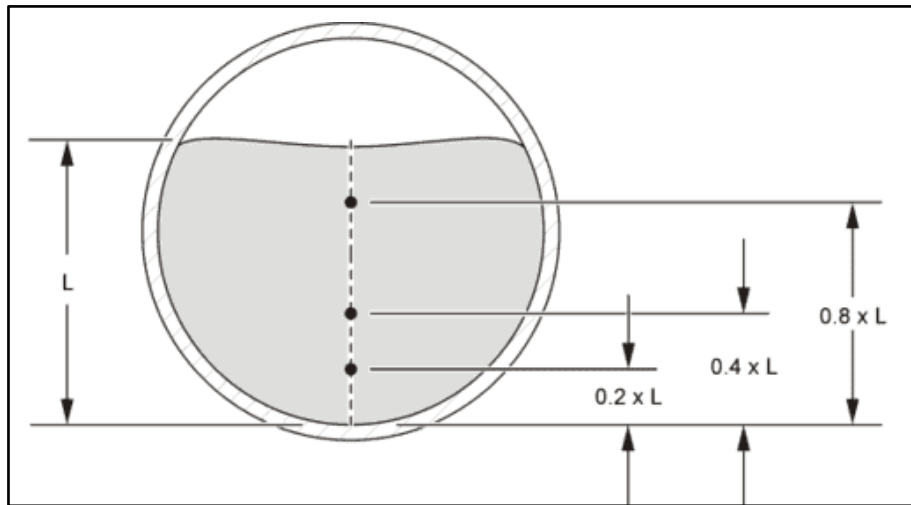


Imagen 8: Método de medición por 0,2 / 0,4 / 0,8.

Se muestra el segundo método de medición que consiste en una estación con tres diferentes alturas.
Fuente: (FM PRO, 2012)



Imagen 9: Representante de la JURMASH.
Solicitando el préstamo del correntómetro.

En la imagen anterior se muestra la representante de la junta de usuarios del río Mashcón (JURMASH), junto con el autor de la presente investigación. La representante de la JURMASH fue quien me apoyo con el préstamo del equipo

(correntómetro) el cual sirve para calcular la velocidad y caudal que pasa en cierto tramo de un canal de riego.

El canal de riego la colpa pertenece a la Junta de usuarios del río Mashcón, por lo cual se pidieron con los permisos necesarios para realizar la presente investigación, juntamente con el presidente de esta organización, y con el presidente del comité de riego La Collpa.



Imagen 10: Equipo para medir caudal (Correntómetro)
Se observa el equipo usado para la medición de caudal.

En la imagen anterior se muestra el equipo (correntómetro), con el cual se midió la velocidad y caudal que pasa en cierto tramo de canal o en un punto específico, dichas mediciones se realizarán en el canal principal de derivación y en los canales laterales según su número de orden. Posteriormente se analizarán los datos respectivamente, para así poder determinar la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal La Collpa.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa, Cajamarca 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- ❖ Calcular la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa, Cajamarca 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar la eficiencia de captación, conducción y distribución del canal la Collpa, Cajamarca 2021.
- ❖ Identificar cuantas veces por año se realiza el mantenimiento general de toda la infraestructura hidráulica del canal la Collpa, Cajamarca 2021.
- ❖ Definir qué tipo de flujo se encuentra en el canal principal de derivación del canal la Collpa, Cajamarca 2021.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La eficiencia de captación, conducción y distribución del canal la Collpa, Cajamarca 2021 es mayor al 50%.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

De acuerdo con su propósito

Según su propósito del tipo de investigación es aplicada, porque a través de conocimientos básicos de ingeniería se busca conocer y determinar la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal La Collpa (Hernández, 2019).

De acuerdo con su profundidad

Es del tipo descriptivo, ya que en primer lugar se obtendrán datos del canal La Collpa y se analizarán los datos respectivamente que se basa fundamentalmente en la observación en su contexto actual. (Hernández, 2019), determinado así la eficiencia de captación, conducción y distribución del canal La Collpa.

De acuerdo con la naturaleza de datos

Es del tipo cuantitativo, debido a que se realizará una recolección y análisis de datos del caudal para determinar las eficiencias, con lo que se podrá contrastar la hipótesis. (Hernández, 2019).

De acuerdo con la manipulación de variable

Es del tipo no experimental, por lo que no se manipularán las variables de estudio. (Hernández, 2019).

2.2. Diseño de investigación

Es del tipo de investigación transversal debido a que los datos han sido recolectados en un único momento, es decir en un tiempo único. (Hernández, 2019).

ESTUDIO	T1
M	O1

Donde:

M: Muestra

T1: Tiempo único de recolección de datos.

O1: Son las observaciones obtenidas en un único momento.

2.3. Variable de investigación

Eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa, Cajamarca 2021.

2.4. Población y muestra

Población:

Está conformado por todos los canales de riego que pertenecen al subsector hidráulico menor del río Mashcón, Cajamarca 2021.

Muestra:

La muestra fue elegida a conveniencia y criterio del investigador como lo recomienda (Hernández, 2019) que menciona “Todas las muestras deben ser representativas; por tanto, el del término aleatorio sólo denota un tipo de procedimiento relacionado con la probabilidad y con la selección de elementos o unidades”; para esta investigación la muestra está conformada por el canal de riego La Collpa que pertenece al subsector hidráulico menor del río Mashcón, Cajamarca 2021.

Materiales, instrumentos y métodos

Para recopilar información teórica se usarán fichas documentales, ya sea de artículos, revistas, expedientes técnicos, perfiles técnicos, entre otros que sean solo referentes al canal la Collpa.

Posteriormente a eso se realizará un recorrido de todo el canal recopilando información acerca de todas las estructuras hidráulicas que se encuentren a en su recorrido, con la ayuda de un GPS de mano se obtendrán puntos mediante el formato PENZD, para el cálculo de la longitud, secciones, tipo de canal, etc. En el recorrido del canal también se tomará nota acerca de las obras de arte, tomas, pase peatonal y vehicular, caídas, rápidas, medidor de caudal, entre otros; que se encuentren en todos los tramos del canal; para el cálculo del caudal se usará el Correntómetro. Finalmente, al guía local mediante unas preguntas a modo de entrevista se consultará acerca de la operación y mantenimiento que se realiza en el canal periódicamente. Toda la información descrita anteriormente será detallada en los inventarios de infraestructura hidráulica brindados por el ANA y el MINAGRI; Inventarios que servirán como instrumento para la recopilación de datos de esta investigación, los cuales se muestran en los anexos de la presente investigación.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

- **Técnicas de recolección de datos**

La técnica usada fue la revisión documental (Bedoya, 2014): que permitirá adquirir información acerca de cómo fue planteada la investigación, identificando objetivos, problema central, beneficios del informe, entre otros; es decir esta primera ficha nos permitirá recolectar datos teóricos de investigaciones realizadas en el canal la Collpa.

- **Instrumento de recolección de datos**

El instrumento para la recolección de datos fue el inventario de infraestructura hidráulica, en el cual está la información detallada de las estructuras, y obras de arte que conforman el canal de principio a fin, identificando la forma de operación y mantenimiento, de toda la infraestructura hidráulica. (Robledo, 2015), estos inventarios tienen un modelo único para la bocatoma, canal principal de derivación y canal lateral de primer orden; la recolección de datos que se presenta en cada inventario está relacionado de acuerdo con las necesidades de esta presente investigación con el fin de poder recolectar toda la información posible acerca del canal, los cuales se muestran en los anexos de la presente investigación.

- **Técnicas e instrumentos de análisis de datos**

Se analizará los datos mediante hojas de cálculo en Excel, y mediante el uso de fórmulas matemáticas de obtendrá la eficiencia, pendiente del canal, tipo de flujo y mediante la revisión documental se determinará la forma de operación y mantenimiento. (Hernández, 2019) Para lo cual se utilizarán fichas de análisis para organizar los datos de acuerdo con cada objetivo que se presenta en esta investigación y también para realizar el análisis de la eficiencia del canal, los cuales se muestran en los anexos de la presente investigación.

2.6. Procedimiento

Para la recolección de la información de se realizó mediante dos etapas, la primera está sujeta a la recolección de datos técnicos e información relevante al canal de riego, y la segunda etapa está ligada al proceso y análisis de datos, con los cuales se lograron los resultados; dichas etapas que se muestran a continuación:

Etapa I: Trabajo de recolección de datos técnicos

- El proceso para seguir en la recolección de datos fue la búsqueda de información referente al canal La Collpa dicha información será buscada en: informes, revistas, artículos, expedientes y perfiles técnicos y otros estudios básicos que contengan la siguiente información de: bocatomas, canales de derivación, canales laterales, tomas, obras de arte, entre otros.
- Antes de la elaboración de la ficha documental e inventarios se tuvo que conocer la infraestructura hidráulica y geométrica del canal, así también como ubicación del canal, nombre de los canales laterales, el uso del recurso hídrico, características climáticas, precipitaciones máximas y mínimas, caudal requerido, entre otros.
- Con el uso del correntómetro, se determinó los caudales, en los tramos estratégicos del canal, según el tramo que se tenga y según el orden del canal.
- Posteriormente se elaboró formatos de fichas de documental e inventarios, en las que se ordenó y se plasmó de manera coherente toda la información necesaria.
- Con los puntos obtenidos del canal, se elaboró un plano referencial para determinar el orden de los canales según el modelo del ANA. También se elaboró las secciones típicas del canal en los tramos revestidos de manera rectangular y de manera trapezoidal, y obteniendo así las longitudes de los todos los tramos del canal.
- Luego de la aprobación los formatos de las fichas documentales y los inventarios correspondientes se procede a la realización y evaluación de los análisis de datos para posteriormente llegar a los resultados.

Etapa II: Trabajos de análisis de datos

- Elaboración del plano de identificación de tipos de canales existentes, con el fin de conocer la longitud, sección y obras de arte de canal en cada uno de los tramos de sección revestida; dicha información se puede corroborar en el último anexo de esta investigación.
- Aprobadas las fichas documentales e inventarios a usar en el análisis de datos se llenaron todos los formatos empleados en la presente investigación.
- Para la obtención de eficiencia en distribución y conducción se emplearon fórmulas matemáticas, y mediante hojas de cálculo en el formato Excel, se llegó a determinar la eficiencia del canal la Collpa.
- De la misma manera para conocer el caudal que ingresa por la bocatoma hasta el último punto de entrega se usó el correntómetro y con ayuda de los inventarios se conocerá el periodo de operación y mantenimiento que recibe toda la infraestructura hidráulica de todo el sistema de riego por gravedad.
- Posteriormente se elaboró los resultados de la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa, mediante tablas y gráficos comparativos en manera de resultados. Y a la se planteó la discusión, conclusiones y recomendaciones de la investigación para una mejora del canal.

*Toda lo explicado anteriormente se puede encontrar en los anexos de la presente investigación.

Análisis de datos

Análisis de la eficiencia de captación

Para analizar la eficiencia de captación se tiene una investigación que se realizó en Lima, que lleva por título “Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Moyobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación ccecca, ishua y huaycahuacho” cuyo autor es (Jauregui, 2019) en donde nos señala que la eficiencia en captación en la bocatoma debe estar entre el rango de 75% y 100% para canales de riego por gravedad.

Análisis de la eficiencia de conducción

Para analizar la eficiencia de conducción se tiene el estudio de “Eficiencia de Riego” cuyo autor es: (García, 2008) En donde señala que la eficiencia de conducción debe estar entre el 56% y 86%, en los canales de riego por gravedad.

Análisis de la eficiencia de distribución

Para analizar la eficiencia de distribución se tiene una investigación que se realizada en la ciudad de Trujillo que lleva por título: “Calculo de la eficiencia de conducción y distribución en el sector hidráulico menor clase B del rio Chonta y Cajamarquino en el canal de riego la Victoria, Yanamarca y Rumicuhco – Cajamarca” cuyo autor es: (Carranza, 2017) en donde señala que la eficiencia de distribución esta entre el 60% y 75%, en los canales de riego por gravedad.

Análisis de la frecuencia de mantenimiento

El (MINAGRI, 2014) señala que el mantenimiento general de todo el sistema de riego por gravedad debe ser trimestralmente, es decir 04 veces por año como

mínimo, con lo cual se compara si el canal La Collpa está cumpliendo con el mantenimiento requerido por el Ministerio de Agricultura y Riego.

Análisis del tipo de flujo

Para analizar el tipo de flujo se tendrá en cuenta el número de Reynolds como señala (Jaramillo y Cárdenas, 2015). Teniendo en cuenta los siguientes valores.

Para valores de $Re \leq 2000$ el tipo de flujo es laminar.

Para valores de $2000 \leq Re \leq 4000$ el tipo de flujo se denomina en transición.

Para valores de $Re \geq 4000$, el tipo de flujo es turbulento.

2.7. Aspectos éticos

En toda investigación la persona es el fin y no el medio, por ende, este derecho involucra el pleno respeto, especialmente si presenta algún caso de vulnerabilidad. Por lo que el autor de esta investigación tiene la responsabilidad de cumplir las reglas generales para asegurar el bienestar de las personas. Estas reglas son: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos, maximizar los beneficios y compartir conocimientos científicos de manera íntegra; la integridad no solo rige la actividad científica del investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su vida profesional. El autor de esta investigación es consciente de su responsabilidad científica, ética, moral y profesional ante la sociedad en general; por lo que toda la información obtenida referente al canal la Collpa y todos los resultados que se presentan a continuación son datos reales, sin alterar ninguno de ellos.

2.8. Ubicación y descripción técnica del proyecto

A. Identificación del área de estudio

El proyecto se ubica en la cuenca del río Mashcón, en la margen derecha del cauce del río; son áreas que forman parte del valle de Cajamarca, tiene como áreas de influencia a los sectores denominados Huacariz Chico, Huacariz-San Martín, parte del fundo La Victoria, Huacariz-San Antonio, La Pampa y Yanamarca; las áreas de mejoramiento agrícola y el uso de las aguas se ubican en el sector denominado La Collpa, que se desarrolla adyacente al canal Jesús, hacia el Oeste y la Carretera Cajamarca-Jesús hacia el Este; las áreas de estudio pertenecen al distrito de Jesús, provincia y Región de Cajamarca. (Mejía, 2013).

B. Ubicación Política, geográfica e hidrográfica

El área del proyecto involucra a la Comisión de Regantes del sector de Riego La Collpa; la cual pertenece a la Junta de Usuarios del Río Mashcón y a la Autoridad Local de Aguas del Distrito de Riego Cajamarca. (Mejía, 2013).

Ubicación política:

Departamento:	Cajamarca.
Provincia:	Cajamarca.
Distrito:	Jesús.
Autoridad Local de Agua:	Cajamarca
Junta de Usuarios:	Río Mashcón
Comisión de Regantes:	La Collpa



Imagen 11: Ubicación departamental del área de estudio.
Se muestra el área de estudio que se ubica en el departamento de Cajamarca.
Fuente: (Google Imágenes, 2021)

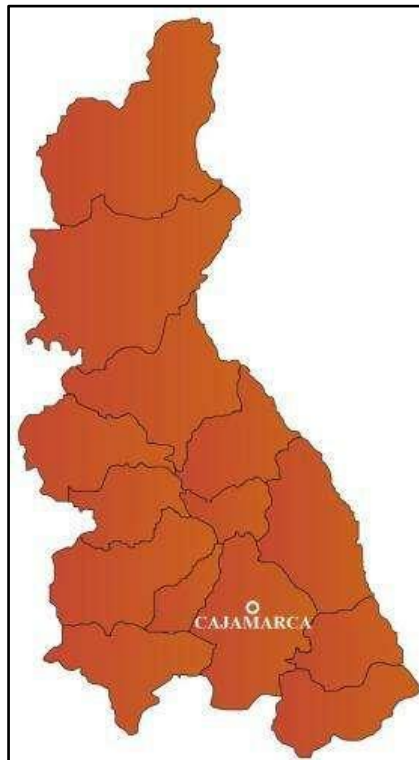


Imagen 12: Ubicación provincial del área de estudio.
Se muestra el área de estudio que se ubica en la provincia de Cajamarca.
Fuente: (Google Imágenes, 2021)



Imagen 13: Ubicación distrital del área de estudio.
Se muestra el área de estudio que se ubica en el distrito de Jesús.

Fuente: (Google Imágenes, 2021)

Ubicación geográfica de la Zona del proyecto es:

Región Geográfica:	Sierra
Coordenadas UTM:	778 500 E.
Coordenadas UTM:	9 206 500 N.
Altitud:	2,635 msnm.

Vías de acceso

Desde la ciudad de Cajamarca se puede llegar hasta la bocatoma del canal La Collpa en un recorrido de aproximadamente 7 Km por la Av. Vía de Evitamiento Sur / Carretera 3N en dirección al distrito de Jesús. En la Tabla que se muestra a continuación se detalla la accesibilidad hasta la bocatoma del canal La Collpa.

Tabla 1:
Tabla de accesibilidad a la zona de estudio.

De	A	Tipo de vía	Distancia (Km)	Tiempo de recorrido (min)
Plaza de armas – Cajamarca	Desvío Av. Industrial	Asfaltado	5.00	15.00
Desvío Av. Industrial	Fin del desvío Av. Industrial	Trocha afirmada	1.40	8.00
Fin del desvío Av. Industrial	Bocatoma del canal	Acceso Peatonal	0.60	10.00
Total			7.00	23.00

Se muestran la accesibilidad a la zona de la investigación.

Ubicación hidrográfica de la Zona del proyecto es:

La zona de estudio se encuentra en la cuenca del río Mashcón, que está dividida en nueve unidades hidrográficas (UH) menores, que en forma conjunta cubren un área de 325.00 km². Siendo el Río Grande y Porcón, los afluentes más importantes. Para nuestro estudio la unidad hidrográfica es: 49898, perteneciendo a un río menor. (ANA, 2010)



Imagen 14: Ubicación de la cuenca del río Mashcón.

Se muestra la cuenca del río Mashcón, delimitada de color morado. Fuente: (ANA, 2010).

C. Delimitación de los subsectores hidráulicos

El subsector hidráulico del Río Mashcón cuenta con 37 canales de derivación, los cuales se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 2:
Canales de derivación en el subsector hidráulico del Río Mashcón.

Nº CANAL	CANAL DE DERIVACIÓN	Nº CANAL	CANAL DE DERIVACIÓN
1	EL INGENIO	20	SAN ANTONIO DE AGOMARCA
2	HUACARIZ	21	QUISHPELOMA SULIN
3	LA COLLPA	22	LOS ALISOS
4	BETHANIA	23	HUACCHAS
5	SILVA I Y II VÁSQUEZ	24	HUANACAURE
6	CAJAMARCORCO	25	INGAMAYO EL MOLLE
7	LA CHIMBA	26	EL CHORRO
8	MANANTIAL CABRA I Y II	27	SHINGOL
9	MANANTIAL JESÚS	28	CHAQUIL
10	MANANTIAL MANTO BLANCO	29	LA PACCHA
11	CASHAPAMPA - TACSHANA	30	PARIAMARCA
12	PUSHUC - LA HUAYLLA	31	ORCOPAMPA - EL PUQUIO
13	OJOS TINAJAS	32	PALTARUME
14	SHINSHIL	33	CHOROPATA CHINARAN
15	QUISHUAR I Y II	34	SIST. RIEGO ASPERS. HUARHUARILLO
16	CRUZ VERDE	35	LA TULPUNA
17	EL SAUCE	36	EL MEMBRILLO
18	MANANTIAL AGOMARCA	37	LLIMBE - LA RETAMA
19	YERBA SANTA		

Se muestra la tabla de los treinta y siete canales de derivación que pertenecen al subsector hidráulico del río Mashcón. Fuente: (JURMASH, 2019).

D. Diagnóstico del área de estudio

Se ubica en la cuenca del río Mashcón, en la margen derecha del cauce del río; cuyas áreas forman parte del valle de Cajamarca, tiene como áreas de influencia a los sectores denominados Huacariz Chico, Huacariz-San Martín, parte del fundo La Victoria, Huacariz-San Antonio y La Pampa; en el sector denominado La Collpa, que se desarrolla adyacente al canal Jesús, hacia el Oeste y la Carretera Cajamarca-Jesús hacia el Este; las áreas de

estudio pertenecen al Distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca y Región de Cajamarca. (Mejía, 2013).

E. Temperatura y precipitación

Para Cajamarca, la temperatura más alta se registra en el mes de septiembre con 22.2 °C; la temperatura más baja se registra en el mes de julio con 4.9 °C; y la precipitación con mayor intensidad se registra en el mes de marzo con 118.78 mm/mes. (JURMASH, 2019).

F. Humedad relativa

Los meses de menor humedad relativa son de mayo a septiembre y de octubre a abril en el período se tiene valores mayores de humedad relativa; el mes con menor humedad relativa, 66 %, es agosto y el mes de mayor valor es marzo con 80 % de humedad relativa. (Mejía, 2013).

G. Evaporación y horas de sol

Los meses de mayor evaporación son noviembre y diciembre, alcanzando valores de 130 mm, el mes de menor evaporación es febrero con un valor mínimo de 94.5 mm. De enero a abril, es el periodo de menor horas de sol, con valores de 4.9 a 5.7 horas de sol por día; de mayo a agosto se registran mayores horas de sol, que varían de 7.5 en el mes de junio a 7.1 en el mes de agosto, horas de sol por día; de septiembre a diciembre, el registro de horas de sol por día es de 6.0 en promedio. (Mejía, 2013).

H. Cultivos y desarrollo agrícola

Los cultivos que se desarrollan en las áreas de estudio son: alfalfa, rye grass, maíz, trigo, papas y pequeños huertos con los que cuentan los usuarios. De los cultivos indicados, el rye grass es el que se desarrolla en mayor extensión; la alfalfa es cultivada en menor

extensión y se usa para alimento del ganado vacuno y a la venta directa en el mercado de Cajamarca; el maíz y trigo, son cultivos que se siembran en pequeñas áreas, cosechas que se orienta al autoconsumo o en otros casos para el comercio de este. (Mejía, 2013).

I. Destrucción y control del riego

Según el artículo de (JURMASH, 2019). La “actividad realizada por los beneficiarios inscritos en el padrón de usuarios del canal de riego La Collpa, que es controlada mediante horarios y turnos establecidos”.

J. Periodo de Abundancia y estiaje

Los meses de noviembre y abril de cada año para la ciudad de Cajamarca, la precipitación aumenta generando que el caudal del río Mashcón registre un caudal máximo de 28 m³/s. Entre los meses de mayo a octubre de cada año para la ciudad de Cajamarca se registran los datos más bajos de lluvia, lo que provoca que el caudal del Río Mashcón se reduzca a un caudal de 8 m³/s. (JURMASH, 2019).

K. Eficiencia de uso de agua

La eficiencia de uso de agua en el sector de riego La Collpa es regular, lo que implica una disminución de la productividad de las áreas de cultivo. Las técnicas de aplicación de riego usadas por los beneficiarios del canal La Collpa son empíricas debido a la falta de capacitaciones y a la poca orientación que se tiene por parte de la junta. Esto implica que se genere grandes pérdidas de agua que puede brindar el canal principal de derivación. La eficiencia de distribución que se encuentra en el canal principal es regular debido al poco mantenimiento y conservación que recibe, y el poco interés que muestra la comisión de

regantes. Esto genera que la dotación otorgada a cada predio no se utilice en su totalidad. (Mejía, 2013).

L. Infraestructura hidráulica

La eficiencia de la infraestructura hidráulica de un canal de riego por gravedad está conformada principalmente por los usuarios, áreas de cultivo y una fuente de abastecimiento y la misma infraestructura de riego en sí, cabe destacar que los sistemas de riego siempre cuentan con obras de arte ya sea para temas hidráulicos o para mejorar las condiciones de servicio, o en otros casos para el tránsito vehicular o peatonal; que todo en conjunto conforme el bienestar del sistema. Partiendo de la bocatoma generalmente se tiene un desarenador, el cual nos ayuda a eliminar el sedimento que se acumula al ingresar por la bocatoma, posterior a ello vienen los canales de conducción y los canales de distribución que también son llamados canales laterales; las obras de arte pueden encontrarse durante el recorrido del canal ya sea en conducción o distribución. Para tener un adecuado sistema se debe cumplir con las capacitaciones respectivas que brindan las juntas de usuarios mediante unas asambleas constituyentes. (González y Cuéllar, 2014). El canal La Collpa cuenta con una bocatoma, un canal de conducción, y cuatro canales laterales de primer orden, y diversas obras de arte que favorecen al curso del agua y a la población beneficiaria mediante pases peatonales y vehiculares. Y para suministrar adecuadamente el recurso se cuenta con una Junta de usuarios que pertenece al río Mashcón.

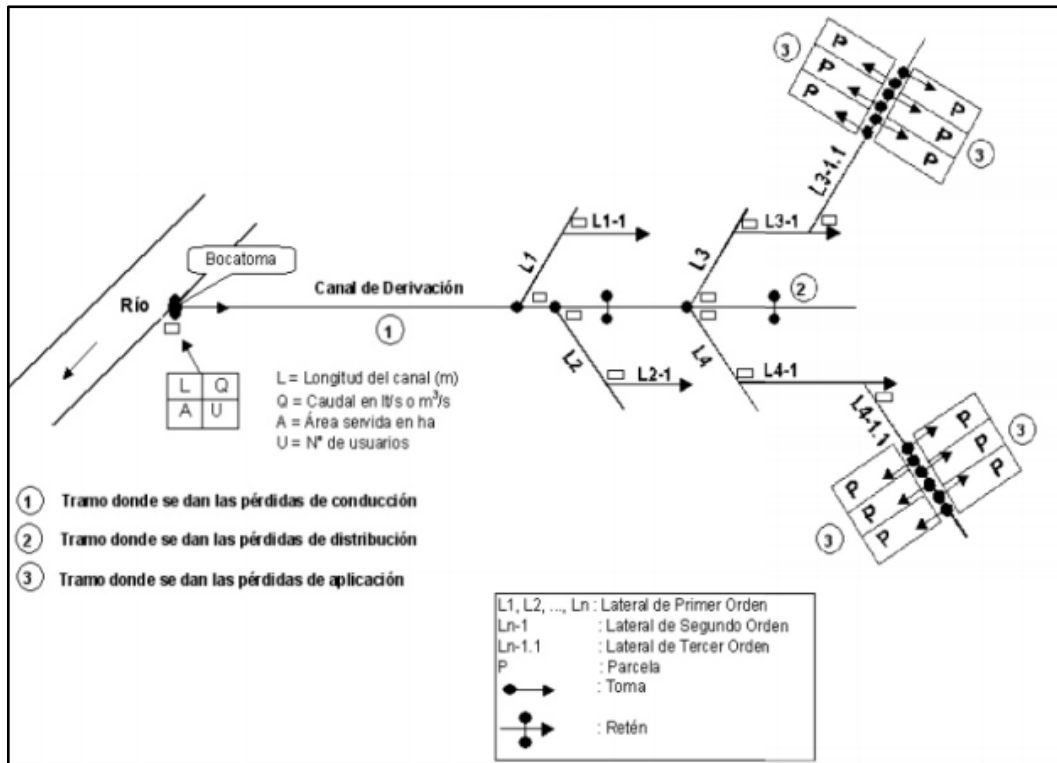


Imagen 15: Partes de una infraestructura de un canal de riego.

Se muestra las partes de un canal de riego, desde el punto de captación del agua hasta el punto de entrega a los usuarios. Fuente: (MINAGRI, 2015, pág. 8).

M. Partes de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa

1) Bocatoma

La bocatoma generalmente está al inicio del canal de riego, cuya finalidad es captar agua y desviarla hacia un canal de conducción, esta captación de agua puede ser en de ríos, quebradas o lagunas. (MINAGRI, 2014).



Imagen 16: Bocatoma del canal la Collpa (Máximas avenidas)
Se muestra la bocatoma del canal la collpa, en épocas de máximas avenidas del cauce del rio Mashcón.

La fotografía anterior se puede apreciar la bocatoma del canal, sin el mantenimiento adecuado en épocas de máximas avenidas del cauce del rio, con presencias de basura y lodo como se aprecia en la fotografía. De igual manera las compuertas se encuentran en mal estado con el acero de las tarjetas doblas al igual que el marco de fierro. En términos generales se aprecia el mal estado en el que se encuentra la bocatoma, durante la época de lluvias. Es decir, durante la época de lluvias el sistema de riego se da al abandono y ya que los cultivos reciben el agua de lluvia y de la escorrentía superficial lo cual satisface la demanda hidráulica por lo cual no hay necesidad de atender al sistema de riego. Pero en las épocas de estiaje es cuando la infraestructura de riego tiene un mantenimiento y se logra captar agua para satisfacer la demanda hidráulica que se cuenta en la localidad de La Collpa.



Imagen 17: Bocatoma del canal la Collpa (Épocas de estiaje)
Se muestra una imagen de la bocatoma del canal en épocas de estiaje.

En épocas de estiaje es donde más necesita el recurso hídrico, por lo que la bocatoma en estas épocas se encuentra con el mantenimiento adecuado, limpia y sin presencias de basuras y/o lodos, tanto la estructura en si como también las compuertas. Aprovechando así el máximo funcionamiento del sistema de riego como se aprecia en la imagen anterior, y en donde también se han tenido que poner costales de arena sobre el barraje con el fin de captar mayor caudal.



Imagen 18: Mediciones de la estructura de la bocatoma.
Se muestra una imagen realizando la toma de datos de bocatoma.



Imagen 19: Mediciones de la compuerta en la bocatoma.
Se muestra una imagen realizando la toma de datos de la compuerta respectivamente.



Imagen 20: Ingreso de datos (Nombre del canal)

Se puede apreciar el ingreso de datos iniciales al correntómetro, como el nombre del canal para identificar el archivo, por si más adelante se quieran recuperar los datos.



Imagen 21: Ingreso de datos (Estación Inicial)

Cada punto de medición se llama estación y en este caso la primera estación es la bocatoma del canal.

1) Estanque Disipador

Es una estructura ubicada inmediatamente después de la bocatoma, cuya finalidad es similar a un desarenador, pero a diferencia de este no cuenta con la tubería de retorno de agua hacia el río, el estanque disipador tiene un ancho variable generalmente es usado para adecuar el ancho de la bocatoma con el ancho del canal de conducción. (MINAGRI, 2014).

En el canal la collpa el Estanque Disipador fue construido con una finalidad geométrica, ya que el ancho de la compuerta en la bocatoma es mayor al ancho del canal, con este estanque se logra controlar el ancho del canal de conducción respectivamente. Por otro, lado también se logra disminuir la velocidad y acumular los sedimentos que puedan ingresar por la bocatoma; teniendo un ancho de 3.50 metros y un alto de 1.80 metros.



Imagen 22: Estanque disipador en máximas avenidas
El estanque disipador se encuentra posterior a la bocatoma, con falta de mantenimiento y en mal estado.



Imagen 23: Estanque disipador en épocas de estiaje
El estanque disipador se encuentra posterior a la bocatoma, en condiciones regulares.



Imagen 24: Realizando mediciones en el estanque disipador
Obteniendo datos geométricos del estanque disipador.



Imagen 25: Realizando mediciones de caudal estanque disipador
Recopilando datos de caudal entre el estanque disipador y el canal de derivación principal.

1) Canal de riego

Los canales de riego son estructuras hidráulicas por donde circula el agua, estos canales están al aire libre por lo que la presión atmosférica es cero es decir el curso del agua va de acuerdo con la pendiente y la velocidad de líquido. (Villón, 2010) Al canal principal de conducción se le llama también canal principal de derivación, y a los canales de distribución se le llaman también canales laterales de acuerdo con el número de orden en el que se encuentren. (Villón, 2010).

Para resistir a la erosión los canales suelen ser revestidos de concreto o mampostería, los cuales resisten satisfactoriamente a las erosiones, al tenerse canales revestidos también se está evitando el problema de la infiltración o al menos se trata

de que la infiltración sea lo menor posible, estos canales son construidos de acuerdo a la topografía del terreno, y la sección varía de acuerdo a las necesidades. se tienen principalmente canales trapezoidales que son los principales ya que pueden captar mayor caudal, y los canales rectangulares son usados para la distribución del recurso hídrico hacia las parcelas de riego. (Rodriguez, 2015)



Imagen 26: Seleccionamos el tipo de canal
La sección de principio a fin es de sección trapezoidal.

➤ **Canal principal de derivación**

El canal de riego La Collpa capta las aguas del Rio Mashcón por la margen derecha de dicho afluente. Inicia en la bocatoma denominada “La Collpa” este canal tiene una longitud de 8824.501 m. El cual se encuentra revestido de concreto en su totalidad con un espesor de 0.15 m, su sección es de tipo trapezoidal que tiene por medidas 1.40 m de ancho mayor, 0.75 m de ancho menor y 0.60 m de altura. Considerando la longitud total del canal de derivación y los canales laterales de

primer orden abastece un total de 528.53 hectáreas y un total de 301 usuarios, que utilizan el agua para riego y crianza de ganado vacuno. (Mejía, 2013). Abarcando las siguientes áreas de influencia Huacariz Chico, Huacariz San Martín, parte del fundo La Victoria, Huacariz San Antonio, La Collpa, La Pampa y Yanamarca. Las características geométricas e hidráulicas se detallan el inventario de Canal de Derivación.

En los meses de lluvia en la ciudad de Cajamarca, el canal la collpa es cuando menor uso tiene, y además es cuando casi no se logra captar agua en la bocatoma, pero cabe resaltar que en canal recibe aguas grises procedentes de la PTAR Cajamarca, durante todo el año, y de cierta forma estas aguas grises recorren la mitad del canal, distribuyéndose en diferentes parcelas según su recorrido. Estas aguas grises van perdiendo su color y olor conforme van realizando su recorrido.



Imagen 27: Ingreso de datos geométricos (Ancho de canal)

El canal tiene 1.20 metros de ancho de lámina de agua, es decir, esta es la distancia ingresada a la base de datos. El ancho total del canal se ingresaría si el borde libre fuera cero.



Imagen 28: Ingreso de datos geométricos (Tirante de agua)
El tirante de agua es de 50 centímetros.



Imagen 29: Ingreso de datos geométricos (Base menor)
La base menor del canal trapezoidal es de 75 centímetros.



Imagen 30: Selección del método para determinar la velocidad y caudal. El método para usar es el 0,2 / 0,4 / 0,8, como se aprecia en la pantalla del correntómetro.



Imagen 31: Caudal y velocidad inicial.

El correntómetro nos arroja datos de caudal que es $0.276 \text{ m}^3/\text{s}$ y una velocidad de 0.616 m/s . En la bocatoma y a la misma este dato nos sirve como dato inicial del caudal inicial en el tramo 01 del canal principal de derivación.



Imagen 32: Tramo inicial del canal la Collpa (Épocas de lluvia)
El tramo inicial del canal es de sección trapezoidal el cual se encuentra con presencia de aguas residuales procedentes de la PTAR Cajamarca.



Imagen 33: Recorrido del canal la Collpa (Épocas de lluvia)
Realizando el recorrido del canal es sus primeros tramos.



Imagen 34: Ingreso de aguas residuales de la PTAR al canal de riego la Collpa
El canal de riego es abastecido por las aguas residuales de la PTAR de la ciudad e Cajamarca.

En la imagen anterior se aprecia la forma en que la PTAR Cajamarca, deposita sus aguas residuales en el canal la Collpa, mediante un tubo de concreto de aproximadamente 8 pulgadas, este suceso ocurre aproximadamente a 150 metros de la bocatoma.



Imagen 35: Ingreso de aguas residuales de la PTAR al canal de riego la Collpa
El canal de riego es abastecido por las aguas residuales de la PTAR de la ciudad e Cajamarca.

Aguas abajo sucede el mismo caso anterior, alimentación al canal la Collpa, por parte de la PTAR Cajamarca, como se aprecia en la imagen anterior. Y en la imagen siguiente se aprecia también el mismo caso, el canal es alimentado con un canal rectangular de revestido de concreto simple cuyo ancho es 50 cm, y el alto es 55 cm, como se aprecia en la siguiente imagen.



Imagen 36: Ingreso de aguas residuales de la PTAR al canal de riego la Collpa
El canal de riego es abastecido por las aguas residuales de la PTAR de la ciudad e Cajamarca.

En el canal de conducción la colpa se puede encontrar la rotura de concreto en algunos tramos, esto se debe a que el canal está al costado de las plantas de la zona, y las raíces de dichas plantas hacen que el concreto del canal se rompa como se puede apreciar en la siguiente imagen.



Imagen 37: Rotura de concreto

En varias partes del canal se puede encontrar estos sucesos, por la falta de mantenimiento.



Imagen 38: Tramo en buen estado

Tramo en buen estado del canal de derivación principal, de sección trapezoidal.

Gran parte de canal su estructura se encuentra en buen estado, como se aprecia en la imagen anterior, aunque la falta de mantenimiento y limpieza lo cual genera que el lodo se acumule en el fondo del canal.

Puntos de captación de los canales Laterales de Primer Orden

a. Punto de captación del canal lateral de primer orden N° 01



Imagen 39: Punto Canal lateral de primer orden N° 01
En este punto se tiene el primer canal lateral de primer orden N° 01

En la imagen anterior se muestra dos compuertas de control, la de la derecha lleva el curso del agua al canal principal de derivación, y la compuerta de la izquierda lleva el curso del agua al canal lateral de Primer Orden N° 01, en épocas de lluvia en este punto se acumula generalmente, basura y lodo; el cual limpiado en épocas de estiaje para el recorrido del agua. Las compuertas son tipo tarjeta las cuales se encuentran en estado regular con presencia de oxido como se aprecia respectivamente.

Cabe resaltar que el canal recibe aguas grises por parte de la PTAR Cajamarca, lo cual aumenta el caudal en los tramos iniciales, por lo que el caudal máximo se muestra a continuación.



Imagen 40: Caudal y velocidad máximos.

El correntómetro nos arroja datos de caudal que es $0.290 \text{ m}^3/\text{s}$ y una velocidad de 2.386 m/s . En el punto final del Tramo 01 del canal principal de derivación.

en la imagen anterior se la toma de datos de caudal y velocidad con el uso del equipo “correntómetro” se está usando el método de tres mediciones a diferentes alturas en la vertical y en una sola estación en lo cual se tendrá la velocidad promedio, al realizarse cuatro estaciones en un solo punto.



Imagen 41: Realizando mediciones en el Canal lateral de primer orden N° 01
Obteniendo datos de caudal en el primer canal lateral de primer orden N° 01

b. Punto de captación del canal lateral de primer orden N° 02



Imagen 42: Punto de inicio de Canal lateral de Primero orden N° 02
En este punto se tiene el primer canal lateral de primer orden N° 02

La compuerta de la derecha controla el caudal en el canal principal de derivación y la compuerta de la izquierda controla el curso del agua hacia el canal

lateral de primero orden N° 02, en este punto se puede encontrar bolsas, botellas, yerbas y lodo en el canal, dificultando así el curso del agua, por otro lado, las compuertas son del tipo tarjeta que eventualmente se encuentran en mal estado y con presencia de oxido.



Imagen 43: Datos en el punto de inicio del Tramo 02.

Se muestra el caudal de 0.173 m³/s con una velocidad de 0.921 m/s en el punto inicial del Tramo 02, del canal principal de derivación.

c. Punto de captación de canal lateral de primer orden N° 03



Imagen 44: Punto de inicio de Canal lateral de Primero orden N° 03
En este punto se tiene el primer canal lateral de primer orden N° 03

En la imagen anterior se aprecia dos compuertas, la compuerta de la derecha controla el curso del recurso hídrico que va al canal principal de derivación la cual se encuentra en buen estado, la compuerta que está a la izquierda controla el curso de agua al canal lateral de primer orden N° 03 la cual se encuentra en mal estado el cual dificulta su operación y del mismo modo presenta fugas de agua en este punto.



Imagen 45: Datos en el punto final del Tramo 03.

Se muestra el caudal de $0.102 \text{ m}^3/\text{s}$ con una velocidad de 0.470 m/s en el punto final del Tramo 03 del canal principal de derivación.

d. Punto de captación de canal lateral de primer orden N° 04

Canal lateral de Primer Orden – Sin revestir

Existe solo un canal lateral de primer orden sin revestir, cuya sección es irregular a la altura de la hacienda denominada La Collpa, este canal va paralelo a una trocha carrozable y en parte se une con la cuneta en donde se puede acumular agua debido a la escorrentía superficial y pequeños manantiales de agua cercanos al canal. Según los usuarios este canal ha sido construido por los mismos usuarios de este sector ya que la Junta de usuarios del río Mashcón no se les otorgó el permiso necesario pues no presentaron la documentación requerida para generar una nueva toma lateral.



Imagen 46: Canal lateral de primer orden N° 04.

En la imagen anterior se muestra en canal lateral de primer orden N° 04, cuya sección es irregular sin revestir y además de ello no se capta agua en este tramo.

Este tramo de canal lateral de primer orden N° 04 tramo sin revestir es muy escaso el recurso hídrico, como se aprecia en la imagen, pero debido a la escorrentía superficial y pequeños manantiales de agua cercanos al canal, en el trayecto este canal va acumulando agua, aunque al punto final no llega nada de agua.

Tramos finales del canal principal de derivación



Imagen 47: Canal de derivación principal con presencia de basura.
Como se puede apreciar en la imagen, el canal tiene basura en su curso, con presencia de botellas, plásticos, yerbas y lodo el cual dificulta al curso del agua.



Imagen 48: Punto final del canal principal de derivación.
Punto final del canal principal de derivación.

Este es el punto final del canal principal de derivación en donde se encuentran dos compuertas tipo tarjeta para controlar el curso de agua, aquí en este punto el canal se une a la cuneta de la carretera adyacente el cual controlada por la compuerta que esta hacia la derecha, y la compuerta que esta hacia la izquierda controla el curso del agua que está conectado hacia una tubería de PVC que va a dar a una última parcela que esta al costado de la carretera.



Imagen 49: Punto final del canal principal de derivación.
Punto final del canal principal de derivación.

Descripción de los canales lateral de Primer Orden

➤ Canal lateral de primer orden N° 01

El canal lateral de primer orden N° 01 capta las aguas del canal de derivación “La Collpa” por la margen izquierda en la progresiva 2+333.87 km con respecto al canal de derivación; este canal se encuentra paralelo a la carretera Cajamarca- Jesús a la altura de la Plaza Pecuaria Iscoconga, el canal tiene una longitud de 2966.553 m,

el cual se encuentra revestido en su totalidad, su sección es de tipo rectangular que tiene por medidas 0.80 m de ancho y 0.90 m de altura; el recurso hídrico es utilizado para riego y crianza de ganado vacuno. El canal presenta un buen estado ya que está en constante limpieza y bien conservado, existe un camino de vigilancia a la margen Izquierda a lo largo de todo el canal, el cual presenta medida de 0.60 m de ancho en su recorrido que facilita desplazamiento de los usuarios.



Imagen 50: Tramo del canal lateral de primer orden N° 01
Tramo del canal lateral de primer orden N° 01, paralelo a la carretera Cajamarca-Jesús, a la altura de la plaza pecuaria Iscoconga.



Imagen 51: Tramo del canal lateral de primer orden N° 01

Tramo del canal lateral de primer orden N° 01, paralelo a la carretera Cajamarca-Jesús, a la altura de la plaza pecuaria Iscocongá.

En algunos puntos se encuentra deslizamiento de tierra paralelo a la carretera Cajamarca - Jesús, el cual está en constante limpieza por parte de municipio local como se puede apreciar en la imagen anterior.



Imagen 52: Mediciones del tramo del canal lateral de primer orden N° 01

Realizando mediciones de altura y ancho del canal lateral de primer orden N° 01, paralelo a la carretera Cajamarca-Jesús.

➤ **Canal lateral de primer orden N° 02**

Se origina del canal de derivación la Collpa, a su margen derecha en la progresiva 2 + 410.93 Km con respecto al canal de derivación, este canal tiene una longitud de 696.976 m, este canal va paralelo a la carretera a la Paccha partiendo a menos de 100 metros del cruce entre la Carretera Cajamarca-Jesús y La Paccha, a la altura del grifo acuario, el cual se encuentra revestido en su totalidad, su sección es de tipo rectangular con un ancho de 0.80m, con una altura de 0.90 m; dicho canal permite realizar la conducción y distribución del caudal de servicio de las áreas bajo riego actualmente desarrolladas para la agricultura y ganadería. El canal presenta un buen estado y cuenta con camino de vigilancia en su margen derecho con un ancho de 0.70 m que se encuentra a lo largo de todo el canal y facilita la operación y mantenimiento periódico y constante permitiendo el acceso a los usuarios.



Imagen 53: Tramo del canal lateral de primer orden N° 02

Tramo del canal lateral de primer orden N° 02, paralelo a la carretera La Paccha, a la altura del grifo acuario.



Imagen 54: Datos en el punto de ingreso al canal lateral de primer orden N° 02.
Se muestra el punto de ingreso al canal lateral de primero orden N° 02, y la recopilación de datos respectivamente.



Imagen 55: Tramo del canal lateral de primer orden N° 02 con presencia de lodo.
Tramo del canal lateral de primer orden N° 02, paralelo a la carretera La Paccha con presencia de lodo y falta de mantenimiento en algunos tramos.

➤ **Canal lateral de primer orden N° 03**

El canal lateral de primer orden N° 03 capta las aguas del canal de derivación “La Collpa” por la margen izquierda en la progresiva 5+239.36 km con respecto al

canal de derivación, este canal tiene una longitud total de 1319.528 m este canal se encuentra a la altura de la hacienda La Collpa, el cual se encuentra revestido en su totalidad, su sección es de tipo rectangular con un ancho de 0.80m, con una altura de 0.90 m; dicho canal permite realizar la conducción y distribución del caudal de servicio de las áreas bajo riego actualmente desarrolladas para la agricultura y ganadería. El canal presenta un estado regular, con presencia de yerbas, basuras y lodo, el mismo que cuenta con camino de vigilancia en su margen derecho e izquierdo con un ancho de 1.00 m que se encuentra a lo largo de todo el canal y facilita la operación y mantenimiento periódico y constante permitiendo el acceso a los usuarios.



Imagen 56: Sección del tramo del canal lateral de primer orden N° 03. Tramo del canal lateral de primer orden N° 03, se sección rectangular, cuya compuerta se encuentra en mal estado con presencia de oxido y con fugas de agua en este punto.



Imagen 57: Tramo del canal lateral de primer orden N° 03.
Tramo del canal lateral de primer orden N° 03.

➤ **Canal lateral de primer orden N° 04**

El canal lateral de primer orden N° 04 capta las aguas del canal de derivación “La Collpa” por la margen izquierda en la progresiva 7+408.199 km con respecto al canal de derivación, este canal tiene una longitud total de 1045.419 m este canal se encuentra a la altura de la hacienda La Collpa, el cual se encuentra sin revestir en su totalidad, su sección es de tipo irregular con un ancho promedio de 0.65m, con una altura de 0.40 m; dicho canal permite realizar la conducción y distribución del caudal de servicio de las áreas bajo riego actualmente desarrolladas para la agricultura y ganadería. El canal presenta un estado regular, con presencia de yerbas y lodo, el mismo que cuenta con camino de vigilancia en su margen derecho e Izquierdo con un ancho de 0.60 m que se encuentra a lo largo de todo el canal y facilita la operación y mantenimiento periódico y constante permitiendo el acceso a los usuarios.



Imagen 58: Tramo del canal lateral de primer orden N° 04.
Mitad del tramo del canal lateral de primer orden N° 04.

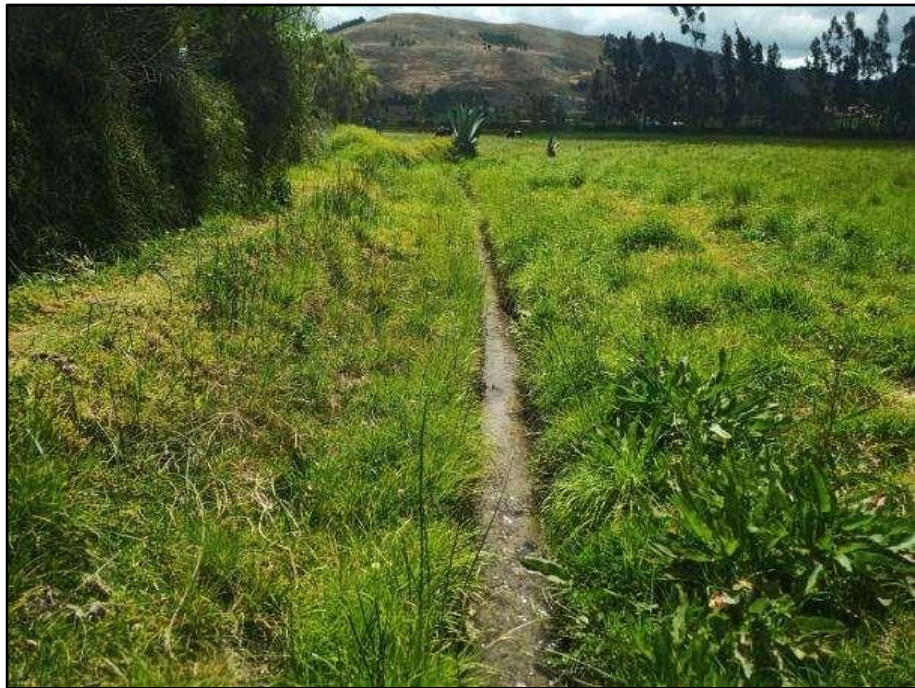


Imagen 59: Sección sin revestir del canal lateral de primer orden N° 04.
Se muestra la sección del canal tramo sin revestir cuya sección es irregular.



Imagen 60: Final del canal lateral sin revestir.

Al final del tramo el canal no cuenta con el recurso hídrico como se observa en la imagen.

Distribución del recurso hídrico a los usuarios

En la distribución del agua en los puntos de entrega es de sección sin revestir y su forma geométrica es irregular, cada usuario lleva el agua de esta manera a sus parcelas, de la mejor forma posible; generalmente todos los puntos de entrega son del mismo tipo como se muestran en las siguientes imágenes ya que el método de riego es el tradicional.



Imagen 61: Distribución del recurso hídrico a las parcelas N° 01.
De esta manera se realiza la distribución del recurso hídrico a cada una de las parcelas de diferentes usuarios del canal.



Imagen 62: Distribución del recurso hídrico a las parcelas N° 02.
De esta manera se realiza la distribución del recurso hídrico a cada una de las parcelas de diferentes usuarios del canal.

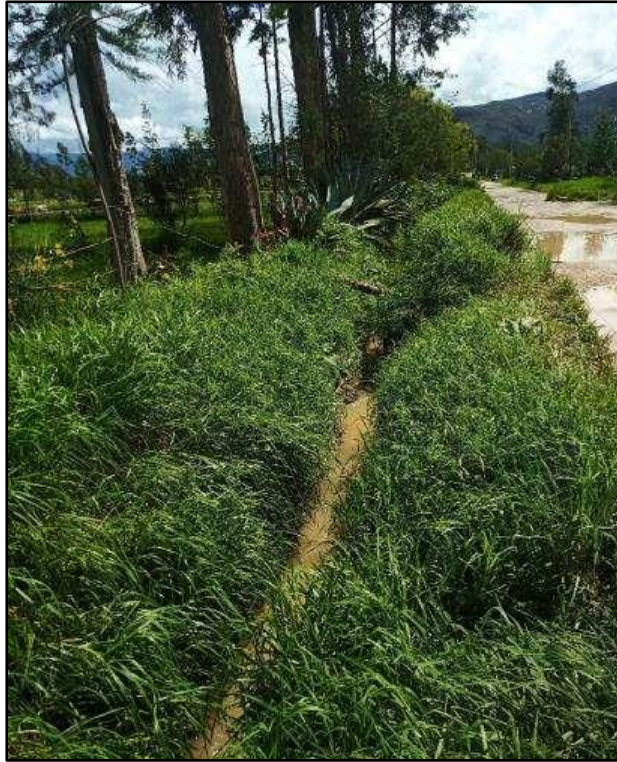


Imagen 63: Distribución del recurso hídrico a las parcelas N° 03.
De esta manera se realiza la distribución del recurso hídrico a cada una de las parcelas de diferentes usuarios del canal.



Imagen 64: Distribución del recurso hídrico a las parcelas N° 03.
De esta manera se realiza la distribución del recurso hídrico a cada una de las parcelas de diferentes usuarios del canal.

1) Medidores de caudal

Los medidores de caudal sirven para poder determinar de una manera rápida cuánto caudal está pasando por un tramo de canal, el medidor de caudal consta de una regla graduada según al ancho y a la altura del canal, esta regla graduada generalmente es metálica la cual requiere su mantenimiento constante para evitar la corrosión. (MINAGRI, 2014). En el canal La Collpa se encontraron dos medidores de caudal uno que está posterior a la bocatoma a unos 200 metros y el otro medidor de caudal está paralelo a la carretera Cajamarca Jesús. Los medidores de caudal tienen el siguiente modelo que se muestra a continuación:



Imagen 65: Medidor de caudal en el tramo inicial del canal la Collpa

Se muestra un medidor de caudal, es una regla graduada rectangular, ubicada de manera vertical en la sección del canal donde se desea medir el caudal.

El medidor de caudal mostrado anteriormente se encuentra a unos 200 metros de la bocatoma, el cual indica que el canal puede abarcar un caudal de 300 litros por segundo aproximadamente. Con el paso de los años y por la falta de mantenimiento el medidor de caudal se encuentra con presencia de oxido, como se puede apreciar en la imagen anterior.

2) Tomas laterales

Las tomas laterales se ubican en cada sector de acuerdo con las parcelas que se van a irrigar, para proveer el adecuado uso del sistema de riego en el punto a entregar se le debe colocar una compuerta. (MINAGRI, 2014).



Imagen 66: Tomas laterales de concreto simple en el canal la Collpa
Se muestra una toma lateral de sección rectangular, una compuerta de hierro tipo tarjeta en malas condiciones; la cual sirve para controlar el paso del agua.



Imagen 67: Tomas laterales en tramos sin revestir del canal la Collpa
Se muestra una toma lateral sin revestir, una compuerta de hierro tipo tarjeta en mal estado; la cual sirve para controlar el paso del agua.

3) Borde libre

Es la altura que va desde el tirante de agua, o espejo de agua, hacia arriba, hasta el nivel superior del canal, este borde libre se diseña según a al tipo de canal ya sea trapezoidal, rectangular, circular entre otros. (Rocha, 2012).



Imagen 68: Borde libre en sección rectangular.
Se muestra el borde libre del canal lateral de primer orden N° 01.

4) Compuerta

Una compuerta es una placa móvil que sirve para regular el curso del agua en un tramo de canal, estas compuertas también pueden cerrar el curso del agua y distribuirlas adecuadamente hacia otro canal lateral según sea su conveniencia para usar, solo puede ser manipulada por un operador calificado para esta operación, el cual deberá haber sido capacitado anteriormente. (Villón, 2010).



Imagen 69: Compuerta tipo gusano
Se muestra la compuerta de hierro tipo gusano; la cual controla el curso del agua.



Imagen 70: Compuerta tipo tarjeta en mal estado
Se muestra la compuerta de hierro tipo tarjeta; la cual controla el curso del agua.



Imagen 71: Compuerta tipo tarjeta sin pintura.
Se muestra la compuerta de hierro tipo tarjeta; la cual controla el curso del agua.



Imagen 72: Compuertas tipo tarjeta en buen estado.
Se muestra dos compuertas de hierro tipo tarjeta; la cual controla el curso del agua en buen estado.

5) Alcantarilla

La alcantarilla es una obra de arte construida básicamente para pasar el agua de un punto hacia otro, por lo general se suele construir para el tránsito vehicular o peatonal. la alcantarilla trabaja como un conducto cerrado, pero a pesar de ello no ejerce presión sobre el líquido, especialmente cuando se tiene un sistema de riego por gravedad. (Rodríguez, 2015).



Imagen 73: Alcantarilla en el canal la Collpa.

Se muestra una alcantarilla para el tránsito vehicular, a la altura de la carretera hacia Jesús

6) Caídas y Rápidas

Las caídas y rápidas también son parte de las obras de arte que se pueden encontrar en el recorrido del canal, tienen dos funciones principales: la primera es por la topografía del terreno, y la segunda es para aumentar la velocidad del flujo cuando las condiciones topográficas del terreno se prestan para este diseño técnico, las caídas y rápidas en lo posible deben ser diseñadas por un especialista en el tema de irrigación. (González y Cuéllar, 2014).

En el canal La Collpa se cuenta con una caída ubicada en el tramo de la carretera Cajamarca - Jesús a la altura de la plazuela Iscocongá, fue construido con la finalidad de aumentar la velocidad y por condiciones topográficas, como se muestra en la siguiente imagen.



Imagen 74: Caídas en el canal la Collpa.
Se muestra una caída en un tramo del canal la Collpa.

A pesar del paso de los años esta obra de arte sigue en buenas condiciones, aunque se requiere un mantenimiento, para evitar que la tierra entre al canal, y el lodo pueda acumularse en el fondo del canal, como se muestra en la imagen anterior.

Todas estas obras de arte descritas anteriormente se pudieron encontrar en el recorrido del canal principal de derivación y en los canales de distribución.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal La Collpa

Eficiencia de captación

En los meses de mayo a octubre se registra los datos más bajos de las lluvias en Cajamarca, y durante este periodo es cuando se hace uso de la bocatoma; con el paso de los años la bocatoma se ha ido deteriorando, juntamente con el sistema de captación incluido el barraje y en la actualidad se han tenido que colocar unos costales de arena sobre el barraje para captar mejor el agua durante los periodos de estiaje.



Imagen 75: Costales de arena sobre el barraje.
Se muestra unos costales de arena sobre el barraje para captar mejor el caudal.

El caudal medido con la presencia de los costales es: $0.277 \text{ m}^3/\text{s}$, y el caudal medido retirando los costales de arena es: $0.135 \text{ m}^3/\text{s}$. Teniendo así una eficiencia total en captación de: 48.74%.

Eficiencia en conducción

Se tienen 5 tramos de canal principal de derivación de los cuales se han calculado sus eficiencias en cada tramo:

Tabla 3:
Número de tramo, eficiencia y longitud de los tramos del canal principal.

N° de Tramo	Eficiencia (%)	Longitud (m)
Tramo 01	98.56	2333.871
Tramo 02	87.11	77.062
Tramo 03	70.45	2828.427
Tramo 04	98.76	2168.839
Tramo 05	58.62	1416.302

Se muestran los tramos con sus eficiencias y longitudes.

Por lo tanto, la eficiencia total en conducción del canal La Collpa es: 83.09 %.

Cabe mencionar también que en el primer tramo el canal se depositan aguas grises procedentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Cajamarca en varios puntos.



Imagen 76: PTAR Cajamarca deposita sus aguas grises al canal. La PTAR Cajamarca deposita aguas grises al canal la collpa.



*Imagen 77: PTAR Cajamarca deposita sus aguas grises al canal.
La PTAR Cajamarca deposita aguas grises al canal la collpa.*

Eficiencia en distribución

Se tienen 04 canales laterales de primer orden de los cuales se han calculado sus eficiencias de cada canal:

Tabla 4:
Canal lateral, eficiencia y longitud de los canales laterales de primer orden.

N° de Canal	Eficiencia (%)	Longitud (m)
C.L. 1er orden N° 01	67.74	2966.553
C.L. 1er orden N° 02	83.33	696.976
C.L. 1er orden N° 03	0.00	1319.528
C.L. 1er orden N° 04	0.00	1045.419

Se muestran los canales laterales de primer orden.

Por lo tanto, la eficiencia total en distribución del canal La Collpa es: 42.97 %.

Eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal La Collpa

Teniendo una eficiencia de captación de: 0.4874, una eficiencia en conducción de 0.8309, y una eficiencia en distribución de 0.4297. Para calcular la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal se realiza el producto de todas las eficiencias anteriores y esta viene a ser: 0.1740 que es equivalente a 17.40 %

La eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal La Collpa es de 17.40%, esto se debe a: las infiltraciones que se producen en los puntos en donde el concreto se encuentra deteriorado, las juntas que con el paso de los años han ido deteriorándose y producen infiltraciones, las compuertas donde se controla el agua, por la falta de mantenimiento y el cuidado del mismo, por roturas de concreto en el canal para generar nuevas tomas por parte de los usuarios y finalmente por el arrojado de basuras y presencia del lodo en varios tramos del canal por falta de opresión y mantenimiento.



Imagen 78: Rotura de concreto para nuevas tomas.
Generación de nuevas tomas por parte de los usuarios.



Imagen 79: Compuerta en mal estado.

Se observa la compuerta en mal estado y no logra controlar el recurso hídrico.



Imagen 80: Degradación y rotura de concreto.

En varios puntos se observa la degradación y la rotura del concreto en el canal.



Imagen 81: Presencia de basura en varios puntos del canal.

Se observa la acumulación de basura en los puntos de control como las compuertas

Canal principal de derivación

El canal está revestido de concreto en su totalidad presenta un estado regular ya que en algunos tramos la estructura está muy bien conservada, mientras que en otros tramos se puede evidenciar partes deterioradas de la estructura de concreto, por donde se producen fuertes pérdidas de agua, la sección del canal es trapezoidal con una base mayor de 1.40m, una base menor de 0.75 y una altura de 0.60m. A lo largo de su recorrido existe un camino de vigilancia que se encuentra paralelo al mismo, el cual presenta medidas variables de 0.65m hasta 0.90m. La pendiente promedio del canal de derivación principal es de 0.0516% y con una velocidad promedio de 0.729 m/s.

A continuación de muestran tablas en donde se diferencian cada tramo con respecto a sus longitudes, pendientes y velocidades.

Tabla 5:
Longitud, sección y pendiente del canal de derivación principal.

CANAL DE DERIVACIÓN PRINCIPAL				
Tramo	Longitud (m)	Sección	Tipo	Pendiente %
1	2333.871	Trapezoidal	Revestido	0.068
2	77.062	Trapezoidal	Revestido	0.040
3	2828.427	Trapezoidal	Revestido	0.093
4	2168.839	Trapezoidal	Revestido	0.029
5	1416.302	Trapezoidal	Revestido	0.028
Total:	8824.501		Promedio:	0.0516

Se muestra la tabla del canal de derivación y sus cinco tramos en conjunto.

Tabla 6:
Velocidad del canal de derivación principal.

Tramo	Velocidad inicial (m/s)	Velocidad final (m/s)	Velocidad Promedio (m/s)
1	0.654	2.146	1.400
2	0.828	0.618	0.723
3	1.587	0.403	0.995
4	0.440	0.483	0.462
5	0.139	0.000	0.069
		Promedio:	0.730

Se muestra la tabla del canal de derivación y sus cinco tramos en conjunto.

Canales laterales de primer orden

El canal la collpa cuenta tres canales laterales de primer orden revestidos cuya sección de los canales es rectangular con una base de 0.80 m. y una altura de 0.90m; también cuenta con un canal sin revestir cuya sección es irregular con un ancho aproximado de 0.45 m. y una profundidad de 0.60 m. el cual se describe en el siguiente cuadro.

Tabla 7:
Longitud, tipo y sección de los canales laterales de primer orden.

CANAL DE LATERAL DE PRIMER ORDEN				
Tramo	Longitud (m)	Sección	Tipo	Pendiente %
1	2966.553	Rectangular	Revestido	0.051
2	696.976	Rectangular	Revestido	0.066
3	1319.528	Rectangular	Revestido	0.049
4	1045.419	Irregular	Sin Revestir	0.682
Total:	6028.476			

Se muestra un detalle de la tabla de los canales laterales de primer orden.

Tabla 8:
Velocidad de los canales laterales de primer orden.

Tramo	Velocidad inicial (m/s)	Velocidad final (m/s)	Velocidad Promedio (m/s)
1	0.317	0.207	0.262
2	0.262	0.194	0.228
3	0.172	0.00	0.086
4	0.151	0.00	0.075
		Promedio:	0.130

Se muestra la tabla de velocidades de los canales laterales de primer orden.

Tipo de flujo en el canal La Collpa

Según los datos obtenidos en la presente investigación se tiene: una velocidad de: 0.730 m/s, un diámetro de: 0.798m, una densidad de agua de río a 7°C de: 999.960 kg/m³ y una viscosidad de agua de río a 7°C de: 0.01429 Pa*s. Teniendo así un número de Reynolds igual a 40763.9397, siendo este mayor a 4000, determinado así que se tiene un tipo de flujo turbulento; esto se debe a la presencia de arena, lodos y pequeñas piedras en el fondo del canal.



Imagen 82: Se observa el tipo de flujo turbulento.
Se observa un tipo de flujo turbulento en parte del canal.



Imagen 83: Se observa el tipo de flujo turbulento.
Se observa un tipo de flujo turbulento en parte del canal.

Mantenimiento periódico del canal

El ministerio de agricultura (MINAGRI) menciona que el mantenimiento periódico del canal en su totalidad debe ser como mínimo cuatro veces por año, y el mismo concepto dispone la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico del Río Mashcón (JURMASH) pero la junta del canal La Collpa solo realiza el mantenimiento del canal dos veces por año, esto genera que las estructuras hidráulicas y obras de arte no alcancen su vida útil.

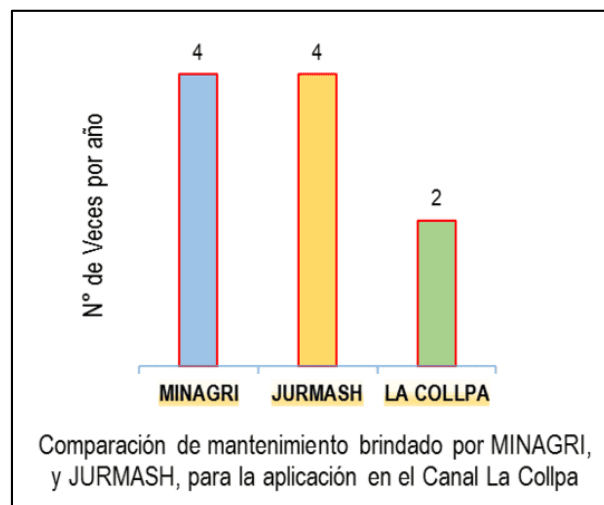


Imagen 84: Mantenimiento del canal la Collpa.

Se observa la variación de periodos de tiempo en el mantenimiento de canal.

Puntos de entrega a los usuarios

Los puntos de entrega del recurso hídrico a los usuarios se dan a través de acequias, o a conveniencia de los usuarios cada uno lleva el agua hasta el lugar donde tienen sus parcelas; cada usuario tiene un horario de riego.

La forma de riego se da desde el ultimo usuario hacia atrás, posterior a terminar sus horas de riego, la compuerta anterior se cierra y el siguiente en regar será el anterior al último, y así sucesivamente, hasta llegar a los tramos iniciales del canal. Las horas de riego depende del total de área que está registrado en la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico del Río Mashcón (JURMASH) quien administra eficazmente el cumplimiento de estas horas de riego juntamente con la directiva del Canal La Collpa.



Imagen 85: Distribución del recurso hídrico en las parcelas.
La forma de distribución es mediante acequias.



Imagen 86: Distribución del recurso hídrico en las parcelas.
La forma de distribución es mediante acequias.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Eficiencia de la infraestructura hidráulica

Eficiencia de captación

La eficiencia de captación del canal La Collpa es de 48.74% en relación con la investigación de (Jauregui, 2019) que lleva por título “Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Moyobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación ccecca, ishua y huaycahuacho” en donde nos señala que la eficiencia en captación en la bocatoma debe estar entre el rango de 75% y 100% para canales de riego por gravedad. Se puede decir que la eficiencia de captación del canal La Collpa está muy por debajo de los límites, esto se debe al paso de los años el sistema de captación se ha ido deteriorando, desde el barraje en donde se han tenido que colocar costales de arena para captar mayor caudal; en la bocatoma el concreto está deteriorado, las compuertas cuyo marco y tarjeta están malogrado además de presentar corrosión; por ende, la eficiencia de captación es muy baja.

Eficiencia de conducción

La eficiencia en conducción del canal La Collpa es de 83.09%, en relación con el estudio de “Eficiencia de Riego” cuyo autor es: (García, 2008) En donde señala que la eficiencia de conducción debe estar entre el 56% y 86%, en los canales de riego por gravedad. Se puede decir que el canal La Collpa tiene una buena conducción de caudal, y además están dentro de los límites, generando así una buena eficiencia de conducción.

Eficiencia de distribución

La eficiencia en distribución del canal La Collpa es de 42.97% en relación con la investigación que se realizó en la ciudad de Trujillo que lleva por título: “Calculo de la eficiencia de conducción y distribución en el sector hidráulico menor clase B del río Chonta y Cajamarquino en el canal de riego la Victoria, Yanamarca y Rumicuhco – Cajamarca” cuyo autor es: (Carranza, 2017) en donde redacta que la eficiencia de distribución esta entre el 60% y 75%, en los canales de riego por gravedad. Entonces al comparar los resultados se puede decir que la eficiencia en distribución esta por debajo de los límites, esto se debe a que en la distribución se tiene un canal lateral de primer orden que esta sin revestir, produciendo así infiltraciones; por otro lado los canales laterales de primer orden que se encuentra revestidos, presentan rotura de concreto en donde se han generado nuevas tomas por parte de los usuarios, estos canales también presentan compuerta malogradas o en otros casos las compuertas son del tipo rustico es decir de piedra y tierra, finalmente en estos canales revestidos se presentan infiltraciones en las juntas; de lo mencionado anteriormente se puede decir que la eficiencia en distribución en el canal La Collpa es baja con relación a los valores presentados de otras investigaciones.

Eficiencia de la infraestructura hidráulica

En la actualidad los usuarios del canal no cuentan con un asesoramiento técnico para el correcto funcionamiento del sistema de riego por gravedad, por lo que han descuidado el mantenimiento inminente en la infraestructura teniendo así una eficiencia de la infraestructura hidráulica de 17.40%; entonces la eficiencia de la infraestructura hidráulica principal de esta variación se genera en la bocatoma, en el deterioro de concreto del canal principal, como también de los canales laterales, la

rotura de concreto para generar nuevas tomas sin asesoría técnica, las compuertas en mal estado y las infiltraciones que se producen en las juntas, del mismo modo no se tiene el mantenimiento periódico como establece el ministerio de agricultura, siendo así que la infraestructura hidráulica se da al abandono en los meses lluvia, realizando obras de mantenimiento solo en las épocas de estiaje el cual genera problemas y disconformidad en los mismos beneficiarios.

Tipo de flujo en el canal principal de derivación

Para determinar el tipo de flujo se realizó mediante el número de Reynolds, el número de Reynolds del canal la Collpa es 40763.9397 siendo este mayor a 4000, por lo que el tipo de flujo turbulento, esto se debe al lodo que se encuentra en el fondo del canal, a pequeñas piedras, vegetación, y otras partículas que se encuentran en el fondo del canal; las cuales generan turbulencia en los tramos del canal principal de derivación.

Mantenimiento de la infraestructura hidráulica

La falta de caminos de vigilancia y el cierre a los mismos en algunos tramos de los canales de derivación y laterales, dificulta el acceso para la realización de la operación y mantenimiento periódico del canal, realizando así un mantenimiento general de toda la infraestructura hidráulica solo 02 veces por año, por lo ende en algunos tramos de dichos canales se encuentra luego de vegetación, basura y lodo en los tramos finales que se encuentran sin revestir, lo cual a la vez genera incomodidad en los usuarios que tienen sus parcelas dichos tramos, ya que a ellos no les llega nada de agua. Por otro lado, los propios usuarios han generado sus propias tomas en donde ellos crean conveniente para regar sus parcelas y para ello han tenido que romper el

concreto, usando compuertas rusticas es decir de piedras y lodo; esto genera grandes infiltraciones de agua.

Infiltraciones del recurso hídrico:

Se tiene una longitud total del canal principal de derivación de 8824.501 m. el cual es de sección revestida de principio a fin; en los canales laterales de primer orden se tiene una longitud total de 4983.057m, revestido de principio a fin y 1045.419m, sin revestir en donde se producen grandes infiltración es de agua; debido a las juntas y la degradación del concreto por el paso de los años, se tiene pérdidas del recurso hídrico, ya que el agua destinada para el regadío de las parcelas, es infiltrada hacia el interior del canal, y no logra abastecer a los últimos tramos de cada canal según su número de orden; además de ello, por falta de conocimiento técnico los usuarios que tienen sus parcelas al inicio de cada tramo del canal, han generado sus propias tomas y también sus propios canales, por lo que los usuarios posteriores, reciben menor caudal y estos a la vez afectan a los usuarios de los tramos finales. Se recomienda tener en consideración este análisis y concientizar a los usuarios para tener un fin practico del cual todos se vean beneficiados y revestir todos los tramos de los canales laterales con el fin de disminuir las infiltraciones en estos tramos, además de ello cambiar las compuertas rusticas por compuertas de fierro, para tener un mejor control del caudal en estos puntos.

Limitaciones del estudio:

Esta investigación está basada únicamente en la recopilación de la información acerca de la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa en la época de estiaje en los meses que más se aprovecha la infraestructura hidráulica, al inicio de la investigación nunca se tuvo en cuenta que el sistema está siendo alimentado por aguas residuales procedentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cajamarca (PTAR) en algunos puntos del primer tramo del canal principal, por lo que se siguió con la idea y los conceptos iniciales, entonces se pueden realizar otras investigaciones basados en otros conceptos referentes a este sistema de riego por gravedad teniendo en cuenta que el sistema está siendo alimentado por la PTAR Cajamarca, de la cual se puede realizar estudios y diseños de los tramos de los canales que tienen una sección sin revestir, y en las compuertas rústicas; determinado así una nueva eficiencia hidráulica y comparar los resultados, por otro lado también deja la puerta abierta para realizar nuevos estudios acerca del periodo de la operación y mantenimiento que se realiza actualmente en el canal La Collpa.

Por otro lado, se puede realizar diseños de una nueva bocatoma para así poder usar el sistema de riego por gravedad durante todo el año y posteriormente recalculando la eficacia de captación, de la misma manera se pueden realizar estudios con simulaciones hidráulicas en donde todos los canales de riego sean revestidos para comparar la eficiencia de conducción y distribución, teniendo así una nueva eficiencia hidráulica del canal La Collpa.

4.2 Conclusiones

La eficiencia en captación es de: 48.74%; la eficiencia en conducción es de: 83.09%; la eficiencia en distribución es de: 42.97%; siendo la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal La Collpa 17.40% en el año 2021, esto se debe al mal estado en la que se encuentra la bocatoma y a las mismas infiltraciones que se presentan en los tramos del canal de derivación principal en donde se tiene concreto deteriorado, compuertas en mal estado o por la rotura de concreto para generar nuevas tomas por parte de los usuarios sin tener un control técnico. Se puede deducir que se cuenta con una buena conducción de caudal en relación con la distribución; para lo cual se recomienda tener un asesoramiento técnico para aprovechar mejor el caudal en los puntos de entrega, a su vez dar charlas de inducción a los usuarios para que no rompan el concreto, no malogren las compuertas, y no arrojen basura al canal, además de ello dejar el camino de camino de vigilancia para poder realizar los recorridos a lo largo del canal ya sea canal principal o lateral.

La operación de las estructuras de control se realiza por turnos según cada sector y área bajo riego, esta operación de las estructuras está a cargo de un operador de riego que es puesto a decisión de la comisión de regantes; pero el mantenimiento general de toda la infraestructura hidráulica del canal La Collpa se realiza dos veces por año, según la indicación de la comisión de regantes, en donde se realizan trabajos de limpieza de bocatoma, estanque disipador, en el canal de conducción se rellenan las fisuras o rotura de concreto, se realiza el pintado de compuertas y engrase de las mismas, las demás obras de arte son pintadas con pintura anticorrosiva; todos estos trabajos limpieza y mantenimiento se realiza dos veces por año. Pero a su vez el Ministerio de Agricultura sugiere que este mantenimiento se realice cuatro veces por

año, desde la captación hasta el punto de entrega del recurso hídrico. Se recomienda realizar cuatro mantenimientos generales por año, distribuidos de la siguiente manera: dos veces en los meses de estiaje y dos veces en los meses de lluvia, con el cual se logrará captar y distribuir el recurso hídrico de una manera más eficiente.

Según los datos obtenidos del canal y al procesar dichos datos en la fórmula de Reynolds, se tiene un tipo de flujo turbulento; esto se debe a la presencia de lodo, pequeñas piedras, vegetación que se encuentran en el fondo del canal, el cual hace que el tipo de flujo sea de este tipo; por cual se recomienda no arrojar piedras, yerbas o basura al canal; para consérvalo limpio y con el mantenimiento adecuado.

REFERENCIAS

- Agro Rural. (17 de 01 de 2019). *Agro Rural culminó 26 proyectos en infraestructura de riego*.
Obtenido de Construye Perú: <https://peruconstruye.net/2019/01/17/agro-rural-culmino-26-proyectos-en-infraestructura-de-riego-valorizados-en-s-44-8-millones/>
- Alfaro, J. (15 de 9 de 2017). Conflictos, Gestión del Agua y Cambio Climático. *Comisión Europea*, 125. Obtenido de <http://koha.uclm.es/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=172>
- ANA. (2010). *Plan de Gestión de los Recursos Hídricos en las cuencas de Mashcón y Chonta*.
Cajamarca: NIPPON KOEI.
- Bedoya, L. J. (2014). *Métodos y Técnicas de Investigación*. Bogotá, Colombia: Tecnología en
Gestión Pública Ambiental. Obtenido de
http://www.esap.edu.co/portal/download/m%C3%B3dulos_pregrado/tecnolog%C3%ADa_en_gesti%C3%B3n_p%C3%BAblica_contable/semestre_ii/2_tecnicas_y_metodos_de_investigacion.pdf
- Carranza, C. G. (2017). *Calculo de la eficiencia de conducción y distribución en el sector hidráulico menor clase B del río Chonta y Cajamarquino en el canal de riego la Victoria, Yanamarca y Rumicuhco – Cajamarca*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
Obtenido de
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9685/CARRANZA%20CORDOVA%20GALINDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chávez, S. C. (2014). *Probables Efectos de las Aguas Residuales de la Ciudad de Cajamarca en el sistema agua-suelo-planta de los caseríos de La Victoria y La Colpa*. Cajamarca: UNC.
Obtenido de
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1948/TESIS%20DOCTORAL%20CHÁVEZ%20STA.%20CRUZ%20GUILLERMO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duran, X. (12 de 12 de 2017). *Iagua*. Obtenido de Iagua: <https://www.iagua.es/blogs/xavi-duran-ramirez/canales-regadio-perdidas-agua-y-soluciones-futuro>
- Equipos y laboratorio, C. (10 de Enero de 2021). *Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S*.
Obtenido de Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S.:
<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/definicion-y-usos-del-correntometro-o-corrientimetro>
- FM PRO, O. (2012). Correntometro Instrucciones de funcionamiento. *FM PRO*, 1-38.

- García, P. M. (2008). *Eficiencia de Riego*. Montevideo: Universidad de la Republica. Obtenido de <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/EFICIENCIA.pdf>
- González y Cuéllar. (2014). Manejo y Distribución de Agua en Distritos de Riego. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*, 145. Obtenido de https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/manejo-dadr/files/assets/common/downloads/publication.pdf
- Hernández, S. R. (2019). Metodología de la Investigación. *Mc Graw Hill Education*, 42. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Jaramillo y Cárdenas. (2015). *Numero de Reynolds*. Bogotá: Girardot. Obtenido de <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/4849/T.IC%20JARAMILLO%20DIAZ%20JULIAN%20DAVID.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Es%20un%20numero%20adimensional%20utilizado,es%20un%20cociente%2C%20una%20comparación>.
- Jauregui, J. B. (2019). *Diseño hidraulico de una bocatoma en el río mayobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación CCECCA, ISHUA y Huaycahuacho*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3901/jauregui-jauregui-bruno-gabriel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- JURMASH. (2019). *Informe de Infraestructura Hidráulica del Comité de Regantes del Canal La Collpa, Sub Sector Hidráulico del Río Mashcón de la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor del Río Mashcón – Clase B*. Cajamarca: JURMASH. Obtenido de <https://www.losandes.org.pe/contribuimos-a-fortalecer-la-gestion-del-agua-en-el-campo/>
- Mejía, D. P. (2013). "Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego Canal La Collpa de la Localidad La Collpa, Distrito de Jesús, Provincia Cajamarca, Región Cajamarca". Cajamarca, Cajamarca, Perú: PSI. Obtenido de <http://ofi4.mef.gob.pe/appInv2Test/f16/ReporteF016.aspx?codigo=538939>
- Mejía, Palacios y Exebio. (2 de 7 de 2012). Problemas Operativos En El Manejo Del Agua en Distritos de Riego. *Terra Latinoamericana*, 10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320215.pdf>

- MINAGRI. (2014). Mantenimiento de Infraestructura de sistemas de Riego. *Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego*, 36. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual3.pdf>
- MINAGRI. (2015). Manual de Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego. *Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego*, 54. Obtenido de https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf
- MJ, B. (1 de abril de 1997). *Science*. Obtenido de Science: http://oceanografia-gral-fis.at.fcen.uba.ar/4_Propiedades.pdf
- Ojeda, Iñiguez y Rojano. (17 de 10 de 2018). Metodología para la determinación de la Evapotranspiración Integrada y la Capacidad de Canales en una Zona de Riego. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 175-191. Obtenido de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2013/07/metodologia_evapotranspiracion_canales_riego.pdf
- Pérez y Salvatierra. (1 de 8 de 2012). El Canal de Agua que Abastecía a la Ciudad de Wari, ayacucho: Proceso Constructivo y Componentes de funcionalidad. *Arqueología y sociedad*, 18. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/Arqueo/article/view/12344>
- Robledo, M. C. (2015). Recolección de datos. *Universidad de San Carlos de Guatemala*, 7. Obtenido de <https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/fichas-de-trabajo.pdf>
- Rocha, A. (2012). Hidráulica de Tuberías y Canales. *Editorial Felices*, 515. Obtenido de <https://luisalderonf.files.wordpress.com/2012/01/hidraulica-de-tuberias-y-canales.pdf>
- Rodriguez, P. (2015). Hidráulica II. *Ruiz*, 494. Obtenido de <https://es.slideshare.net/CarlosPajuelo/hidraulica-de-canales-pedro-rodriguez>
- Success, E. F. (23 de Marzo de 2020). *Flottweg*. Obtenido de Flottweg: <https://www.flottweg.com/es/wiki/tecnica-de-separacion/viscosidad-dinamica/>
- Villón, M. (2010). Hidráulica de Canales. *Ediciones Villón*, 255. Obtenido de <https://es.slideshare.net/simonmelgarejo/libro-de-hidraulica-de-canales-maximo-villon>
- Vinelli, M. (02 de 03 de 2021). *La brecha de Infraestructura de riego en el sector agropecuario*. Obtenido de Conexión esan: <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2021/03/02/la-brecha-de-infraestructura-de-riego-en-el-sector-agropecuario/>

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Operacionalización de variables.

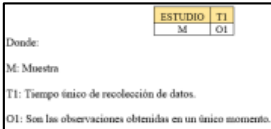
Matriz de operacionalización de variable.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE: La eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa.	<p>Eficiencia se define como la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo.</p> <p>En una infraestructura hidráulica es un conjunto de obras hidráulicas con el fin de controlar el agua, y parte de esta infraestructura son las diferentes secciones que pueden adaptarse en el diseño de los canales, algunas secciones tienen condiciones llamadas de Máximas Eficiencia Hidráulica, son aquellas que, para un mismo gasto, pendiente y revestimiento, requieren un área mojada mínima. (Rojas Rubio, 2014, pág. 6)</p>	<p>Para determinar la eficiencia del canal de riego, se deberá tener los resultados de los indicadores de infraestructura hidráulica que en este caso son los inventarios y además mediante la revisión documental se podrá determinar la operación y mantenimiento del canal de riego.</p>	<p>Eficiencia</p> <p>Operación</p> <p>Mantenimiento</p>	<p>Estado Actual.</p> <p>Longitudes.</p> <p>Dimensiones.</p> <p>Sección revestida.</p> <p>Sección sin revestir.</p> <p>Reparto de agua.</p> <p>Tiempo de riego.</p> <p>Caudal de reparto.</p> <p>Turnos de riego.</p> <p>Periodo.</p> <p>Pintado de obras de arte.</p> <p>Revisión técnica de la infraestructura.</p> <p>Revisión técnica de obras de arte.</p> <p>Limpieza del canal.</p> <p>Camino de vigilancia.</p>

Se muestra la tabla de la matriz de operacionalización de variable la cual también contiene las dimensiones e indicadores.



Anexo N° 2: Matriz de Consistencia.

Matriz de Consistencia.




TÍTULO:					
“EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021”					
Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Metodología	Población
¿Cuál es la eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa, Cajamarca 2021?	GENERAL La eficiencia de captación, conducción y distribución del canal la Collpa, Cajamarca 2021 es mayor al 50%.	GENERAL: Calcular la eficiencia de la infraestructura hidráulica el canal la Collpa, Cajamarca 2021. ESPECÍFICOS: Determinar la eficiencia de captación, conducción y distribución del canal la Collpa, Cajamarca 2021. Identificar cuantas veces por año se realiza el mantenimiento general de toda la infraestructura hidráulica del canal la Collpa, Cajamarca 2021. Definir qué tipo de flujo se encuentra en el canal principal de derivación del canal la Collpa, Cajamarca 2021.	VARIABLE 1: Eficiencia hidráulica. VARIABLE 2: Infraestructura hidráulica.	Tipo de investigación: Según su Propósito: Aplicada Según su Profundidad: Descriptiva Según su naturaleza: Cuantitativa Según su manipulación de variable: No Experimental Diseño: No experimental  Técnica: Observación Instrumento: Inventarios de infraestructura hidráulica, fichas de análisis. Método de análisis de datos: Análisis estadístico.	Población: Está conformado por todos los canales de riego que pertenecen al subsector hidráulico menor del río Mashcón, Cajamarca 2021. Muestra: El canal de riego La Collpa que pertenece al subsector hidráulico menor del río Mashcón, Cajamarca 2021.

Se muestra la tabla de la matriz de consistencia.


Anexo N° 3: Ficha documental. N° 01

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
Ficha Documental 01:	Estudio de Pre inversión a nivel de perfil - Canal la Collpa
Asesor (a) :	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever
Autor y año:	Ing. Porfirio Mejía Díaz, 2013
Tipo de documento:	Proyecto de Inversión Pública.
Nombre del Proyecto:	Mejoramiento del servicio de agua del sistema de riego canal la Collpa de la localidad la Collpa, Distrito de Jesús, Provincia Cajamarca, Región Cajamarca.
Objetivo del proyecto:	Incremento de los niveles de rendimiento y producción agrícola en la comisión de regantes de la Collpa.
Problema Central:	Bajo nivel de rendimiento y producción agrícola en la comisión de regantes la Collpa.
Eficiencia hidráulica del canal	la eficiencia en la aplicación con el proyecto será de 34.70 %, y la eficiencia en la conducción mejorará de un 60 a 90%.
Construcción de obras de arte	se construirán 30 tomas laterales a partir del canal principal, como obras conexas se construirá 2 puentes carrózales y una canoa.
Área del proyecto y número de usuarios:	El área del proyecto es de 426.83 hectáreas y el número de usuarios es 196.
Conclusiones:	La ejecución de este proyecto va a brindar un aporte significativo a mejorar la calidad de vida de los beneficiarios del proyecto de riego, los cuales dependen directamente de la agricultura.
Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 4: Ficha documental N° 02.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Ficha Documental 02:	Informe del canal la Collpa
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever
Autor y año:	Junta de Usuarios del Sector Hidráulico del Río Mashcón – Clase B (JURMASH) año 2019.	
Nombre del Proyecto:	Informe de inventario de infraestructura hidráulica del comité de regantes del canal la Collpa, subsector hidráulico del río Mashcón de la JURMASH.	
Objetivo del proyecto:	Realizar el informe del inventario de infraestructura hidráulica del comité de regantes del Canal La Collpa, subsector hidráulico del Río Mashcón de la Junta de usuarios del sector hidráulico menor del Río Mashcón – Clase B.	
Problema Central:	Existen Juntas de Usuarios que no tienen el inventario de su infraestructura hidráulica, por lo que es de suma importancia su creación para que puedan contar con un instrumento técnico que les ayude a administrar y gestionar sus canales de riego.	
Estructuras para evaluar:	Toda la infraestructura hidráulica que se existente (Bocatomas, Canal de riego, compuertas, rápidas, divisorias de caudal, etc.)	
Fuente de agua disponible:	Los recursos hídricos disponibles para el riego de las áreas del proyecto son las aguas provenientes del río Mashcón, el cual presenta una dotación de agua establecida por la Autoridad Local de Aguas de Cajamarca de 60 l/s, así mismo presenta un adicional de 70 l/s de aguas tratadas provenientes de la empresa SEDACAJ, la cual se cuenta inscrita en el programa de Adecuación de Vertimientos y Rehúso de Agua Residual (PAVER).	
Área del proyecto y número de usuarios	El área que abarca todo el sistema de riego es de 750.13 hectáreas y cuenta con 300 usuarios según el padrón otorgado por la JURMASH.	
Caudal apto para regadío:	En la actualidad, este canal principal de derivación cuenta con un volumen de diseño de 60 l/s, cantidad indicada en la Resolución Administrativa No. 158-93-SRIV-A.C./ATDRC.	
Conclusiones	Los canales laterales del canal la Collpa se encuentran en su mayoría sin revestir y con compuertas rústicas, generando fuertes pérdidas de filtración. Por falta de mantenimiento y limpieza en el canal de riego, el caudal existente llega a sobrepasar la estructura en los primeros tramos generando pérdidas del recurso hídrico.	
Tesista		Asesor (a)
		
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios		Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021		Fecha: Julio 2021


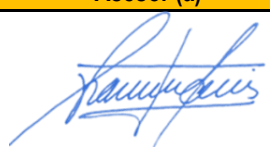
Anexo N° 5: Inventario de caudal en bocatoma N° 01

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Inventario 01:	Caudal en ingreso con apoyo de altura en el barraje.
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever	




N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.276	0.616
2	0.349	0.876
3	0.187	0.543
4	0.294	0.582
Promedio:	0.277	0.654

En épocas de estiaje es cuando más se necesita el recurso hídrico para captar mayor caudal, se han colocado costales de arena sobre el barraje. Y el caudal captado es incluido dichos costales.

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 6: Inventario de caudal en bocatoma N° 02



 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Inventario 02:	Caudal en ingreso real
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever	






N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.103	0.487
2	0.151	0.399
3	0.162	0.765
4	0.124	0.351

Promedio:	0.135	0.501
-----------	-------	-------


Para realizar está medición se han tenido que retirar los costales de arena que han sido colocados sobre el barrage.

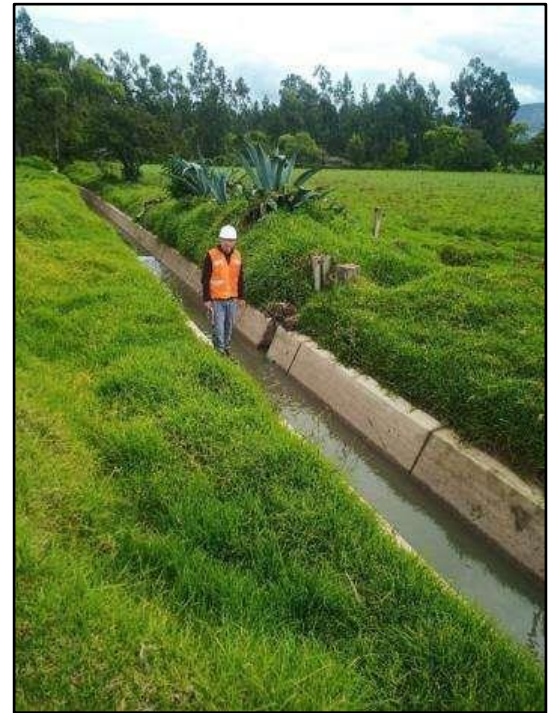
Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 7: Inventario de Bocatomas N° 03

		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA			
		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"			
		Inventario 03:	Descripción de Bocatomas		
		Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez		
		Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever		
Unidad Hidrográfica (UH):	Crisnejas	Código UH:	49898		
Nombre de la fuente de agua:	Río Mashcón	N°:	01		
Bocatoma	Nombre del canal:	La Collpa			
	Localización:	Coordenadas	Este:	778659.115	
			Norte:	9206759.193	
			Zona:	17 S	
	Progresiva de río:		18 + 850 km		
	Fecha de construcción:		Mejoramiento: 2013		
	Margen (2)		Derecha (D)		
	Tipo (3)		Permanente		
	Estado (4)		Regular (R)		
	Material (5)		Concreto		
Ventana de Captación	Caudal (m³/s)	Diseño	-		
		Operación:	0.277		
	N° de Ventana Captación:		01		
	Ancho (m)		1.50		
	Alto (m)		1.80		
	Compuerta (Si o No)		Si		
	Operación (6)		Manual		
Estado (4)		Regular (R)			
Sistema de Regulación	Material (5)		Otros (O)		
	Ancho (m)		1.20		
	Alto (m)		2.25		
	Operación (6)		Manual		
Estanque disipador	Estado (4)		Regular (R)		
	Material (5)		Concreto (C)		
	Estado (4)		Bueno (B)		
Operación y Mantenimiento	Longitud (m)		3.50		
	Frecuencia (7)		02		
-1 Numero de orden. -2 Margen: D (Derecha), I (Izquierda). -3 Tipo: Pe (permanente), Sr (Semi-Rustico, y R (Rustico), según corresponda. -4 Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo). -5 Material: C (Concreto), M (Mampostería) y O (Otros). -6 Operación: Manual o Automático. -7 Frecuencia: N° De veces por año.					
Tesista			Asesor (a)		
					
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios			Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez		
Fecha: Julio 2021			Fecha: Julio 2021		

Anexo N° 8: Inventario de caudal en Canal principal de derivación – Tramo 01

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Inventario 04:	Caudal de canal principal de derivación – Tramo 01
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever





Caudal Ingreso		
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.276	0.616
2	0.349	0.876
3	0.187	0.543
4	0.294	0.582




Promedio:	0.277	0.654
-----------	-------	-------

Caudal Salida		
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.290	2.386
2	0.244	1.976
3	0.275	2.078
4	0.281	2.145


Promedio:	0.273	2.146
-----------	-------	-------

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 9: Inventario de Canal Principal de Derivación (Tramo 01)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"					
		Inventario 05:		Canal Principal de derivación Tramo 01			
		Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez			
Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever					
Unidad Hidrográfica (UH):	Crisnejas	Código UH:	49898				
N° de Tramo:	Tramo N° 01						
Nombre de la bocatoma:	La Collpa						
Nombre del Canal:	Canal principal de derivación La Collpa						
Coordenadas	Inicio	Este	778659.115				
		Norte	9206759.193				
		Cota	2655.453				
		Zona	17 S				
	Final	Este	779201.695				
		Norte	9204587.614				
		Cota	2639.572				
		Zona	17 S				
Tipo de Usos (1)	Agrario	Número Total de Usuarios de todo el canal:	301				
Área total bajo riego (ha)	560.88	Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (m³/s):	-				
Características del canal	Tipo (2)	R	Estructura de Medición al Inicio	Tipo (5)	O		
	Material (3)	C	Obras, Estructuras Hidráulicas (unidad)	Estado (4)	B		
	Estado (4)	R		Acueducto	01		
	Caudal (m³/s)	Ingreso		0.277	Rápida	01	
		Salida		0.273	Tomas	45	
	Ventana de Captación N°	-		-	-	-	
	Dimensiones	B (m)	1.2	Camino de Servicio	Derecha	Longitud (m)	2300.00
		b (m)	0.75			Ancho (m)	1.5
		H (m)	0.50		Estado (4)	B	
		Z	0.45		Izquierda	Longitud (m)	1120.00
		y (m)	-			Ancho (m)	1.00
	Longitud del Canal (km)	S %	0.068	Estado (4)	B		
		Revestido	2333.871	Observaciones (6): Canal en estado regular, presenta fisuras de concreto.			
		Sin Revestir	-				
Total	2333.871						
Operación y Mantenimiento	Frecuencia (7)	02					
-1 Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial)		-2 Tipo: R (Revestido), T (Tierra), O (Otros)					
-3 Material: C (Concreto), M (Mampostería) y O (Otros)		-4 Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)					
-5 Tipo 1: P (Parshall), SC (Sin Cuello), RBC , O (Otros)		-7 Frecuencia: N° De veces por año.					
-6 Operación: Manual o Automático, describir las características técnicas por tramos en los cambios de sección							
Tesista			Asesor (a)				
							
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios			Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez				
Fecha: Julio 2021			Fecha: Julio 2021				

Anexo N° 10: Inventario de caudal en Canal principal de derivación – Tramo 02

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Inventario 06:	Caudal de canal principal de derivación – Tramo 02
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever	





Caudal Ingreso		
N° de Mediciones	Caudal (m³/s)	Velocidad (m/s)
1	0.258	0.786
2	0.249	0.821
3	0.261	1.064
4	0.257	0.643



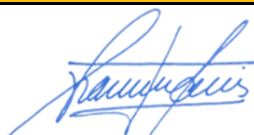
Promedio:	0.256	0.828
-----------	-------	-------

Caudal Salida		
N° de Mediciones	Caudal (m³/s)	Velocidad (m/s)
1	0.194	0.543
2	0.207	0.193
3	0.191	0.816
4	0.173	0.921

Promedio:	0.192	0.618
-----------	-------	-------

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021




Anexo N° 11: Inventario de Canal Principal de Derivación (Tramo 02)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"					
Inventario 07:		Canal Principal de derivación Tramo 02					
Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez					
Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever					
Unidad Hidrográfica (UH):	Crisnejas	Código UH:	49898				
N° de Tramo:	Tramo N° 02						
Nombre de la bocatoma:	La Collpa						
Nombre del Canal:	Canal principal de derivación La Collpa						
Coordenadas	Inicio	Este	779201.695				
		Norte	9204587.614				
		Cota	2639.572				
		Zona	17 S				
	Final	Este	779207.558				
		Norte	9204515.028				
		Cota	2639.261				
		Zona	17 S				
Tipo de Usos (1)	Agrario	Número Total de Usuarios de todo el canal:	301				
Área total bajo riego (ha)	560.88	Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (m³/s):	-				
Características del canal	Tipo (2)	R	Estructura de Medición al Inicio	Tipo (5)	-		
	Material (3)	C		Estado (4)	-		
	Estado (4)	B		Obras, Estructuras Hidráulicas (unidad)	Rápida	01	
	Caudal (m³/s)	Ingreso 0.256 Salida 0.192			Tomas	02	
	Ventana de Captación N°	-	-		-		
	Dimensiones	B (m) b (m) H (m) Z y (m) S %	1.2 0.75 0.50 0.45 - 0.040		Camino de Servicio	Derecha	Longitud (m) Ancho (m) Estado (4)
	Longitud del Canal (km)	Revestido Sin Revestir Total	77.062 - 77.062	Izquierda			Longitud (m) Ancho (m) Estado (4)
	Operación y Mantenimiento	Frecuencia (7)	Observaciones (6): Canal en buen estado.				
	Operación y Mantenimiento		Frecuencia (7)	02			
	-1 Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial)		-2 Tipo: R (Revestido), T (Tierra), O (Otros)				
	-3 Material: C (Concreto), M (Mampostería) y O (Otros)		-4 Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)				
	-5 Tipo 1: P (Parshall), SC (Sin Cuello), RBC , O (Otros)		-7 Frecuencia: N° De veces por año.				
	-6 Operación: Manual o Automático, describir las características técnicas por tramos en los cambios de sección						
	Tesista			Asesor (a)			
							
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios			Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez				
Fecha: Julio 2021			Fecha: Julio 2021				


Anexo N° 12: Inventario de caudal en Canal principal de derivación – Tramo 03

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA																																														
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																														
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"																																													
	Inventario 08:	Caudal de canal principal de derivación – Tramo 03																																												
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez																																												
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever																																												
																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Caudal Ingreso</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Caudal Salida</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">N° de Mediciones</th> <th style="width: 35%;">Caudal (m³/s)</th> <th style="width: 50%;">Velocidad (m/s)</th> <th style="width: 15%;">N° de Mediciones</th> <th style="width: 35%;">Caudal (m³/s)</th> <th style="width: 50%;">Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0.091</td> <td style="text-align: center;">0.432</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0.076</td> <td style="text-align: center;">0.305</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">0.355</td> <td style="text-align: center;">2.571</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">0.102</td> <td style="text-align: center;">0.470</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">0.122</td> <td style="text-align: center;">1.765</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">0.110</td> <td style="text-align: center;">0.104</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">0.138</td> <td style="text-align: center;">1.582</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">0.136</td> <td style="text-align: center;">0.734</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Promedio:</td> <td style="text-align: center;">0.176</td> <td style="text-align: center;">1.587</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Promedio:</td> <td style="text-align: center;">0.106</td> <td style="text-align: center;">0.403</td> </tr> </tbody> </table>			Caudal Ingreso			Caudal Salida			N° de Mediciones	Caudal (m³/s)	Velocidad (m/s)	N° de Mediciones	Caudal (m³/s)	Velocidad (m/s)	1	0.091	0.432	1	0.076	0.305	2	0.355	2.571	2	0.102	0.470	3	0.122	1.765	3	0.110	0.104	4	0.138	1.582	4	0.136	0.734	Promedio:		0.176	1.587	Promedio:		0.106	0.403
Caudal Ingreso			Caudal Salida																																											
N° de Mediciones	Caudal (m³/s)	Velocidad (m/s)	N° de Mediciones	Caudal (m³/s)	Velocidad (m/s)																																									
1	0.091	0.432	1	0.076	0.305																																									
2	0.355	2.571	2	0.102	0.470																																									
3	0.122	1.765	3	0.110	0.104																																									
4	0.138	1.582	4	0.136	0.734																																									
Promedio:		0.176	1.587	Promedio:		0.106	0.403																																							
Tesista		Asesor (a)																																												
																																														
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios		Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez																																												
Fecha: Julio 2021		Fecha: Julio 2021																																												

Anexo N° 13: Inventario de Canal Principal de Derivación (Tramo 03)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"					
Inventario 09:		Canal Principal de derivación Tramo 03					
Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez					
Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever					
Unidad Hidrográfica (UH):	Crisnejas	Código UH:	49898				
N° de Tramo:	Tramo N° 03						
Nombre de la bocatoma:	La Collpa						
Nombre del Canal:	Canal principal de derivación La Collpa						
Coordenadas	Inicio	Este	779207.558				
		Norte	9204515.028				
		Cota	2639.261				
		Zona	17 S				
	Final	Este	780576.737				
		Norte	9202418.440				
		Cota	2636.615				
		Zona	17 S				
Tipo de Usos (1)	Agrario	Número Total de Usuarios de todo el canal:	301				
Área total bajo riego (ha)	560.88	Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (m³/s):	-				
Características del canal	Tipo (2)	R	Estructura de Medición al Inicio	Tipo (5)	-		
	Material (3)	C		Estado (4)	-		
	Estado (4)	B		Obras, Estructuras Hidráulicas (unidad)	Tomas	64	
	Caudal (m³/s)	Ingreso			0.176	-	-
		Salida	0.106		-	-	
	Ventana de Captación N°	-		-	-		
	Dimensiones	B (m)	1.2	Camino de Servicio	Derecha	Longitud (m)	800.00
		b (m)	0.75			Ancho (m)	1.5
		H (m)	0.50			Estado (4)	B
		Z	0.45		Izquierda	Longitud (m)	750.000
		y (m)	-			Ancho (m)	0.9
		S %	0.093			Estado (4)	B
	Longitud del Canal (km)	Revestido	2828.427	Observaciones (6): Canal con tramos en malas condiciones.			
Sin Revestir		-					
Total		2828.427					
Operación y Mantenimiento	Frecuencia (7)	02					
-1 Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial)		-2 Tipo: R (Revestido), T (Tierra), O (Otros)					
-3 Material: C (Concreto), M (Mampostería) y O (Otros)		-4 Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)					
-5 Tipo 1: P (Parshall), SC (Sin Cuello), RBC , O (Otros)		-7 Frecuencia: N° De veces por año.					
-6 Operación: Manual o Automático, describir las características técnicas por tramos en los cambios de sección							
Tesista			Asesor (a)				
							
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios			Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez				
Fecha: Julio 2021			Fecha: Julio 2021				

Anexo N° 14: Inventario de caudal en Canal principal de derivación – Tramo 04

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Inventario 10:	Caudal de canal principal de derivación – Tramo 04
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever





Caudal Ingreso		
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.034	0.618
2	0.064	0.117
3	0.132	0.923
4	0.092	0.103



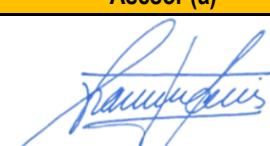
Promedio:	0.081	0.440
-----------	-------	-------

Caudal Salida		
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.075	0.452
2	0.035	0.174
3	0.062	0.921
4	0.094	0.386


Promedio:	0.066	0.483
-----------	-------	-------

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 15: Inventario de Canal Principal de Derivación (Tramo 04)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"					
		Inventario 11:		Canal Principal de derivación Tramo 04			
		Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez			
Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever					
Unidad Hidrográfica (UH):	Crisnejas	Código UH:	49898				
N° de Tramo:	Tramo N° 04						
Nombre de la bocatoma:	La Collpa						
Nombre del Canal:	Canal principal de derivación La Collpa						
Coordenadas	Inicio	Este	780576.737				
		Norte	9202418.440				
		Cota	2636.615				
		Zona	17 S				
	Final	Este	782013.535				
		Norte	9201012.004				
		Cota	2630.194				
		Zona	17 S				
Tipo de Usos (1)	Agrario	Número Total de Usuarios de todo el canal:	301				
Área total bajo riego (ha)	560.88	Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (l/s):	-				
Características del canal	Tipo (2)	R	Estructura de Medición al Inicio	Tipo (5)	-		
	Material (3)	C		Estado (4)	-		
	Estado (4)	B		Tomas	28		
	Caudal (m³/s)	Ingreso		0.081	-	-	
		Salida	0.066	-	-		
	Ventana de Captación N°		-	-	-		
	Dimensiones	B (m)	1.2	Camino de Servicio	Derecha	Longitud (m)	920.00
		b (m)	0.75			Ancho (m)	1.5
		H (m)	0.50			Estado (4)	B
		Z	0.45		Izquierda	Longitud (m)	920.00
		y (m)	-			Ancho (m)	1.00
		S %	0.029			Estado (4)	B
	Longitud del Canal (km)	Revestido	2168.839	Observaciones (6): Canal en buen estado.			
		Sin Revestir	-				
Total		2168.839					
Operación y Mantenimiento	Frecuencia (7)	02					
-1 Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial)		-2 Tipo: R (Revestido), T (Tierra), O (Otros)					
-3 Material: C (Concreto), M (Mampostería) y O (Otros)		-4 Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)					
-5 Tipo 1: P (Parshall), SC (Sin Cuello), RBC , O (Otros)		-7 Frecuencia: N° De veces por año.					
-6 Operación: Manual o Automático, describir las características técnicas por tramos en los cambios de sección							
Tesista			Asesor (a)				
							
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios			Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez				
Fecha: Julio 2021			Fecha: Julio 2021				

Anexo N° 16: Inventario de caudal en Canal principal de derivación – Tramo 05

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Inventario 12:	Caudal de canal principal de derivación – Tramo 05
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever	




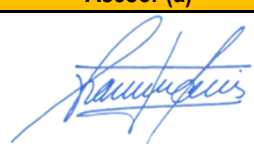
Caudal Ingreso		
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.028	0.134
2	0.061	0.098
3	0.010	0.234
4	0.016	0.088

Promedio:	0.029	0.139
-----------	-------	-------



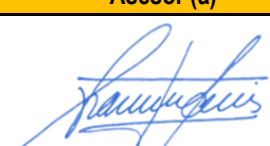


Caudal Salida		
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.000	0.000
2	0.000	0.000
3	0.000	0.000
4	0.000	0.000


Promedio:	0.000	0.000
-----------	-------	-------


Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021


Anexo N° 17: Inventario de Canal Principal de Derivación (Tramo 05)

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
		TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"					
		Inventario 13:		Canal Principal de derivación Tramo 05			
		Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez			
Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever					
Unidad Hidrográfica (UH):	Crisnejas	Código UH:	49898				
N° de Tramo:	Tramo N° 04						
Nombre de la bocatoma:	La Collpa						
Nombre del Canal:	Canal principal de derivación La Collpa						
Coordenadas	Inicio	Este	782013.535				
		Norte	9201012.004				
		Cota	2630.194				
		Zona	17 S				
	Final	Este	783332.062				
		Norte	9200968.806				
		Cota	2626.194				
		Zona	17 S				
Tipo de Usos (1)	Agrario	Número Total de Usuarios de todo el canal:	301				
Área total bajo riego (ha)	560.88	Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (l/s):	-				
Características del canal	Tipo (2)	R	Estructura de Medición al Inicio	Tipo (5)	-		
	Material (3)	C	Obras, Estructuras Hidráulicas (unidad)	Estado (4)	-		
	Estado (4)	B		Tomas	23		
	Caudal (m³/s)	Ingreso		0.029	-	-	
		Salida		0.000	-	-	
	Ventana de Captación N°	-		-	-	-	
	Dimensiones	B (m)		1.2	Camino de Servicio	Derecha	Longitud (m)
		b (m)	0.75	Ancho (m)			1.5
		H (m)	0.50	Estado (4)		B	
		Z	0.45	Izquierda		Longitud (m)	1120.00
		y (m)	-			Ancho (m)	1.00
	Longitud del Canal (km)	S %	0.028	Estado (4)	B		
		Revestido	1416.302	Observaciones (6): Canal en buen estado.			
		Sin Revestir	-				
Total	1416.302						
Operación y Mantenimiento	Frecuencia (7)	02					
-1 Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial)		-2 Tipo: R (Revestido), T (Tierra), O (Otros)					
-3 Material: C (Concreto), M (Mampostería) y O (Otros)		-4 Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)					
-5 Tipo 1: P (Parshall), SC (Sin Cuello), RBC , O (Otros)		-7 Frecuencia: N° De veces por año.					
-6 Operación: Manual o Automático, describir las características técnicas por tramos en los cambios de sección							
Tesista			Asesor (a)				
							
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios			Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez				
Fecha: Julio 2021			Fecha: Julio 2021				



Anexo N° 18: *Inventario de caudal en Canales Laterales de Primer Orden N° 01*

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Inventario 14:	Caudal de canal lateral de primer orden N° 01
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever	


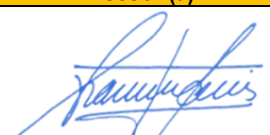








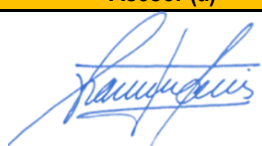
Caudal Ingreso			Caudal Salida				
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)		
1	0.043	0.109	1	0.017	0.105		
2	0.034	0.245	2	0.020	0.176		
3	0.029	0.532	3	0.023	0.294		
4	0.019	0.382	4	0.024	0.254		
Promedio:		0.031	0.317	Promedio:		0.021	0.207

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021


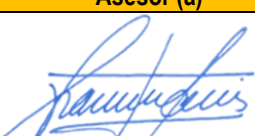
Anexo N° 19: Inventario de Canales Laterales de Primer Orden N° 01

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA													
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"													
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		Inventario 15:		Canal Lateral de Primer Orden N° 01									
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez									
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever									
Unidad Hidrográfica (UH):			Crisnejas			Código UH:		49898					
N° de Canal Lateral:			N° 01			Nombre del Canal de Derivación:		La Collpa – Tramo 01					
Ubicación					Nombre del Canal Lateral:			C.L. Primer Orden N° 01					
					Progresiva (km)			Km 02 + 333.871					
Coordenadas			Inicio		Este		779201.695						
					Norte		9204587.610						
					Cota		2639.572						
					Zona		17 S						
			Final		Este		781579.501						
					Norte		9202836.895						
					Cota		2624.541						
					Zona		17 S						
Margen (1)	Izquierda	Tipo de Usos (2)	Agrario, Pecuario		Número Total de Usuarios:		No cuenta con registro.						
Área bajo riego (ha)			No cuenta registro.		Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (m³/s):			-					
Características del canal			Tipo (3)		R		N° Compuertas		32.00				
			Material (4)		C				Dimensiones de Compuerta (Alto x Ancho)		0.90 x 0.80 m		
			Estado (5)		B						Material:		Fierro
			Caudal (m³./s)	Ingreso		0.031		Estado (5)		B			
				Aplicación		0.021				Pintado(P), Sin Pintar (SP)		SP	
			Ventana de Captación N°			-		Camino de Servicio		Derecha		Longitud (m)	1540.00
			Dimensiones		B (m)	-						Ancho (m)	0.80
					b (m)	0.80						Estado (4)	B
					H (m)	0.90				Izquierda		Longitud (m)	2760.00
					Z	-						Ancho (m)	0.65
					y (m)	-						Estado (4)	B
			S %	0.051		Longitud del Canal (km)		Revestido	2966.553				
Sin Revestir	-		Sin Revestir	-									
Total	2966.553		Observaciones (6): El canal se encuentra en buen estado, pero en grandes tramos falta camino de vigilancia.										
Operación y Mantenimiento			Frecuencia (7)			02							
(1) Margen: D (Derecha), I (Izquierda)					(2) Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial), P Pecuario.								
(3) Tipo: R (Revestido), M (Mampostería), O (Otros)					(4) Material: C (Concreto), T (Tierra) y O (Otros)								
(5) Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)					(7) Frecuencia: N° De veces por año.								
(6) Destallar las observaciones en todo el canal.													
Tesista					Asesor (a)								
													
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios					Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez								
Fecha: Julio 2021					Fecha: Julio 2021								






Anexo N° 20: Inventario de caudal en Canales Laterales de Primer Orden N° 02

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA																						
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																						
																						
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"																						
Inventario 16:	Caudal de canal lateral de primer orden N° 02																					
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez																					
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever																					
																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Caudal Ingreso</th> </tr> <tr> <th>N° de Mediciones</th> <th>Caudal (m³/s)</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.019</td> <td>0.118</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.017</td> <td>0.482</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.025</td> <td>0.394</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.012</td> <td>0.054</td> </tr> <tr> <td>Promedio:</td> <td>0.018</td> <td>0.262</td> </tr> </tbody> </table>		Caudal Ingreso			N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	1	0.019	0.118	2	0.017	0.482	3	0.025	0.394	4	0.012	0.054	Promedio:	0.018	0.262
Caudal Ingreso																						
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)																				
1	0.019	0.118																				
2	0.017	0.482																				
3	0.025	0.394																				
4	0.012	0.054																				
Promedio:	0.018	0.262																				
																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Caudal Salida</th> </tr> <tr> <th>N° de Mediciones</th> <th>Caudal (m³/s)</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.016</td> <td>0.209</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.012</td> <td>0.134</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.018</td> <td>0.186</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.014</td> <td>0.249</td> </tr> <tr> <td>Promedio:</td> <td>0.015</td> <td>0.194</td> </tr> </tbody> </table>		Caudal Salida			N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	1	0.016	0.209	2	0.012	0.134	3	0.018	0.186	4	0.014	0.249	Promedio:	0.015	0.194
Caudal Salida																						
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)																				
1	0.016	0.209																				
2	0.012	0.134																				
3	0.018	0.186																				
4	0.014	0.249																				
Promedio:	0.015	0.194																				
Tesista																						
																						
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios																						
Fecha: Julio 2021																						
Asesor (a)																						
																						
Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez																						
Fecha: Julio 2021																						



Anexo N° 21: Inventario de Canales Laterales de Primer Orden N° 02

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA														
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"														
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Inventario 17:		Canal Lateral de Primer Orden N° 02									
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez									
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever									
Unidad Hidrográfica (UH):			Crisnejas			Código UH:		49898						
N° de Canal Lateral:			N° 02			Nombre del Canal de Derivación:		La Collpa – Tramo 02						
Ubicación						Nombre del Canal Lateral:		C.L. Primer Orden N° 02						
						Progresiva (km)		Km 02 + 410.933						
Coordenadas			Inicio			Este		779207.558						
						Norte		9204515.028						
						Cota		2639.261						
						Zona		17 S						
			Final			Este		779197.493						
						Norte		9203827.398						
						Cota		2634.694						
						Zona		17 S						
Margen (1)		Derecha	Tipo de Usos (2)		Agrario, Pecuario		Número Total de Usuarios:		No cuenta con registro.					
Área bajo riego (ha)			No cuenta registro.			Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (m³/s):		-						
Características del canal			Tipo (3)		R		Tomas		N° Compuertas		6.00			
			Material (4)		C				Dimensiones de Compuerta (Alto x Ancho)		0.90 x 0.80 m			
			Estado (5)		B									
			Caudal (m³/s)		Ingreso				0.018		Material:		Fierro	
					Aplicación				0.015					
			Ventana de Captación N°		-				Estado (5)		B			
			Dimensiones		B (m)		-						Pintado(P), Sin Pintar(SP)	
					b (m)		0.80		Derecha		Longitud (m)		696.976	
					H (m)		0.90				Ancho (m)		1.00	
					Z		-				Estado (4)		B	
					y (m)		-		Izquierda		Longitud (m)		696.976	
					S %		0.066				Ancho (m)		0.85	
Longitud del Canal (km)		Revestido		696.976		Observaciones (6): El canal se encuentra en buen estado, paralelo a la carretera a La Paccha.		Estado (4)		B				
		Sin Revestir		-										
		Total		696.976										
Operación y Mantenimiento			Frecuencia (7)			02								
(1) Margen: D (Derecha), I (Izquierda)					(2) Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial), P Pecuario.									
(3) Tipo: R (Revestido), M (Mampostería), O (Otros)					(4) Material: C (Concreto), T (Tierra) y O (Otros)									
(5) Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)					(7) Frecuencia: N° De veces por año.									
(6) Destallar las observaciones en todo el canal.														
Tesista					Asesor (a)									
														
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios					Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez									
Fecha: Julio 2021					Fecha: Julio 2021									

Anexo N° 22: Inventario de caudal en Canales Laterales de Primer Orden N° 03


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA																																											
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																											
																																											
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"																																											
Inventario 18:	Caudal de canal lateral de primer orden N° 03																																										
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez																																										
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever																																										
																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Caudal Ingreso</th> </tr> <tr> <th>N° de Mediciones</th> <th>Caudal (m³/s)</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.018</td> <td>0.165</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.007</td> <td>0.178</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.009</td> <td>0.143</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.021</td> <td>0.201</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Promedio:</td> <td>0.014</td> </tr> </tbody> </table>	Caudal Ingreso			N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	1	0.018	0.165	2	0.007	0.178	3	0.009	0.143	4	0.021	0.201	Promedio:		0.014	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Caudal Salida</th> </tr> <tr> <th>N° de Mediciones</th> <th>Caudal (m³/s)</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Promedio:</td> <td>0.000</td> </tr> </tbody> </table>	Caudal Salida			N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	1	0.000	0.000	2	0.000	0.000	3	0.000	0.000	4	0.000	0.000	Promedio:		0.000
Caudal Ingreso																																											
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)																																									
1	0.018	0.165																																									
2	0.007	0.178																																									
3	0.009	0.143																																									
4	0.021	0.201																																									
Promedio:		0.014																																									
Caudal Salida																																											
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)																																									
1	0.000	0.000																																									
2	0.000	0.000																																									
3	0.000	0.000																																									
4	0.000	0.000																																									
Promedio:		0.000																																									
Tesista	Asesor (a)																																										
																																											
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez																																										
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021																																										


Anexo N° 23: Inventario de Canales Laterales de Primer Orden N° 03

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA																
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"																
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Inventario 19:		Canal Lateral de Primer Orden N° 03											
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez											
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever											
Unidad Hidrográfica (UH):			Crisnejas			Código UH:		49898								
N° de Canal Lateral:			N° 03			Nombre del Canal de Derivación:		La Collpa – Tramo 03								
Ubicación						Nombre del Canal Lateral:		C.L. Primer Orden N° 03								
						Progresiva (km)		Km 03 + 213.712								
Coordenadas			Inicio			Este		780576.737								
						Norte		9202418.440								
						Cota		2636.615								
						Zona		17 S								
			Final			Este		781642.968								
						Norte		9201931.381								
						Cota		2630.149								
						Zona		17 S								
Margen (1)		Izquierda	Tipo de Usos (2)		Agrario, Pecuario		Número Total de Usuarios:		No cuenta con registro.							
Área bajo riego (ha)			No cuenta registro.			Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (m³/s):		-								
Características del canal			Tipo (3)		O		N° Compuertas		13.00							
			Material (4)		T				Dimensiones de Compuerta (Alto x Ancho)		0.90 x 0.80 m					
			Estado (5)		M						Material:		Fierro			
			Caudal (m³/s)		Ingreso		0.014		Estado (5)		R					
					Aplicación		0.000				Pintado(P), Sin Pintar(SP)		-			
			Ventana de Captación N°				-		Camino de Servicio		Derecha		Longitud (m)		356.00	
			Dimensiones		B (m)		-						Ancho (m)		0.80	
					b (m)		0.80								Estado (4)	
					H (m)		0.90				Izquierda		Longitud (m)			
					Z		-						Ancho (m)		0.65	
					y (m)		-								Estado (4)	
			S %		0.049		Longitud del Canal (km)		Revestido		1319.528					
Revestido		1319.528		Sin Revestir		-										
Sin Revestir		-		Total		1319.528										
Operación y Mantenimiento			Frecuencia (7)			02										
(1) Margen: D (Derecha), I (Izquierda)					(2) Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial), P Pecuario.											
(3) Tipo: R (Revestido), M (Mampostería), O (Otros)					(4) Material: C (Concreto), T (Tierra) y O (Otros)											
(5) Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)					(7) Frecuencia: N° De veces por año.											
(6) Destallar las observaciones en todo el canal.																
Tesista					Asesor (a)											
																
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios					Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez											
Fecha: Julio 2021					Fecha: Julio 2021											

Anexo N° 24: Inventario de caudal en Canales Laterales de Primer Orden N° 04



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
Inventario 20:	Caudal de canal lateral de primer orden N° 04
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever




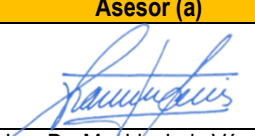


Caudal Ingreso		
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.019	0.101
2	0.013	0.235
3	0.025	0.093
4	0.011	0.178
Promedio:	0.017	0.151




Caudal Salida		
N° de Mediciones	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)
1	0.000	0.000
2	0.000	0.000
3	0.000	0.000
4	0.000	0.000
Promedio:	0.000	0.000

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021



Anexo N° 25: Inventario de Canales Laterales de Primer Orden N° 04

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA																
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"																
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		Inventario 21:		Canal Lateral de Primer Orden N° 0												
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		Asesor:		Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez												
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		Tesista:		Quiliche Palacios, Manuel Ever												
Unidad Hidrográfica (UH):			Crisnejas			Código UH:		49898								
N° de Canal Lateral:			N° 03			Nombre del Canal de Derivación:		La Collpa – Tramo 03								
Ubicación					Nombre del Canal Lateral:			C.L. Primer Orden N° 03								
					Progresiva (km)			Km 03 + 213.712								
Coordenadas			Inicio		Este		782013.535									
					Norte		9201012.004									
					Cota		2630.194									
					Zona		17 S									
			Final		Este		782287.154									
					Norte		9201992.287									
					Cota		2623.065									
					Zona		17 S									
Margen (1)	Izquierda	Tipo de Usos (2)	Agrario, Pecuario		Número Total de Usuarios:		No cuenta con registro.									
Área bajo riego (ha)			No cuenta registro.		Volumen Otorgado según Derecho de uso del agua (m³/s):			-								
Características del canal			Tipo (3)		O		N° Compuertas		9.00							
			Material (4)		T				Dimensiones de Compuerta (Alto x Ancho)		0.90 x 0.80 m					
			Estado (5)		M						Material(4):		Tierra			
			Caudal (m³/s)	Ingreso		0.017		Estado (5)		M						
				Aplicación		0.000				Pintado(P), Sin Pintar(SP)		SP				
			Ventana de Captación N°			-		Camino de Servicio		Derecha		Longitud (m)		350.00		
			Dimensiones		B (m)		-					Ancho (m)		0.80		
					b (m)		0.80							Estado (4)		B
					H (m)		0.90			Izquierda		Longitud (m)				1060.00
					Z		-					Ancho (m)		0.65		
					y (m)		-							Estado (4)		B
			S %		0.682		Longitud del Canal (km)		Revestido		-					
Sin Revestir		1045.419		Observaciones (6): El canal se encuentra sin revestir en mal estado.												
Total		1045.419														
Operación y Mantenimiento			Frecuencia (7)			02										
(1) Margen: D (Derecha), I (Izquierda)					(2) Tipo de Uso: A (Agrario), M (Multisectorial), P Pecuario.											
(3) Tipo: R (Revestido), M (Mampostería), O (Otros)					(4) Material: C (Concreto), T (Tierra) y O (Otros)											
(5) Estado: B (Bueno), R (Regular) y M (Malo)					(7) Frecuencia: N° De veces por año.											
(6) Destallar las observaciones en todo el canal.																
Tesista					Asesor (a)											
																
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios					Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez											
Fecha: Julio 2021					Fecha: Julio 2021											



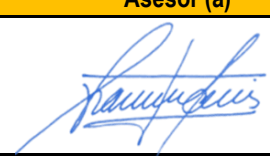
Anexo N° 26: *Inventario de Resumen de caudales y velocidades.*

		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA				
		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"				
		Inventario 22:	Resumen de Caudales y Velocidades			
		Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez			
		Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever			
Caudal De Ingreso en Bocatoma:		0.277 m ³ /s				
Caudales						
Canal Principal De Derivación			Canal Lateral De Primer Orden			
Tramo N°	Caudal de Ingreso	Caudal de Salida	N°	Caudal de Ingreso	Caudal de Salida	
1	0.277 m ³ /s	0.273 m ³ /s	1	0.031 m ³ /s	0.021 m ³ /s	
2	0.256 m ³ /s	0.192 m ³ /s	2	0.018 m ³ /s	0.015 m ³ /s	
3	0.176 m ³ /s	0.106 m ³ /s	3	0.014 m ³ /s	0.000 m ³ /s	
4	0.081 m ³ /s	0.066 m ³ /s	4	0.017 m ³ /s	0.000 m ³ /s	
5	0.029 m ³ /s	0.000 m ³ /s				
Velocidades						
Canal Principal De Derivación			Canal Lateral De Primer Orden			
Tramo N°	Velocidad ingreso	Velocidad salida	N°	Velocidad ingreso	Velocidad salida	
1	0.654 m/s	2.146 m/s	1	0.317 m/s	0.207 m/s	
2	0.828 m/s	0.618 m/s	2	0.262 m/s	0.194 m/s	
3	1.587 m/s	0.403 m/s	3	0.172 m/s	0.000 m/s	
4	0.440 m/s	0.483 m/s	4	0.151 m/s	0.000 m/s	
5	0.139 m/s	0.000 m/s	Promedio	0.225 m/s	0.101 m/s	
Promedio	0.729 m/s	0.730 m/s				
Velocidad promedio del canal principal de derivación		0.729 m/s		Velocidad promedio en canales laterales		0.163 m/s
Tesista			Asesor (a)			
						
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios			Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez			
Fecha: Julio 2021			Fecha: Julio 2021			

Anexo N° 27: *Inventario de Resumen de Canales y Obras de Arte*




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA		
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"		
Inventario 23:	Resumen de Captación, Canales y Obras de Arte	
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
Tesisista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever	
Nombre del Subsector Hidráulico: Rio Mashcón – Canal la Collpa		
Bocatomas	N°: 1.00	
	Permanente: 1.00	
Tomas	N°: 213.00	
	Permanente: 213.00	
Canal Principal de Derivación	N°: 1.00	
	Revestido (km) 8,824.501	
	Total (km) 8,824.501	
Canal Lateral de Primer Orden	N°: 4.00	
	Revestido (km) 4,983.057	
	Sin Revestido (km) 1,045.419	
	Total (km) 6,028.480	
Longitud total de canal La Collpa	Revestido (km) 13,807.558	
	Sin Revestido (km) 1,045.419	
	Total (km) 14,852.419	
Obras de Arte	Alcantarillas 32.00	
	Partidor de Caudal 3.00	
	Puentes	Vehicular 6.00
		Peatonal 25.00
	Caídas 1.00	
	Acueducto 1.00	
	Medidor de Caudal 2.00	
	Rápida 2.00	
Tesista		
Asesor (a)		
		
		
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios		
Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez		
Fecha: Julio 2021		
Fecha: Julio 2021		

Anexo N° 28: Inventario de Compuertas del canal la Collpa.


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA						
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Inventario 24:	Compuertas del Canal la Collpa				
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez				
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever				
CANAL DE DERIVACIÓN PRINCIPAL	Alto (m)	Ancho (m)	N° Compuertas	Material	Estado	Pintado /Sin Pintar
TRAMO 01	1.00	1.00	45.00	Fierro	Bueno	SP
TRAMO 02	1.00	1.00	2.00	Fierro	Regular	P
TRAMO 03	1.00	1.00	64.00	Fierro	Bueno	SP
TRAMO 04	1.00	1.00	28.00	Fierro	Malo	SP
TRAMO 05	1.00	1.00	23.00	Fierro	Regular	SP
Observaciones: Las compuertas son del tipo mecánica, de las cuales 109 se encuentran en buen estado, y 25 se encuentran en estado regular con falta de accesorios en dichas compuertas, y 28 se encuentran en mal estado el cual dificulta el uso eficiente del recurso hídrico.						
TRAMO	Alto (m)	Ancho (m)	Total	Material	Estado	Pintado /Sin Pintar
C.L. Primer Orden N° 01	0.90	0.80	32.00	Fierro	Regular	SP
C.L. Primer Orden N° 02	0.90	0.80	6.00	Fierro	Malo	SP
C.L. Primer Orden N° 03	0.90	0.80	13.00	Fierro	Malo	SP
C.L. Primer Orden N° 04	0.90	0.80	9.00	Tierra - Piedras	Malo	-
Observaciones: Las compuertas son de fierro del tipo mecánica, de las cuales 32 se encuentran en estado regular, y 19 se encuentran en mal estado con falta de accesorios en dichas compuertas en tramos revestidos, y 9 se encuentran en mal estado el cual dificulta el uso eficiente del recurso hídrico por ser tramo sin revestir.						
Tesista			Asesor (a)			
						
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios			Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez			
Fecha: Julio 2021			Fecha: Julio 2021			

Cálculos y Resultados



Anexo N° 29: Eficiencia total en Captación

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"
	Ficha de Análisis N° 01: Eficiencia total en captación
	Asesor: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
	Tesista: Quiliche Palacios, Manuel Ever
$E_{ca} = \frac{C_1}{C_2}$ <p>Caudal medido en épocas de estiaje en donde se han colocado costales de arena sobre el barraje para aprovechar mejor la captación de agua y el caudal captado es incluido dichos costales es: 0.277 m³/s</p> <p>Caudal medido en épocas de estiaje en donde se han retirado los costales de arena sobre el barraje para medir el caudal que viene a ser: 0.135 m³/s</p> <p>$C_1 = 0.135 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>$C_2 = 0.277 \text{ m}^3/\text{s}$</p> $E_{ca} = \frac{0.135}{0.277} = 0.4874$ $E_{ca} = 48.74 \%$	
Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021



Anexo N° 30: Eficiencia en conducción – Tramo 01 y Tramo 02

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"
Ficha de Análisis N° 02:	Eficiencia en conducción en el Tramo 01 – Tramo 02
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever
$Efc = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal principal} + \sum \text{caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$	
Eficiencia en el tramo 01	
Caudal de ingreso en el tramo 01:	0.277 m³/s
Caudal de salida en el tramo 01:	0.273 m³/s




Caudales en canal principal de derivación en el Tramo 01	m³/s
-----	0.000
Total :	
0.000	
$Efc = \frac{0.273 + 0.00}{0.277} = 0.9856$ <p style="text-align: center;">Eficiencia del Tramo 01: Efc = 98.56 %</p>	
Eficiencia en el Tramo 02	
Caudal de ingreso en el tramo 02:	0.256 m³/s
Caudal de salida en el tramo 02:	0.192 m³/s

Caudales en canal principal de derivación en el Tramo 02	m³/s
Canal lateral de primer orden N° 01	0.031
Total :	
0.031	
$Efc = \frac{0.192 + 0.031}{0.256} = 0.8711$ <p style="text-align: center;">Eficiencia del Tramo 02: Efc = 87.11 %</p>	
Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021


Anexo N° 31: Eficiencia en conducción – Tramo 03 y Tramo 04

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
Ficha de Análisis N° 03:	Eficiencia en conducción en el Tramo 03 – Tramo 04
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Tesisista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever
$Efc = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal principal} + \sum \text{caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$	
Eficiencia en el tramo 03	
Caudal de ingreso en el tramo 03:	0.176 m ³ /s
Caudal de salida en el tramo 03:	0.106 m ³ /s
Caudales en canal principal de derivación en el Tramo 03	
Canal lateral de primer orden N° 02	0.018
Total :	
0.018	
$Efc = \frac{0.106 + 0.018}{0.176} = 0.7045$	
Eficiencia del Tramo 03: Efc = 70.45 %	
Eficiencia en el Tramo 04	
Caudal de ingreso en el tramo 04:	0.081 m ³ /s
Caudal de salida en el tramo 04:	0.066 m ³ /s
Caudales en canal principal de derivación en el Tramo 04	
Canal lateral de primer orden N° 03	0.014
Total :	
0.014	
$Efc = \frac{0.066 + 0.014}{0.081} = 0.9876$	
Eficiencia del tramo 02: Efc = 98.76 %	
Tesisista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 32: Eficiencia en conducción – Tramo 05

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Ficha de Análisis N° 04:
	Asesor:
	Tesisista:
Eficiencia en conducción en el Tramo 05	
Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
Quiliche Palacios, Manuel Ever	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $E_f = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal principal} + \sum \text{caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$ </div>	
Eficiencia en el tramo 05	
Caudal de ingreso en el tramo 05:	0.029 m³/s
Caudal de salida en el tramo 05:	0.000 m³/s
Caudales en canal principal de derivación en el Tramo 05	m³/s
Canal lateral de primer orden N° 04	0.017
Total :	0.017
$E_{fc} = \frac{0.000 + 0.017}{0.029} = 0.5862$	
Eficiencia del Tramo 03: E_{fc} = 58.62 %	
Tesisista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 33: Eficiencia total en Conducción

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Ficha de Análisis N° 05:	Eficiencia total en Conducción
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever	

$$E_c = \frac{Ef_{co1} * L_1 + Ef_{co2} * L_2 + Ef_{co3} * L_3 + \dots + Ef_{con} * L_n}{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}$$

Datos:



Datos anteriores		
N° de Tramo del Canal Principal de Derivación	Eficiencia %	Longitudes (m)
01	98.56	2333.871
02	87.11	77.062
03	70.45	2828.427
04	98.76	2168.839
05	58.62	1416.302

$$E_c = \frac{(98.56 \times 2333.871) + (87.11 \times 77.062) + (70.45 \times 2828.427) + (98.76 \times 2168.839) + (58.62 \times 1416.302)}{2333.871 + 77.062 + 2828.427 + 2168.839 + 1416.302}$$




$$E_c = \frac{230026.326 + 6712.871 + 199262.682 + 214194.540 + 83023.623}{8824.501}$$

$$E_d = \frac{733220.042}{8824.501} = 83.09$$



$E_c = 83.09 \%$

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021




Anexo N° 34: Eficiencia de Distribución en Canal Lateral de Primer Orden N°01

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA				
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"				
	Ficha de Análisis N° 06:	Eficiencia de distribución – C.L. Primer Orden N°01			
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez			
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever			
$E_{fd} = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal de Distribución} + \sum \text{Caudales de los laterales}}{\text{Caudal de agua que entra al canal lateral}} \times 100$					
	Caudal de ingreso	Caudal al final del tramo			
Canal lateral de primer orden N°01:	0.031 m ³ /s	0.021 m ³ /s			
No existen canales laterales de segundo orden, por lo tanto: $\sum \text{Caudales laterales} = 0.00$					
Cálculos					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Caudales laterales</td> <td style="width: 30%;">0.021 m³/s + 0.0 = 0.021 m³/s</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> </table>			Caudales laterales	0.021 m ³ /s + 0.0 = 0.021 m ³ /s	
Caudales laterales	0.021 m ³ /s + 0.0 = 0.021 m ³ /s				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Caudal que ingresa al canal lateral:</td> <td style="width: 30%;">0.031 m³/s</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> </table>			Caudal que ingresa al canal lateral:	0.031 m ³ /s	
Caudal que ingresa al canal lateral:	0.031 m ³ /s				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">E_{fd} =</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">$\frac{0.021}{0.031}$</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">= 0.6774</td> </tr> </table>			E _{fd} =	$\frac{0.021}{0.031}$	= 0.6774
E _{fd} =	$\frac{0.021}{0.031}$	= 0.6774			
E_{fd} = 67.74%					
Tesista		Asesor (a)			
					
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios		Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez			
Fecha: Julio 2021		Fecha: Julio 2021			



Anexo N° 35: Eficiencia de Distribución en Canal Lateral de Primer Orden N°02

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"							
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Ficha de Análisis N° 07: Eficiencia de distribución – C.L. Primer Orden N°02						
	Asesor: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez						
	Tesista: Quiliche Palacios, Manuel Ever						
$E_{fd} = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal de Distribución} + \sum \text{Caudales de los laterales}}{\text{Caudal de agua que entra al canal lateral}} \times 100$							
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Caudal de ingreso</th> <th>Caudal al final del tramo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Canal lateral de primer orden N°02:</td> <td>0.018 m³/s</td> <td>0.015 m³/s</td> </tr> </tbody> </table>		Caudal de ingreso	Caudal al final del tramo	Canal lateral de primer orden N°02:	0.018 m ³ /s	0.015 m ³ /s
	Caudal de ingreso	Caudal al final del tramo					
Canal lateral de primer orden N°02:	0.018 m ³ /s	0.015 m ³ /s					
<p>No existen canales laterales de segundo orden, por lo tanto: \sum Caudales laterales = 0.00 m³/s</p>							
Cálculos							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Caudales laterales</td> <td>0.015 m³/s + 0.0 = 0.015 m³/s</td> </tr> </table>		Caudales laterales	0.015 m ³ /s + 0.0 = 0.015 m ³ /s				
Caudales laterales	0.015 m ³ /s + 0.0 = 0.015 m ³ /s						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Caudal que ingresa al canal lateral:</td> <td>0.018 m³/s</td> </tr> </table>		Caudal que ingresa al canal lateral:	0.018 m ³ /s				
Caudal que ingresa al canal lateral:	0.018 m ³ /s						
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$E_{fd} =$</td> <td>$\frac{0.015}{0.018}$</td> <td>=</td> <td>0.6774</td> </tr> </table>		$E_{fd} =$	$\frac{0.015}{0.018}$	=	0.6774		
$E_{fd} =$	$\frac{0.015}{0.018}$	=	0.6774				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$E_{fd} = 83.33\%$</td> </tr> </table>		$E_{fd} = 83.33\%$					
$E_{fd} = 83.33\%$							
Tesista	Asesor (a)						
							
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez						
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021						




Anexo N° 36: Eficiencia de Distribución en Canal Lateral de Primer Orden N°03

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"							
	Ficha de Análisis N° 08: Eficiencia de distribución – C.L. Primer Orden N°03						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Asesor: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez						
	Tesista: Quiliche Palacios, Manuel Ever						
$E_{fd} = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal de Distribución} + \sum \text{Caudales de los laterales}}{\text{Caudal de agua que entra al canal lateral}} \times 100$							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Caudal de ingreso</th> <th>Caudal al final del tramo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Canal lateral de primer orden N°03:</td> <td>0.014 m³/s</td> <td>0.000 m³/s</td> </tr> </tbody> </table>		Caudal de ingreso	Caudal al final del tramo	Canal lateral de primer orden N°03:	0.014 m ³ /s	0.000 m ³ /s
	Caudal de ingreso	Caudal al final del tramo					
Canal lateral de primer orden N°03:	0.014 m ³ /s	0.000 m ³ /s					
No existen canales laterales de segundo orden, por lo tanto:	$\sum \text{Caudales laterales} = 0.00 \text{ m}^3/\text{s}$						
Cálculos							
Caudales laterales	0.00 m ³ /s + 0.0 = 0.00 m ³ /s						
Caudal que ingresa al canal lateral:	0.014 m ³ /s						
$E_{fd} =$	$\frac{0.00}{0.014} = 0.00$						
$E_{fd} = 0.00\%$							
Tesista	Asesor (a)						
							
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez						
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021						



Anexo N° 37: Eficiencia de Distribución en Canal Lateral de Primer Orden N°04

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA							
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"							
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Ficha de Análisis N° 09: Eficiencia de distribución – C.L. Primer Orden N°04 Asesor: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez Tesista: Quiliche Palacios, Manuel Ever						
$E_{fd} = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal de Distribución} + \sum \text{Caudales de los laterales}}{\text{Caudal de agua que entra al canal lateral}} \times 100$							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Caudal de ingreso</th> <th>Caudal al final del tramo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Canal lateral de primer orden N°04:</td> <td>0.017 m³/s</td> <td>0.000 m³/s</td> </tr> </tbody> </table>		Caudal de ingreso	Caudal al final del tramo	Canal lateral de primer orden N°04:	0.017 m ³ /s	0.000 m ³ /s
	Caudal de ingreso	Caudal al final del tramo					
Canal lateral de primer orden N°04:	0.017 m ³ /s	0.000 m ³ /s					
No existen canales laterales de segundo orden, por lo tanto: $\sum \text{Caudales laterales} = 0.00 \text{ m}^3/\text{s}$							
Cálculos							
<table border="1"> <tr> <td>Caudales laterales</td> <td>0.00 m³/s + 0.0 = 0.00 m³/s</td> </tr> </table>		Caudales laterales	0.00 m ³ /s + 0.0 = 0.00 m ³ /s				
Caudales laterales	0.00 m ³ /s + 0.0 = 0.00 m ³ /s						
<table border="1"> <tr> <td>Caudal que ingresa al canal lateral:</td> <td>0.017 m³/s</td> </tr> </table>		Caudal que ingresa al canal lateral:	0.017 m ³ /s				
Caudal que ingresa al canal lateral:	0.017 m ³ /s						
<table border="1"> <tr> <td>$E_{fd} =$</td> <td>$\frac{0.00}{0.017}$</td> <td>$=$</td> <td>0.00</td> </tr> </table>		$E_{fd} =$	$\frac{0.00}{0.017}$	$=$	0.00		
$E_{fd} =$	$\frac{0.00}{0.017}$	$=$	0.00				
<table border="1"> <tr> <td>$E_{fd} = 0.00\%$</td> </tr> </table>		$E_{fd} = 0.00\%$					
$E_{fd} = 0.00\%$							
Tesista	Asesor (a)						
							
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez						
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021						


Anexo N° 38: Eficiencia total en distribución

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA																			
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																			
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"																			
	Ficha de Análisis N° 10:	Eficiencia total en distribución																		
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez																		
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever																		
$E_d = \frac{Ef_{d1} * L_1 + Ef_{d2} * L_2 + Ef_{d3} * L_3 + \dots + Ef_{dn} * L_n}{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}$																				
Datos:																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Datos anteriores</th> </tr> <tr> <th>N° de Canal lateral</th> <th>Eficiencia %</th> <th>Longitudes (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>67.74</td> <td>2966.553</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>83.33</td> <td>696.976</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>0.00</td> <td>1319.528</td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>0.00</td> <td>1045.419</td> </tr> </tbody> </table>			Datos anteriores			N° de Canal lateral	Eficiencia %	Longitudes (m)	01	67.74	2966.553	02	83.33	696.976	03	0.00	1319.528	04	0.00	1045.419
Datos anteriores																				
N° de Canal lateral	Eficiencia %	Longitudes (m)																		
01	67.74	2966.553																		
02	83.33	696.976																		
03	0.00	1319.528																		
04	0.00	1045.419																		
$E_d = \frac{(67.74 \times 2966.553) + (83.33 \times 696.976) + (0 \times 1319.528) + (0 \times 1045.419)}{2966.553 + 696.976 + 1319.528 + 1045.419}$																				
$E_d = \frac{200954.300 + 58079.0101}{6028.476} = \frac{259033.310}{6028.476}$																				
$E_d = 42.97 \%$																				
Tesista		Asesor (a)																		
																				
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios		Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez																		
Fecha: Julio 2021		Fecha: Julio 2021																		

Anexo N° 39: Eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
Ficha de Análisis N° 11:	Eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal la Collpa
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Tesisista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever
$E_H = E_{ca} \times E_c \times E_d$ <p>Donde:</p> <p style="text-align: center;">Eficiencia en captación $E_{ca} = 0.4874$</p> <p style="text-align: center;">Eficiencia en conducción $E_c = 0.8309$</p> <p style="text-align: center;">Eficiencia en distribución $E_d = 0.4297$</p> $E_H = 0.4874 \times 0.8309 \times 0.4297$ $E_H = 0.1740$ <p style="text-align: center;">La eficiencia de la infraestructura hidráulica del canal La Collpa es:</p> $E_H = 17.40 \%$	
Tesisista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 40: Determinar velocidad, densidad y viscosidad del líquido.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA		
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"		
	Ficha de Análisis N° 12:	Determinar de velocidad, densidad y viscosidad	
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez	
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever	

Se tiene la ecuación del número de Reynolds:

$$Re = \frac{D * v * \rho}{\mu}$$

donde:

Re = Número de Reynolds

D = Diámetro de la tubería – (m)

v = Velocidad del líquido – (m/s)

ρ = Densidad del líquido – (Kg/m³)

μ = viscosidad del líquido – (Pa*s)



Nota: Como liquido se tiene el agua a una temperatura de 7°C; por lo que la viscosidad dinámica es de **0.01429**

Pa*s y la densidad del agua a la misma temperatura es de: **999.960 kg/m³**


La velocidad promedio del canal principal de derivación es de:

Canal Principal De Derivación			
Tramo N°	Velocidad ingreso	Velocidad salida	Promedio
1	0.654 m/s	2.146 m/s	1.400 m/s
2	0.828 m/s	0.618 m/s	0.723 m/s
3	1.587 m/s	0.403 m/s	0.995 m/s
4	0.440 m/s	0.483 m/s	0.462 m/s
5	0.139 m/s	0.00 m/s	0.070 m/s

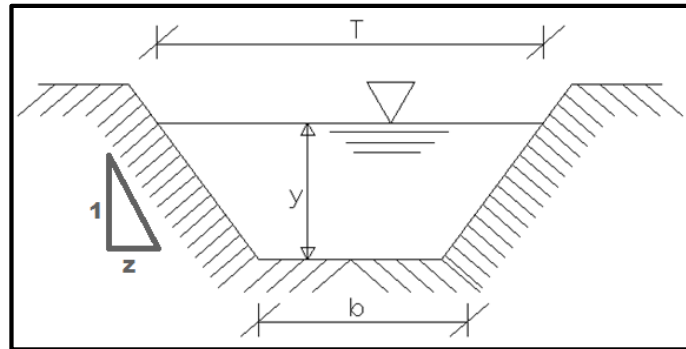
Promedio: 0.730 m/s

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 41: Determinar el diámetro de la tubería

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
	TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Ficha de Análisis N° 13:	Determinar el del diámetro de tubería
	Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
	Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever

Tenemos una sección típica del canal trapezoidal:



Donde:

T = Espejo de agua, b = Ancho de solera, y = tirante de agua, z = talud, Horizontal: Vertical

$$\text{Área hidráulica (Ah): } Ah = (b + zy)y$$



$$T = 1.20 \text{ m. } \quad Y = 0.50 \text{ m. } \quad b = 0.75 \text{ m. } \quad z = 0.50$$

$$Ah = (0.75 + 0.5 * 0.50)0.50$$




$$Ah = 0.50 \text{ m}^2$$

Supondremos que el canal es circular para temas de cálculo de diámetro, entonces se tiene:



$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{Por lo tanto, el diámetro es: } D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(0.50)}{3.1415}} = 0.798 \text{ m.}$$

Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 42: Determinar el número de Reynolds.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA	
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
	Ficha de Análisis N° 14: Número de Reynolds
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	Asesor: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
	Tesista: Quiliche Palacios, Manuel Ever
<p>Se tiene la ecuación del número de Reynolds</p> $Re = \frac{D * v * \rho}{\mu}$ <p>donde:</p> <p>Re = Número de Reynolds</p> <p>D = Diámetro de la tubería – (m) = 0.798 m.</p> <p>v = Velocidad del líquido – (m/s) = 0.730 m/s</p> <p>ρ = Densidad del líquido – (Kg/m³) = 999.960 kg/m³</p> <p>μ = viscosidad del líquido – (Pa*s) = 0.01429 Pa*s</p> $Re = \frac{0.798 * 0.73 * 999.96}{0.01429} = 40763.9397$ <p>Por lo tanto, como el número de Reynolds es mayor a 4000, el tipo de flujo es Turbulento.</p>	
Tesista	Asesor (a)
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Anexo N° 43: Determinación de otros parámetros del canal trapezoidal.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DEL CANAL LA COLLPA, CAJAMARCA 2021"	
Ficha de Análisis N° 15:	Parámetros del canal trapezoidal
Asesor:	Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Tesista:	Quiliche Palacios, Manuel Ever
<p>Otros datos del canal trapezoidal:</p> <p style="text-align: center;">$T = 1.20 \text{ m.} \quad Y = 0.50 \text{ m.} \quad b = 0.75 \text{ m.} \quad z = 0.50$</p> <p>Área hidráulica (A_h):</p> <p style="text-align: center;">$A_h = (b + zy)y = (0.75 + 0.50 \cdot 0.50)0.50 = 0.50 \text{ m}^2$</p> <p>Perímetro mojado (P_m):</p> <p style="text-align: center;">$P_m = b + 2y\sqrt{1 + z^2} = 0.75 + 2 \cdot 0.50 \sqrt{1 + (0.50)^2} = 1.868 \text{ m.}$</p> <p>Radio hidráulico (R_h):</p> <p style="text-align: center;">$R_h = \frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}} = \frac{(0.75+0.50 \cdot 0.50)0.50}{0.75+2 \cdot 0.50\sqrt{1+0.50^2}} = 0.2677 \text{ m.}$</p> <p>Espejo de agua ($T$):</p> <p style="text-align: center;">$T = b + 2zy = 0.75 + 2 \cdot 0.50 \cdot 0.50 = 1.25 \text{ m.}$</p>	
Tesista	Fecha: Julio 2021
	
Nombre: Manuel Ever Quiliche Palacios	Nombre: Ing. Dr. Mg. Lic. Luis Vásquez Ramírez
Fecha: Julio 2021	Fecha: Julio 2021

Panel fotográfico del recorrido y obtención de datos del canal La Collpa

1. Representantes del Canal La Collpa



Imagen 01: Representante de la junta de usuarios del río Mashcón a donde pertenece el canal La Collpa, junto al autor de la presente investigación; en donde se pidieron los permisos correspondientes y el préstamo del correntómetro para el desarrollo de la investigación.



Imagen 02: Presidente de la comisión del canal La Collpa junto al tesista.

2. Equipo usado para determinar el caudal y la velocidad del recurso hídrico.



Imagen 03: Se muestra el correntómetro; equipo que fue usado para determinar el caudal y la velocidad del recurso hídrico que abastece al canal La Collpa.

3. Captación del canal La Collpa



Imagen 04: Bocatoma del canal la Collpa en épocas de lluvia.



Imagen 05: Inspección de bocatoma del canal la Collpa.



Imagen 06: Barraje del canal la Collpa en épocas de estiaje, en donde se aprecia los costales de arena que se han colocado para tener una mejor captación de caudal.



Imagen 07: Retiro de costales de arena para medir el caudal y la velocidad de ingreso en la bocatoma.



Imagen 08: Medición de caudal y velocidad con el uso del equipo (Correntómetro).

4. Infraestructura hidráulica del canal la Collpa.



Imagen 09: Fisuras en bocatoma del canal.

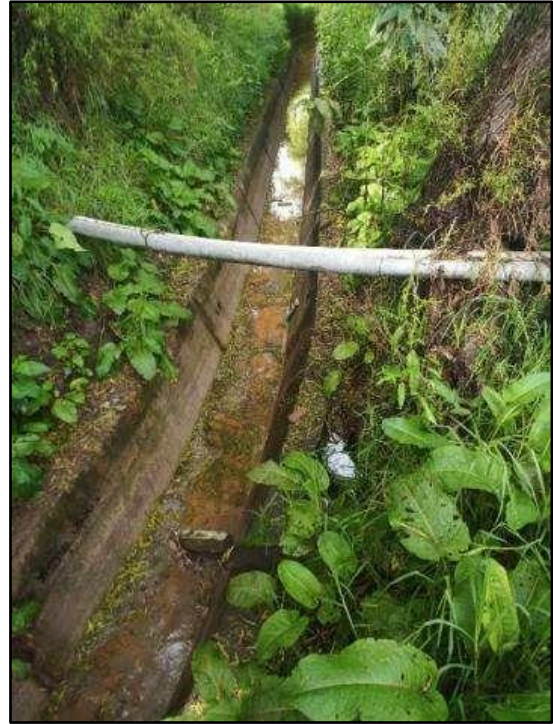


Imagen 10: Aguas grises en el canal la Collpa



Imagen 11: Ingreso de aguas grises al canal.



Imagen 12: Ingreso de aguas grises al canal.



Imagen 13: Ingreso de aguas grises al canal.

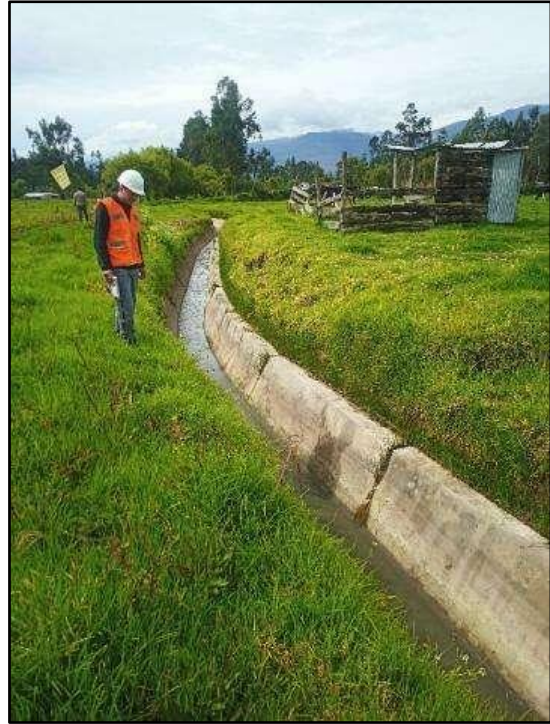


Imagen 14: Tramo en buen estado del canal.

El canal de riego es abastecido por las aguas residuales de la PTAR de la ciudad e Cajamarca como se muestran en las imágenes anteriores.



Imagen 15: Tramo en buen estado del canal.



Imagen 16: Compuerta tipo gusano en buen estado.



Imagen 17: Rotura de concreto simple.

En varios tramos del canal se presentan roturas de concreto como se puede apreciar en la imagen, por la falta de operación y mantenimiento, lo cual produce grandes infiltraciones.



Imagen 18: Recorrido del canal la Collpa.

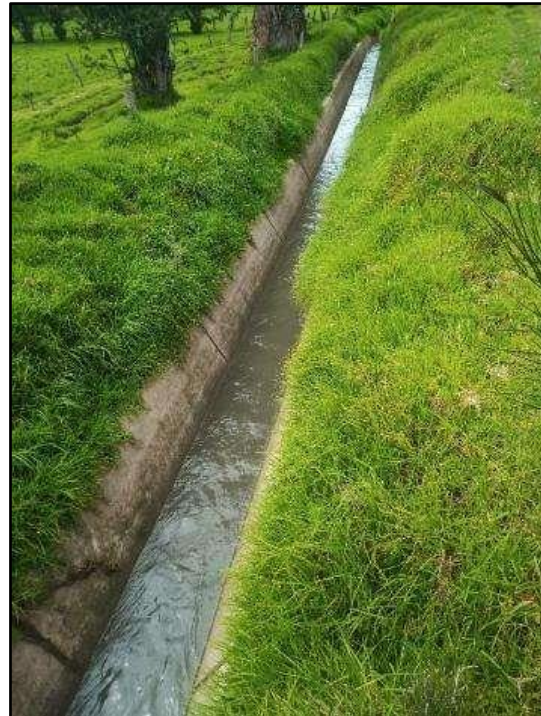


Imagen 19: Tramo en buen estado del canal.



Imagen 20: Rotura de concreto simple.
En varios tramos del canal se presentan fisuras de concreto como se puede apreciar en la imagen, por la falta de operación y mantenimiento.



Imagen 21: Tesista con el presidente del canal.



Imagen 22: Medidor de Caudal



Imagen 23: Inicio del canal lateral de primer orden.



Imagen 24: Recorrido del canal, carretera a Jesús.



Imagen 25: Recorrido del canal con el guía local.



Imagen 26: Canal con falta del recurso hídrico. Imagen 27: Canal con falta del recurso hídrico.



Imagen 28: Canal de derivación principal con presencias de basura, yerbas y lodo.



Imagen 29: Presencia de arbustos en el canal.



Imagen 30: Compuerta en mal estado.



Imagen 31: Toma para canal lateral.



Imagen 32: Construyendo un pase vehicular.



Imagen 33: Recorrido del canal con el guía local.



Imagen 34: Toma para canal lateral.



Imagen 35: Tramo de canal con presencia de arbustos.

En varios tramos del canal se encuentran sin el cuidado respectivo, por falta de conciencia los pobladores de la zona arrojan basuras al canal como: Papeles, botellas, plásticos, yerbas, lodo y aguas grises.



Imagen 36: Concreto deteriorado.



Imagen 37: Tramos finales del canal.



Imagen 38: Tramos finales del canal.



Imagen 39: Tramos finales del canal



Imagen 40: Punto final del canal la Collpa.

5. Mediciones hidráulicas y geométricas del canal La Collpa.



Imagen 41: Realizando mediciones geométricas. Imagen 42: Realizando mediciones de caudal y velocidad.



Imagen 43: Realizando mediciones de caudal y velocidad.



Imagen 44: Realizando mediciones de caudal y velocidad en tramos sin revestir.



Imagen 45: Realizando mediciones geométricas.



Imagen 46: Realizando mediciones en la compuerta.



Imagen 47: Realizando mediciones en compuerta.



Imagen 48: Mediciones en canal lateral de primer orden.

6. Tramos de canal sin revestir

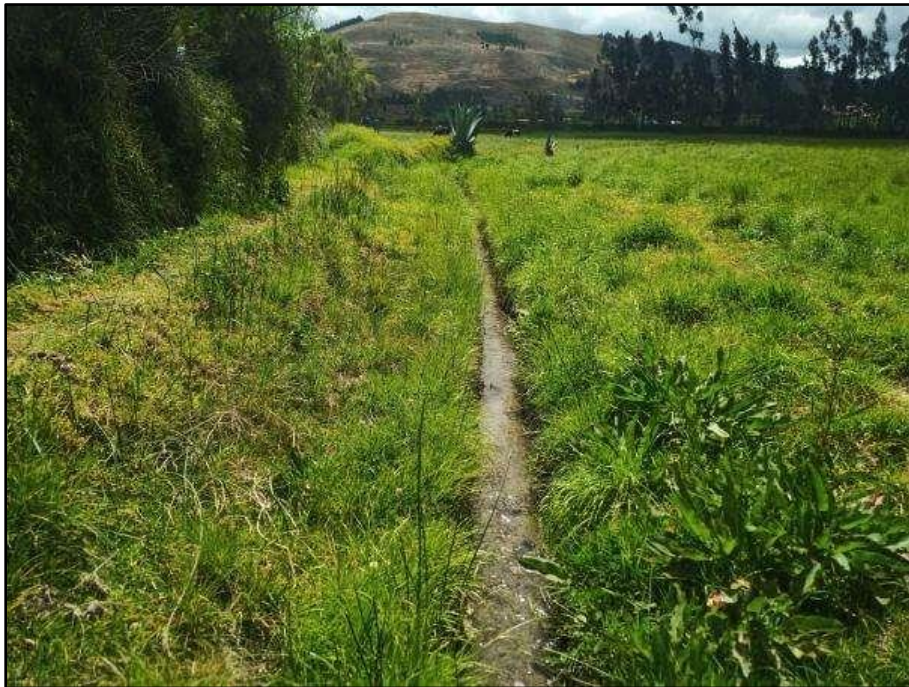


Imagen 49: Tramo de canal lateral de primer orden sin revestir.



Imagen 50: Tramo de canal lateral de primer orden sin revestir

7. Entrega del recurso hídrico a los usuarios a través de acequias.



Imagen 51: Acequia paralelo a la carretera entrada por parte de los usuarios.



Imagen 52: Acequia de conducción de agua a la Collpa.

8. Medición de la temperatura del agua



Imagen 53: Midiendo la temperatura del canal la Collpa.