



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de  
Puyugüero, Sihuas, Ancash; Propuesta de Mejora 2022”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Fabian Chavarria, Edmar ([orcid.org/0009-0009-2659-017X](https://orcid.org/0009-0009-2659-017X))

Puri Chavarria, Keyvin Jolby ([orcid.org/0000-0002-8060-2911](https://orcid.org/0000-0002-8060-2911))

**ASESORA:**

Mgr. Legendre Salazar, Sheila Mabel ([orcid.org/0000-0003-3326-6895](https://orcid.org/0000-0003-3326-6895))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

Primeramente, agradecer a dios por haberme permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud, ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres, por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos han permitido ser unas personas de bien, pero más que nada, por su amor a nuestros padres por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que nos han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor, gracias a esas personas importantes en nuestras vidas, que siempre están para brindarnos todo su apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento de nuestra tesis va dirigido primeramente a Dios ya que sin la bendición y su amor todo hubiera sido un total fracaso, también para mi docente Mgtr. Sheila Mabel Legendre Salazar que gracias a sus conocimientos y ayuda pudimos concluir con éxito, a nuestros padres, hermanos y tíos que tuvieron todos los días pendientes y apoyándonos para que nada salga mal y todo este bien elaborado y concluir con éxito la tesis de investigación.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	8
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES.....	26
VII. RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS.....	32
Anexo N° 1: Matriz de operacionalización.....	33
Anexo N° 2: Matriz de consistencia.....	36
Anexo N° 3: Diagrama de flujo.....	38
Anexo N° 4: Instrumento de recolección de datos.....	40
Anexo N° 5: Validez del instrumento.....	42
Anexo N° 6: Procesos de desarrollo.....	51
Anexo N° 7: Normativas.....	80
Anexo N° 8: Panel fotográfico.....	93
Anexo N° 9: Planos.....	98
Anexo N° 10: Similitud de turnitin.....	102

## Índice de tablas

Tabla N° 1: Caudal en el canal Puyuguero tramo km 0+000 al 2+240.....	15
Tabla N° 2: Cálculo de pérdidas de caudal .....	18
Tabla N° 3: Eficiencia de conducción.....	20

## **Índice de gráficos y figuras**

Figura N° 1: Esquema de diseño de la investigación .....	9
Gráfico N° 1: Medición de Caudal lt/s .....	16
Gráfico N° 2: Medición de Caudal %.....	17
Gráfico N° 3: Pérdida de agua.....	19
Gráfico N° 4: Eficiencia de conducción Canal Puyuguero.....	22
Figura N° 2: Diseño hidráulico .....	22

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general, determinar la eficiencia de conducción y proponer mejoras para el Canal de Riego de Puyugero, ubicado en el Distrito de Sihuas, Provincia de Sihuas, departamento de Ancash. Esto se hace con el fin de contribuir al progreso de los beneficiarios regantes del canal en el caserío de Puyugero y mejorar la calidad de vida de su población. El propósito de esta investigación es proponer el diseño de un canal revestido y evaluar la eficiencia de conducción, para determinar las pérdidas de caudal a lo largo del canal sin revestimiento. Para lograr esto, se llevaron a cabo evaluaciones del canal, mediciones del caudal y levantamientos topográficos, además del diseño del canal de Puyugero. Este canal es esencial para el desarrollo del caserío de Puyugero, ya que mejorará la calidad de vida de los beneficiarios y les permitirá promover sus productos agrícolas en los mercados nacionales e internacionales, así como mejorar la ganadería. Este estudio se clasifica como una investigación de tipo aplicada, de diseño no experimental y transaccional. La población de estudio comprende 240 kilómetros del canal de Puyugero, y se utilizó una muestra del mismo canal. En los siguientes capítulos se detallará la delimitación de la zona de estudio, así como los estudios realizados para evaluar la eficiencia de conducción y diseñar la sección del canal con la máxima eficiencia hidráulica. Los resultados de la evaluación del canal, realizada mediante mediciones del caudal, indicaron una eficiencia de conducción del 51.26% en todo el tramo, con pérdidas considerablemente altas. Cada uno de estos estudios se llevó a cabo siguiendo los manuales correspondientes. En conclusión, se diseñaron las secciones del canal, incluyendo tirantes, base y borde libre, teniendo en cuenta el caudal de diseño.

**Palabras clave:** Eficiencia, conducción, canal y topográfica.

## **ABSTRACT**

The present investigation has as a general objective, to determine the driving efficiency and propose improvements for the Puyuguero Irrigation Canal, located in the District of Sihuas, Province of Sihuas, department of Ancash. This is done in order to contribute to the progress of the irrigation beneficiaries of the canal in the village of Puyuguero and improve the quality of life of its population. The purpose of this research is to propose the design of a lined channel and evaluate the conduction efficiency, to determine the flow losses along the unlined channel. To achieve this, evaluations of the channel were carried out, measured the flow and topographic surveys, in addition to the design of the Puyuguero channel. This canal is essential for the development of the village of Puyuguero, since it will improve the quality of life of the beneficiaries and will allow them to promote their agricultural products in national and international markets, as well as improve livestock. This study is classified as an applied type of research, with a non-experimental and transactional design. The study population comprises 240 kilometers of the Puyuguero channel, and a sample was taken from the same channel. In the following chapters, the delimitation of the study area will be detailed, as well as the studies carried out to evaluate the conduction efficiency and design the section of the canal with the maximum hydraulic efficiency. The results of the evaluation of the channel, carried out by measuring the flow, indicated a conduction efficiency of 51.26% in the entire section, with large losses. Each of these studies was carried out following the corresponding manuals. In conclusion, the sections of the channel were designed, removing braces, base and free edge, taking into account the design flow.

**Keywords:** Efficiency, conduction, canal and topography.



## **I. INTRODUCCIÓN**

La eficiencia de riego de un sistema es una composición de la eficiencia de conducción del conducto principal, eficiencia de distribución en los conductos laterales y la eficiencia de uso a nivel de parcela, el producto de estas tres eficiencias nos establece la eficiencia de riego (Núñez, 2017, p.7).

Actualmente, se sabe que el agua es muy limitada y se distribuye desigualmente en las diferentes partes del mundo, el sector agrícola utiliza un aproximado del 70%, (Banco Mundial, 2017). Por ello, la mayor parte de los países se ven obligados a adoptar sistemas que aumenten la eficiencia del agua para garantizar una agricultura sostenible y así las poblaciones rurales mejorarían sus condiciones de vida.

Asimismo, la eficiencia del riego en nuestro país no está definida ni respaldada, en muchos casos se afirma que la eficiencia es del 30%, este problema clave se presenta en muchas de nuestras regiones del Perú, es decir, el sistema de riego no funciona y en algunos casos es abandonado porque los agricultores o beneficiarios que no lo consideran atractivo para la producción agrícola (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015, p.5).

En la localidad de Puyugero, ubicado en el distrito de Sihuas, existen alrededor de 5 hectáreas, las mismas que utilizan un sistema de riego gravitacional a través del canal de Puyugero de 2.24 kilómetros, que inicia en la bocatoma Chontarajra 0+000 kilómetro, hasta Pilanco 2+240 kilómetros, la quebrada Chontarajra proveniente de los bofedales y filtraciones ubicada en la cadena de montañas de la puna.

El canal es de tierra y está severamente dañado por el paso del tiempo y uso que se da, sufre infiltraciones y desbordamientos por tramos de deslizamientos, fuertes pendientes y zonas situadas en taludes o cárcavas, esto ocasionando de manera negativa la eficiencia de conducción del agua, además tiene algunas estructuras obras de arte en un mal estado, los cuales no son aptos para una distribución eficiente, esto ocasionan retraso en el

riego de los sembríos y pastos, como se puede apreciar se sufre de agua, de ahí nace la importancia de tener los canales revestidos en buenas condiciones.

En los últimos años, por los efectos del cambio climático, se han producido sequías a causa de la escasez de las principales fuentes de agua; y los recursos hídricos, que se disponen se infiltra por la precaria calidad de la infraestructura de riego existente, lo cual afecta la producción de agricultura y ganadería en localidad de Puyuguero.

De lo anteriormente expuesto, se formuló la siguiente interrogante: ¿Cuál es la eficiencia del canal de riego de la localidad de Puyuguero, Sihuas; Ancash propuesta de mejora 2022?, asimismo tenemos los problemas específicos: ¿Cuál es el caudal que circula en el canal de Puyuguero?, ¿Cuál es la pérdida de agua en el canal de tierra? y ¿Cuál es la eficiencia de conducción del canal de Puyuguero?

El presente proyecto se justifica en lo práctico, porque los resultados obtenidos permitirán plantear soluciones frente a la problemática de la baja eficiencia de conducción en los canales no revestidos en la zona de la sierra y así mejorar la eficiencia de riego; asimismo, se justifica en lo metodológico porque los instrumentos técnicos de observación (resultados) puede utilizarse para otros estudios similares, por último, este proyecto de investigación se justifica en lo social, porque la agricultura es una de las actividades principales en el sustento económico de la población. Por esta razón, la investigación se ha centrado en proponer mejoras a la infraestructura del acueducto para aumentar la eficiencia hidráulica, incentivando así a los usuarios y organizaciones a adoptar nuevas técnicas para optimizar la sostenibilidad del recurso hídrico.

Por otro lado, el presente proyecto, tiene por objetivo general, determinar la eficiencia conducción del canal de riego de la localidad de Puyuguero, Sihuas, Ancash 2022. Los objetivos específicos, determinar el caudal que

circula en el canal de Puyugüero, Determinar las pérdidas de agua en el canal de tierra, Calcular la eficiencia de conducción del canal de Puyugüero, y realizar la propuesta de mejora.

Finalmente, como hipótesis planteamos lo siguiente: La eficiencia de conducción en el canal de riego Puyugüero se encontraría en un porcentaje de 30% inaceptable (baja).

## **II. MARCO TEÓRICO**

En cuanto a los antecedentes, tenemos a nivel internacional, Pupiales (2019, p.08) determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal “El Pueblo” del Sistema de Riego Tumbaco, Ecuador, el diseño de investigación fue aplicativo, y el objetivo fue determinar la eficiencia de conducción del canal principal del ramal “El Pueblo” del Sistema de Riego Tumbaco. Se concluyó que la eficiencia de conducción promedio es de 96.90% aceptable, además menciona que la pérdida de caudal en el tramo es por infiltración, evaporación y absorción de las raíces de las plantas que se encuentran al borde del canal de tierra.

Asimismo, Demin y Barrera (2019, p.30) en su investigación “Eficiencia de los sistemas de riego en el embalse las Pirquitas, prov. de Catamarca, Argentina”, se utilizó el método aplicado, el nivel explicativo, cuyo objeto fue calcular la eficiencia de conducción de dos canales, con el método de sección y velocidad. El resultado es que la eficiencia de los dos canales principales es aceptable, aunque uno de ellos tiene 56 años, asimismo se dice que el método utilizado tiene un error de aproximación de  $\pm 5\%$  lo que haría que la Efc, fuera generalmente aceptable; ya que supera el 90% en el canal de las Colonias y el 84-89% en el canal principal oriental, lo que se recomienda nuevamente un análisis más detallado de las condiciones del canal en las diferentes rutas y una determinación efectiva de la distribución de sus canales secundarios.

Finalmente, Gorozabel (2018, p.21) en su tesis “Análisis de un canal de concreto, con una máxima eficiencia de conducción de sección trapezoidal, longitud 700 m”, el método utilizado es aplicativo de nivel descriptivo, su objetivo fue diseñar un acueducto de sección trapezoidal con máxima eficiencia hidráulica, completamente revestido de hormigón. Se concluyó que cada sección del canal se logra calcular mediante el estándar de eficiencia hidráulica, el flujo principal a lo largo del desvío es turbulento, mientras que la tercera parte (0.080-0+260) es supercrítica y los demás son subcríticos, el tipo de salto hidráulico único encontrado es un arcén con curva S1 sumergido, donde se evalúan los criterios para cada tramo en función de talud puntal normal y puntal crítico.

Baltodano y Morales en el año (2015. p.114) en su tesis “Diseño hidráulico de un canal de 1 km de extensión se realizó durante el periodo de marzo a julio de 2015 en Ciudad Sandino. El canal abarca una porción de las áreas 2, 5, 6 y 11 del municipio”. El tipo de estudio realizado fue explicativo, lo que significa que se buscaba proporcionar una explicación o comprensión más profunda del tema en cuestión. En este caso, el objetivo era diseñar hidráulicamente el canal y calcular su dimensionamiento utilizando estudios previos realizados en la zona. En la conclusión del estudio, se determinó que era apropiado diseñar una sección de canal trapezoidal. Esta sección de canal tendría una base de 4 metros de ancho, un talud de 0.50 (correspondiente a un ángulo de 63.43 grados), un espejo de agua de 5.60 metros y un borde libre de 1 metro. Además, se menciona que el canal debería ser capaz de transportar un caudal de 57.17 metros cúbicos por segundo, que es mayor al caudal de diseño esperado según el estudio hidrológico previo.

A nivel nacional, Polo (2021, p.43) en una investigación “Determinación de la eficiencia de conducción de los canales de riego - El Caso del Puerto de Kuras - Margen Derecho de Tumbes - 2020”. El diseño de investigación es aplicativo y el tipo de estudio descriptivo, cuyo objetivo fue determinar la eficiencia de conductividad del canal de riego, además calcular el caudal, las

pérdidas y la eficiencia de conductividad. Se concluyó que en primer tramo 1+750 km – 2+250 km, el caudal de inicio fue 4.44 m<sup>3</sup>/s y caudal de salida de 3.98 m<sup>3</sup>/s, con una pérdida de 0.46 m<sup>3</sup>/s de agua, la eficiencia de conductividad del este primer tramo es de 89.6% y el segundo tramo de la progresiva 3+000 – 3+500, caudal de inicio 4.42 m<sup>3</sup>/s, salida de 3.96 m<sup>3</sup>/s, con una pérdida de 0.46 m<sup>3</sup>/s, y la Efc=89.6%.

Luego, Morales (2017, p. 24) en su tesis “Evaluación de la eficiencia de un tramo de 2 km de acueducto Rinrin Pampa y establecer procesos para mejorar su eficiencia en el dtto. de Recuay Pampa-chico”, el tipo de estudio es descriptivo, investigación no experimental realizado en la UNT, cuyo objeto fue evaluar la eficiencia de conducción de los 2 tramos, lo cual se utilizó el método del correntómetro para calcular el caudal. Se concluyó que la evaluación de los 2 tramos existentes del canal de hormigón se mostró desde 0+000 km - 1km y de 1km -2+417 con un promedio de eficiencia de 95% lo cual es aceptable.

Finalmente, Jiménez (2017, p.64) en su investigación “Eficiencia de Impulsión en Canales Troncales, Tramos Progresivos No Revestidos 5.400 - 5.900; Tramos Revestidos Progresivos 17.006 - 17.506 en el Margen Izquierda de Tumbes, 2017”. El presente es un estudio descriptivo y tuvo como objetivo calcular la eficiencia conductiva de acueductos revestidos y no revestidos, por ende, se utiliza el método del flotador para determinar el caudal. Se concluyó que la eficiencia de conductividad es un promedio del 94% en el acueducto principal no revestido bloque Malval irrigado distrito de Pechichal y el acueducto principal revestido bloque la Cruz irrigado sector los Cedros un promedio de 98% los cuales son aceptables.

A nivel regional, Trujillo (2020, p.80) en su tesis “Construcción de canal de riego para incrementar la eficiencia de conducción en el sector Casca, dtto. Chiquian – Bolognesi - Ancash, 2019”. El tipo de estudio utilizado es explicativo y para perfeccionar la eficiencia de agua en la Región Casca, se tiene como objeto medir el impacto de construcción del canal de riego en el

aumento de eficiencia de conducción. Lo cual se concluyó que el efecto fue del 80,5% de influencia, lo cual significa que la construcción del canal va influir de manera positiva en el incremento de la eficiencia de conducción.

Para finalizar, Aranda y Castillo (2018, p.15) en su investigación: Evaluación y propuesta de diseño del canal de irrigación de Coriac, Municipio Antas, Prov. de Carhuaz, dpto. Ancash, el tipo de investigación utilizada es no experimental, lo cual tuvo como objetivo evaluar y diseñar el acueducto de riego Coriac, y como objetivos específicos: realizar una evaluación aproximada de toda la sección del canal existente; hacer un estudio sobre el uso de la oferta y el consumo de agua de riego, un levantamiento topográfico del canal de Coriac, diseñar en canal de acuerdo a la topografía del acueducto existente. Se concluyó que la entrada fue de  $Q=76,94 \text{ m}^3/\text{s}$  y la salida de  $Q=16,91 \text{ m}^3/\text{s}$ , una pérdida de  $60,03 \text{ m}^3/\text{s}$ , lo cual explica la pérdida excesiva de agua, con este resultado se diseñó un canal eficiente.

En términos teóricos, un sistema de riego o perímetro de riego, según Arteaga y Bueno (2014, p.19) se define como un conjunto de estructuras que permiten regar un área determinada, abasteciendo a la planta del agua necesaria.

Villón (2007, p.15) nos dice un canal es un conducto natural o artificial por el cual el agua fluye debido a la gravedad y está en contacto directo con la atmósfera. Los acueductos son sistemas de transporte de agua que pueden ser naturales o contruidos por el ser humano, utilizando diferentes estructuras como tuberías para el transporte del agua.

Polo (2021, p.25) señala que las pérdidas en canales de tierra son: pérdidas por infiltración, por evaporación y también tenemos pérdidas por operaciones, que se dan por malas prácticas provocadas por descuidos de personas. Cabe señal que la pérdida por infiltración, es lo más importante ya que dependen del perímetro mojado, la longitud del cauce, la conducción y la carga hidráulica, y las pérdidas reportadas oscilan entre el 15% y el 45%.

La eficiencia del sistema de riego es la relación entre la cantidad de agua utilizada por los cultivos y la cantidad de agua provista desde la entrada, que se canaliza a través del canal principal y luego se extrae a través del canal de distribución, finalmente, el agua se desvía a parcelas para algunos cultivos. Para determinar el flujo total interceptado y cuánto de él se usa para cultivos donde la eficiencia del riego es importante para determinar los requisitos de agua de un proyecto de riego es un elemento importante para calcular los requisitos de agua para cualquier proyecto de riego (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015, p. 7).

Cabe señalar que la eficiencia de riego incluye la eficiencia de conducción de agua del canal principal, distribución y de aplicación, el producto de estos tres efectos determina la eficiencia de riego (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015, p. 7).

La eficiencia de conductividad permite estimar la pérdida de agua desde la entrada de agua hasta el final del canal principal, por otro lado, la eficiencia de repartición se consigue de todos los canales en el orden 1, 2, 3, etc. para distribuir el agua al usuario parcela o patio que mide la pérdida entre el ingreso lateral de agua desde el canal principal y su entrega a los usuarios en el área de riego, y la eficiencia de aplicación final es la cantidad de agua disponible para las plantas que permanece en el suelo después del riego en relación con la cantidad total de agua consumida, (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015, p. 10).

Sosa, A. (1999, p. 115) nos dice que la eficiencia de conducción varía según el material y la estructura utilizada, estas pueden ser 100% en conducción por tuberías y 10% a 20% en canales en malas condiciones y un 10% cuando el agua no llega al terreno, esto se debe a fugas, filtraciones y la eficiencia en canales revestidos varia en 80% a 90%. También, Calvache (1993, p.67) menciona que la eficiencia de conducción depende del tipo de infraestructura ya sean canales abiertos, revestidos, de tierras o tuberías, así como las

condiciones de su manejo. El valor para la eficiencia de conducción en canales abiertos de longitud 200m a más en arenas es de 60%, franco 70%, arcilla 80% y revestidos 95%; en longitudes de 200m en arenas es de 70%, franco 75%, arcilla 85% y revestidos 95%; en longitudes menores a 200m en arena 80%, franco 85%, arcilla 90% y revestido 95%.

Asimismo, Chávez (1996, p.47), menciona que las características de las estructuras del sistema de conducción influyen bastante en la eficiencia de conducción, así mismo, la longitud, tipo y condiciones de los canales. Por otro lado, las estimaciones para eficiencias de conducción en canales de tierra son: Excelente 85%-100%, bueno 70%-85%, aceptable 50%-70% e inaceptable menores a 50%.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación, en este proyecto es aplicada ya que utiliza conocimientos previos para resolver nuevos problemas y generar conocimientos que puedan aplicarse directamente a problemas en el sector social y productivo (Lozada 2017, p.46).

Asimismo, la escala de investigación muestra los logros que tuvo, por lo que esta información pertenece al nivel descriptivo porque se basa en la respuesta de la estimación y propuesta de proyecto del Canal Puyuguero.

##### **1.1.1. Diseño de la investigación**

El diseño de este estudio será no experimental de corte transversal, ya que el estudio se realizará sin la posibilidad de manipular las variables porque ya se ha dado. Además, la información se recopila y se mide en un solo momento, es decir, solo una vez (Torres 2018, p.4).

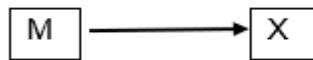


La realización del estudio de investigación pertenece al nivel técnico descriptivo ya que está determinado y fijado a características, propiedades de variables o grupos de estudio, además el investigador conoce y revela las causas que provocaron o condicionaron la existencia y naturaleza del fenómeno objeto de estudio (Porfirio 2020, p.3).

A continuación, se muestra el esquema de estudio

### **Figura N° 1**

Esquema de diseño de la investigación



**Fuente:** Elaboración propia

Dónde:

M: Representa la muestra, el lugar donde se realizará los estudios de investigación (localidad de Puyuguero, dtto. de Sihuas, prov. de Sihuas, dpto. Ancash).

X: Esto representa la variable independiente: Eficiencia de conducción del canal Puyuguero.

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **Variable independiente: Eficiencia de conducción del canal**

- Definición conceptual: La eficiencia de conducción se refiere a la capacidad del canal hidráulico para recolectar y entregar agua desde la fuente de entrada a las parcelas (Ministerio de Agricultura y Riego 2015, p.4).
- Definición operacional: Se determinará la eficiencia de conducción del canal, mediante el manual de eficiencia de riego, además se calculará el caudal con el método del flotador y la propuesta de mejora se va realizar la topografía y trabajos de gabinete para su diseño, todo esto se va medir en función de los indicadores de cada una de sus dimensiones los cuales

son: evaluación del canal, diseño hidráulico del canal y costos y presupuestos.

- Indicadores: entre sus indicadores se planteó los siguiente: para evaluación del canal, cálculo de caudal, cálculo de las pérdidas de agua y cálculo de la eficiencia de conducción; para el diseño hidráulico del canal, topografía, parámetros de diseño y diseño de la infraestructura y por último tenemos costos y presupuestos los indicadores son los siguientes, metrados, costos unitarios e insumos.
- Escala de medición: finalmente la escala de medición será razón.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población:**

En términos generales, una población se refiere a la totalidad o el conjunto completo de individuos, elementos o unidades que forman parte del fenómeno que se está estudiando. (Guillermo 2017, p.2).

Por lo tanto, en este trabajo de investigación, la población está formada por todos los canales de la provincia de Sihuas.

#### **3.3.2. Muestra:**

En este estudio, la muestra probabilística de elementos analíticos es el estudio del Canal Puyuguero, el cual consta de 2240 metros lineales.

#### **3.3.3. Muestreo:**

Podrá ser: probabilístico y no probabilístico, los pertenecientes al tipo de probabilístico muestran la probabilidad de que un individuo sea incluida en la muestra por forma aleatoria, por otro lado, la selección de estos tipos de individuos no probabilísticos dependerá de algunos criterios, características, etc. (Otzen y

Manterola, 2017). Este proyecto se utilizó criterios de tipo de muestreo no probabilístico.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **Técnica e instrumentos**

Las técnicas de recopilación de datos que se utilizan en la investigación para recopilar datos pueden ser indirectas o directas. Las observaciones y entrevistas son directas, mientras que los formularios, encuestas, etc. son indirectas (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p. 120). Este proyecto utilizará métodos de observación y herramientas formularios para recopilar información de campo. Asimismo, se utilizará los siguientes materiales y equipos: cinta métrica 50m, bolígrafo, cuaderno, aforador (pelota de plástico pequeño de 2" de diámetro), varilla (para medir la profundidad), computadora portátil, calculadora y cronómetro, asimismo para el diseño del canal se realizará la topografía y trabajos de gabinete.

#### **Validez**

En nuestro trabajo de determinar la eficiencia de conducción del canal Puyuguero será estudiado y calculado mediante el manual de eficiencia de conducción lo cual está validado por el ministerio de agricultura y riego, asimismo se utilizará un instrumento para realizar los aforos a cada 50 metros de todo el tramo del canal, este instrumento fue validado por tres profesionales del área.

#### **Confiabilidad**

La confiabilidad de la investigación, permitirá conocer los resultados mediante los aforos, cálculos de caudal y la eficiencia de conducción del canal que sea con exactitud y objetividad de los resultados.

### **3.5. Procedimiento**

Para empezar, realizamos el reconocimiento del canal Puyuguero en el caserío de Puyuguero, donde se realizó un diagnóstico visual de todo el tramo, encontrándose en un mal estado, el estudio va consistir en la

recopilación de información requerida para el cálculo de la eficiencia de conducción del canal Puyuguero. Para fines de una mejor comprensión este proyecto lo hemos separado en dos etapas: la primera etapa trabajos de campo y la segunda etapa trabajos de gabinete.

La etapa de trabajos de campo es la parte más importante y fundamental para desarrollo del proyecto de investigación, ya que se lleva a cabo la validación pertinente en la situación actual y las actividades involucradas enfrentan las realidades problemáticas de: a) Realizar el plan de trabajo de diagnóstico de campo, se realiza un recorrido del canal (desde la bocatoma hasta el tramo final del canal), b). Una vez obtenida la información de referencia, identificar los puntos y/o tramos del canal donde se crean los niveles adecuados para medir el caudal. C). Identificación de la disponibilidad de agua en la estación seca de las principales fuentes de agua superficial, sistemas de cuencas hidrográficas y fuentes como quebradas y ríos, d). Recopilación de información sobre el suministro de agua que circulan por el canal de estudio. La medida de caudal se realiza en este caso por el método del flotador, cuando ya se tienen que realizar varias determinaciones de nivel en un tramo determinado, e). Levantamientos topográficos para obtener alturas, lineamientos del canal, taludes a lo largo de su recorrido y levantamientos laterales para determinar el arte requerido para el canal.

La segunda etapa el trabajo de gabinete es el procesamiento y ordenamiento de la información recolectada en el trabajo de campo, y las actividades que se realizan son: a) Procesamiento de datos para determinar la eficiencia de conducción. Para ello se deberá contar con el formato propuesto por el Ministerio de Agricultura y Riego, b). Finalmente se realizará el diseño hidráulico del canal, teniendo en consideración que sea un canal eficiente y económico a la vez.

### 3.6. Método de análisis de datos

El método utilizado en esta investigación es el análisis descriptivo, para este estudio y cálculo se usará el Manual de Riego para calcular la eficiencia de conducción, también se utilizará programas como AutoCAD y Civil 3D para realizar la topografía del terreno, así como Hcanales para hacer el diseño hidráulico y Excel.

Para calcular el caudal desde el punto de entrada y salida de todo el canal, se usará el método del flotador, se realizará a cada 50 m para ver el tiempo de recorrido de la pelota de plástico de 2" de diámetro marcados por tramos.

#### Cálculo de la velocidad de agua

V: velocidad (m/s)

e: espacio de recorrido por el flotador (m)

t: tiempo de recorrido del flotador (s)

$$v = \frac{e}{t}$$

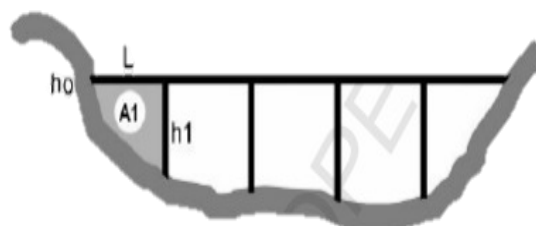
#### cálculo de área del canal

A1: es el área de la sección (m<sup>2</sup>)

h<sub>0</sub>: profundidad inicial del tramo (m)

h<sub>1</sub>: profundidad final del tramo (m)

L: ancho de la sección (m)



$$A1 = \frac{h_0 + h_1}{2} * l$$

$$\text{Area total} = \sum A_1 + A_2 \dots \dots A_n$$

#### Cálculo de caudal (Q)

$$Q = fc * A * v$$

Tipo de Canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15 cm.	0,8
Canal de tierra, profundidad del agua > 15 cm.	0,7
Río o riachuelo, profundidad del agua > 15 cm.	0,5
Ríos o canales de tierra, profundidad del agua < 15 cm.	0,25 -0,5

### **3.7. Aspectos Éticos**

Entre los principios de ética en investigación en el Capítulo II, Artículo 3 del Código de Ética en Investigación (2020), las siguientes actividades de investigación deben ser consideradas en diversas dimensiones éticas que brindan contexto entre investigadores, la colectividad y el área donde se empleará dicho estudio, teniendo en cuenta los siguientes:

El principio de equidad, ya que los verdaderos resultados se presentan sin ser manipulados o cambiados para nuestro beneficio.

Asimismo, de acuerdo con el principio de respeto a los derechos de propiedad, no existe plagio en las investigaciones de otros autores ni en todo ni en parte, porque se respetan los derechos de propiedad de los investigadores de referencia.

Principios de benefició, ya que el proyecto beneficiará a los ciudadanos y aumentará su conocimiento a los promotores del proyecto.

Equidad y justicia, porque todos los investigadores en este proyecto son tratados por igual para que puedan obtener el mejor desarrollo.

Autonomía, ya que los miembros pueden elegir su afiliación sin ningún compromiso y pueden decidir darse de baja cuando lo deseen.

Responsabilidad, porque en este proyecto se asumen todas las consecuencias del proceso de investigación.

Tener cuidado ya que se deben tomar precauciones para evitar daños futuros.

Por último, el principio de transparencia, ya que los estudios pueden ser revisados posteriormente para comprobar la validez de los resultados.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Determinación de caudal que circula en el canal de Puyuguero

Para la determinación de este objetivo, se realizó la medición por el Método del Flotador, se utilizó una pelota de plástico de 2" de diámetro para el cálculo del tiempo y así se determinó la velocidad y se registró tanto el caudal de entrada y de salida cada 50 metros y se determinó el área hidráulica del canal, cuyos resultados se pueden observar:

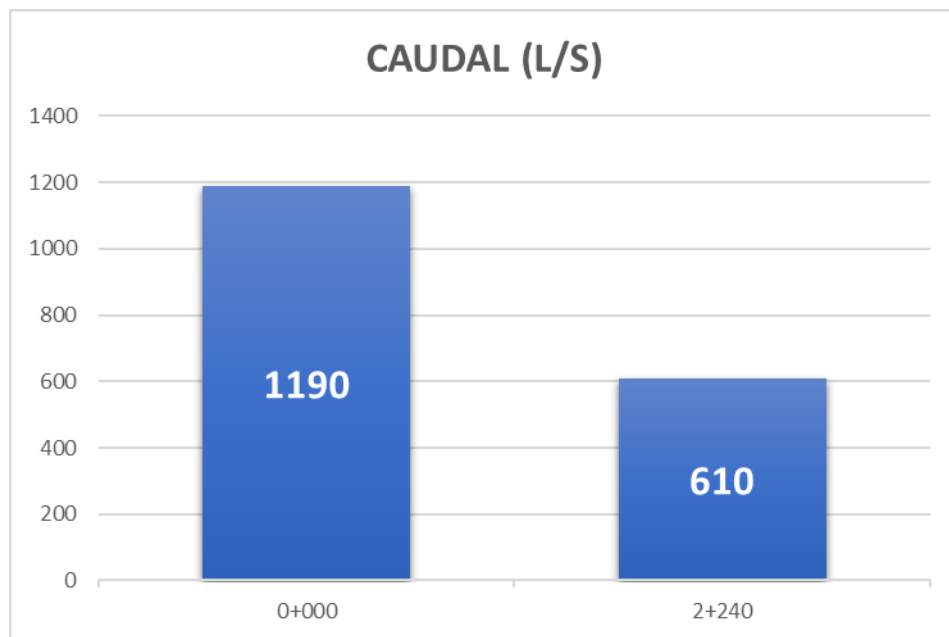
**Tabla N° 1**  
**CAUDAL EN EL CANAL PUYUGUERO TRAMO 0+000 AL 2+240**

PROGRESIVAS		Distancia Recorrida por el flotador (m)	CAUDAL	CAUDAL
INICIO	TÉRMINO		(m <sup>3</sup> /s)	(L/s)
0+000	0+000	50 m	1.19	1190
0+000	0+050	50 m	1.18	1180
0+050	0+100	50 m	1.17	1170
0+100	0+150	50 m	1.16	1160
0+150	0+200	50 m	1.14	1140
0+200	0+250	50 m	1.13	1130
0+250	0+300	50 m	1.12	1120
0+300	0+350	50 m	1.07	1070
0+350	0+400	50 m	1.05	1050
0+400	0+450	50 m	1.04	1040
0+450	0+500	50 m	1.00	1000
0+500	0+550	50 m	0.99	990
0+550	0+600	50 m	0.96	960
0+600	0+650	50 m	0.95	950
0+650	0+700	50 m	0.94	940
0+700	0+750	50 m	0.93	930
0+750	0+800	50 m	0.92	920
0+800	0+850	50 m	0.92	920
0+850	0+900	50 m	0.91	910
0+900	0+950	50 m	0.90	900
0+950	1+000	50 m	0.87	870
1+000	1+050	50 m	0.86	860
1+050	1+100	50 m	0.85	850
1+100	1+150	50 m	0.84	840
1+150	1+200	50 m	0.82	820
1+200	1+250	50 m	0.82	820
1+250	1+300	50 m	0.81	810
1+300	1+350	50 m	0.80	800
1+350	1+400	50 m	0.78	780
1+400	1+450	50 m	0.77	770

1+450	1+500	50 m	0.76	760
1+500	1+550	50 m	0.76	760
1+550	1+600	50 m	0.75	750
1+600	1+650	50 m	0.74	740
1+650	1+700	50 m	0.73	730
1+700	1+750	50 m	0.70	700
1+750	1+800	50 m	0.69	690
1+800	1+850	50 m	0.68	680
1+850	1+900	50 m	0.67	670
1+900	1+950	50 m	0.66	660
1+950	2+000	50 m	0.66	660
2+000	2+050	50 m	0.65	650
2+050	2+100	50 m	0.64	640
2+100	2+150	50 m	0.63	630
2+150	2+200	50 m	0.62	620
2+200	2+240	50 m	0.61	610

Fuente: Instrumento de evaluación "Método del flotador"  
Elaboración propia

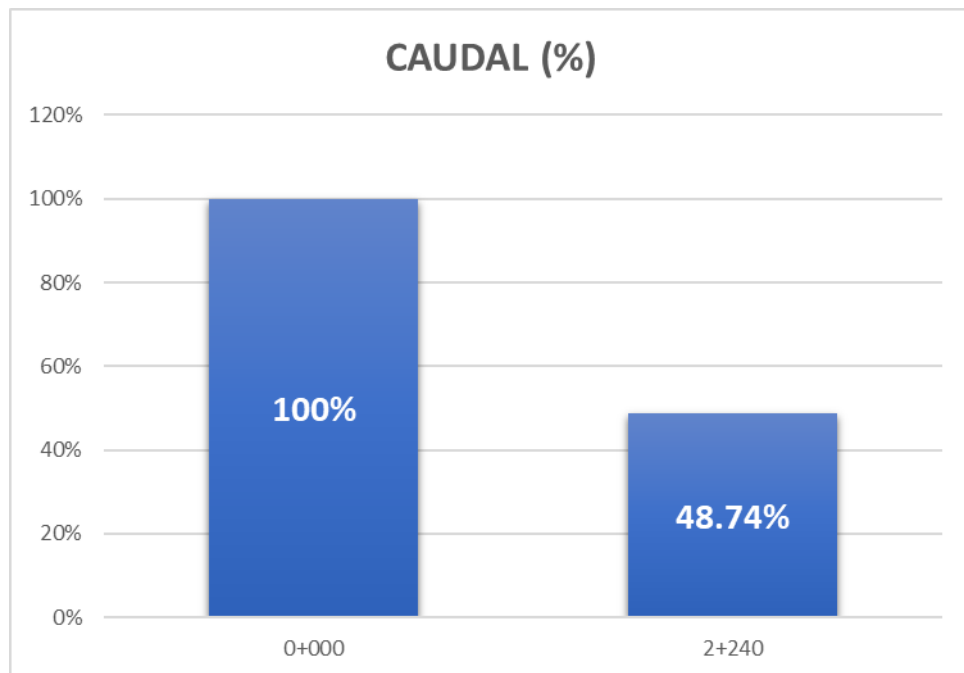
**Gráfico N° 1**  
**MEDICIÓN DE CAUDAL EN L/S**



Fuente: Instrumento de evaluación "Método del flotador"  
Elaboración propia



**Gráfico N° 2**  
**MEDICIÓN DE CAUDAL EN %**



**Fuente:** Instrumento de evaluación "Método del flotador"  
Elaboración propia

Interpretación: En el Canal de riego Puyugüero km 0+000 al 2+240 se determinó un caudal de entrada de 1.19 m<sup>3</sup>/s lo que representa 1 190 L/s y un caudal de salida de 0.61 m<sup>3</sup>/s que representa 610 L/s, lo cual es un 48.74% de gasto, y la diferencia de este representa un 51.26% de pérdida de agua, debido a que existe infiltraciones, socavación y desbordamientos.

#### **4.2 Determinación de las pérdidas de agua en el canal de tierra.**

Para la determinación de este objetivo, el caudal de m<sup>3</sup>/s lo convertimos a l/s y se procedió a encontrar la pérdida por los 45 tramos y la pérdida total del canal.

##### **Cálculo de pérdida de caudal (l/s)**

$$P = Q_E - Q_S$$

$$P = 1190 - 1180$$

$$P = 10 \text{ l/s}$$

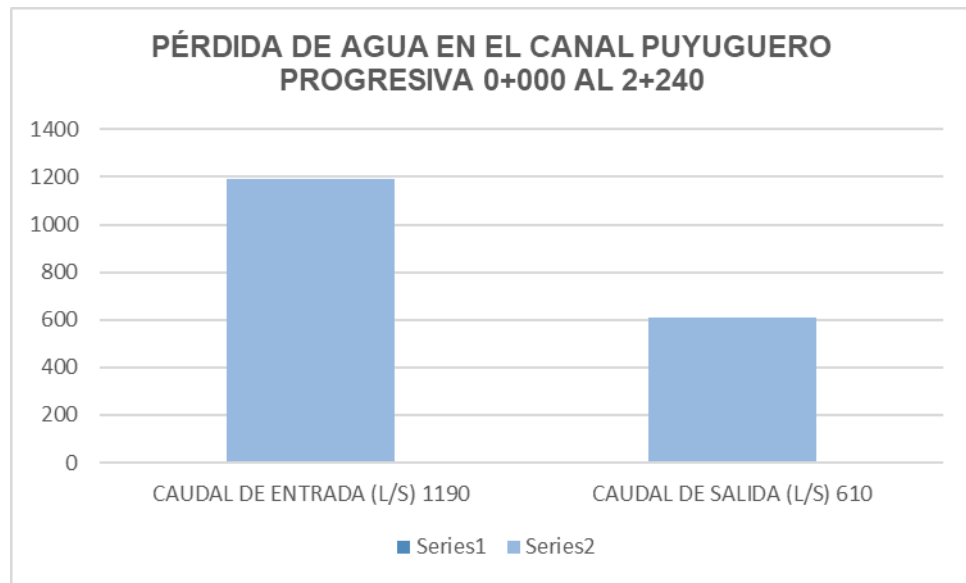
**Tabla N° 2**  
**CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CAUDAL TRAMO 0+000 AL 2+240**

TRAMO	PROGRESIVA (KM)	CAUDAL DE ENTRADA (L/S)	CAUDAL DE SALIDA (L/S)	PÉRDIDA POR TRAMOS (L/s)	PÉRDIDA DEL CANAL (L/S)
1	0+050	1190	1180	10	580
2	0+100	1180	1170	10	
3	0+150	1170	1160	10	
4	0+200	1160	1140	20	
5	0+250	1140	1130	10	
6	0+300	1130	1120	10	
7	0+350	1120	1070	50	
8	0+400	1070	1050	20	
9	0+450	1050	1040	10	
10	0+500	1040	1000	40	
11	0+550	1000	990	10	
12	0+600	990	960	30	
13	0+650	960	950	10	
14	0+700	950	940	10	
15	0+750	940	930	10	
16	0+800	930	920	10	
17	0+850	920	920	0	
18	0+900	920	910	10	
19	0+950	910	900	10	
20	1+000	900	870	30	
21	1+050	870	860	10	
22	1+100	860	850	10	
23	1+150	850	840	10	
24	1+200	840	820	20	
25	1+250	820	820	0	
26	1+300	820	810	10	
27	1+350	810	800	10	
28	1+400	800	780	20	
29	1+450	780	770	10	
30	1+500	770	760	10	
31	1+550	760	760	0	
32	1+600	760	750	10	
33	1+650	750	740	10	
34	1+700	740	730	10	
35	1+750	730	700	30	
36	1+800	700	690	10	
37	1+850	690	680	10	
38	1+900	680	670	10	
39	1+950	670	660	10	

40	2+000	660	660	0
41	2+050	660	650	10
42	2+100	650	640	10
43	2+150	640	630	10
44	2+200	630	620	10
45	2+240	620	610	10

**Fuente:** Instrumento de evaluación “Método del flotador”  
Elaboración propia

### Gráfico N° 3 PÉRDIDA DE AGUA



**Fuente:** Instrumento de evaluación “Método del flotador”  
Elaboración propia

Interpretación: Se determinó las pérdidas a cada 50 metros en todo el tramo del canal Puyuguero, teniendo una pérdida total de 580 L/s; asimismo, se encontró cuatro tramos que no sufrieron pérdida estos son: 0+800 al 0+850, 1+200 al 1+250, 1+500 al 1+550 y 1+950 al 2+000. Por otro lado, en la progresiva 0+300 al 0+350 se evidenció una pérdida de 50 l/s asiéndolo al tramo con mayor pérdida de caudal, debido a que este sufre mayor infiltración y desbordamientos.

### 4.3. Determinación de la eficiencia de conducción del canal de riego Puyuguero en la localidad Puyuguero.

Para determinar el resultado de este objetivo, se realizó con el método del flotador para determinar el caudal, las mediciones se realizaron a cada 50 metros desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 2+240. Posteriormente, se determinó la eficiencia de conducción con el manual de cálculo de eficiencia para sistemas de riego.

#### Cálculo de eficiencia de conducción (Manual de eficiencia de riego)

$$Efc (\%) = \frac{QS}{QE} * 100$$

$$Efc (\%) = \frac{1.18}{1.19} * 100 = 99.16 \%$$

**Tabla N° 3**  
**EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN POR TRAMOS DEL CANAL PUYUGUERO**

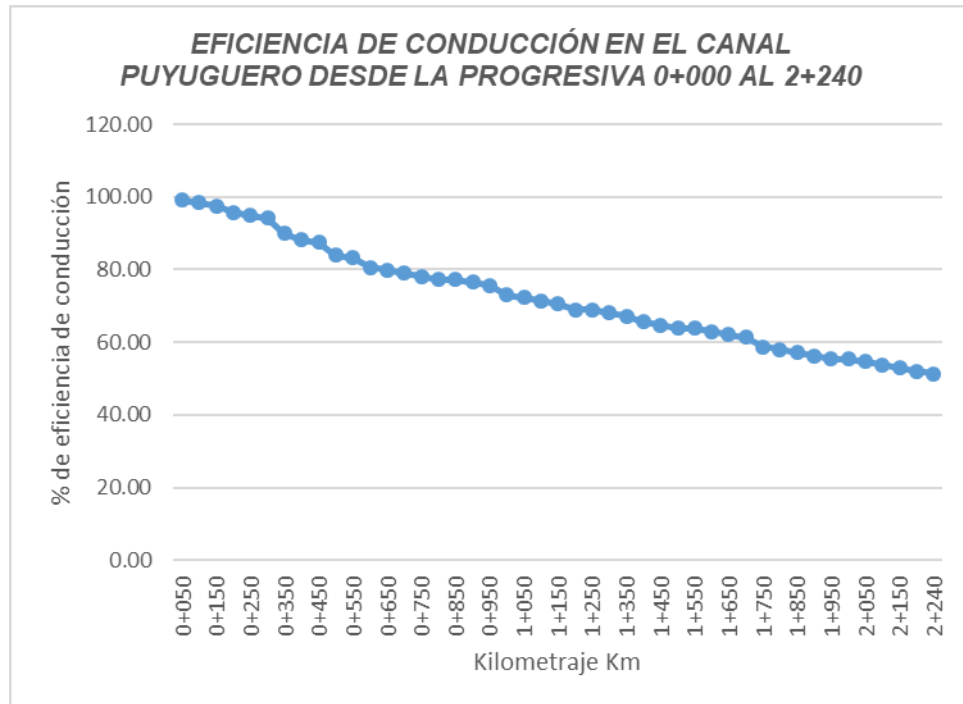
TRAMO	PROGRESIVA (KM)	CAUDAL DE ENTRADA (M3/S)	CAUDAL DE SALIDA (M3/S)	EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN POR TRAMOS (%)	EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL CANAL (%)
1	0+050	1.19	1.18	99.16	51.26
2	0+100	1.18	1.17	99.15	
3	0+150	1.17	1.16	99.15	
4	0+200	1.16	1.14	98.28	
5	0+250	1.14	1.13	99.12	
6	0+300	1.13	1.12	99.12	
7	0+350	1.12	1.07	95.54	
8	0+400	1.07	1.05	98.13	
9	0+450	1.05	1.04	99.05	
10	0+500	1.04	1.00	96.15	
11	0+550	1.00	0.99	99.00	
12	0+600	0.99	0.96	96.97	
13	0+650	0.96	0.95	98.96	
14	0+700	0.95	0.94	98.95	
15	0+750	0.94	0.93	98.94	
16	0+800	0.93	0.92	98.92	
17	0+850	0.92	0.92	100.00	
18	0+900	0.92	0.91	98.91	
19	0+950	0.91	0.90	98.90	

20	1+000	0.90	0.87	96.67
21	1+050	0.87	0.86	98.85
22	1+100	0.86	0.85	98.84
23	1+150	0.85	0.84	98.82
24	1+200	0.84	0.82	97.62
25	1+250	0.82	0.82	100.00
26	1+300	0.82	0.81	98.78
27	1+350	0.81	0.80	98.77
28	1+400	0.80	0.78	97.50
29	1+450	0.78	0.77	98.72
30	1+500	0.77	0.76	98.70
31	1+550	0.76	0.76	100.00
32	1+600	0.76	0.75	98.68
33	1+650	0.75	0.74	98.67
34	1+700	0.74	0.73	98.65
35	1+750	0.73	0.70	95.89
36	1+800	0.70	0.69	98.57
37	1+850	0.69	0.68	98.55
38	1+900	0.68	0.67	98.53
39	1+950	0.67	0.66	98.51
40	2+000	0.66	0.66	100.00
41	2+050	0.66	0.65	98.48
42	2+100	0.65	0.64	98.46
43	2+150	0.64	0.63	98.44
44	2+200	0.63	0.62	98.41
45	2+240	0.62	0.61	98.39

**Fuente:** Instrumento de evaluación "Método del flotador"  
Elaboración propia

Interpretación: En canal Puyuguero no revestido se encontró una eficiencia de conducción por tramos un promedio de 98.53 %, y la eficiencia de conducción del canal Puyuguero es de 51.26 % aceptable; cabe señalar, que el canal sufre pérdidas de desbordamientos e infiltraciones.

**Gráfico N° 4**  
**EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL PUYUGUERO**



**Fuente:** Instrumento de evaluación “Método del flotador”  
 Elaboración propia

Interpretación: En la figura se puede visualizar la eficiencia de conducción como desciende con respecto al caudal inicial, se inició con una eficiencia de conducción de 99.16% y se terminó con una eficiencia de conducción de 51.26%.

**4.4. Propuesta de mejora**

Se realizó el levantamiento topográfico del canal existe. Asimismo, para el diseño del canal trapezoidal se consideró un caudal de diseño de 1.19m<sup>3</sup>/s, un talud 0.5m, una rugosidad de 0.013 ya que será un canal de concreto frotachado, con una pendiente de 0.0009 m/m.

**Figura N° 2**  
 Diseño hidráulico del canal Puyuguero

Lugar:	Caseño Puyugüero	Proyecto:	Canal Puyugüero
Tramo:	0+000 a 2+240	Revestimiento:	Concreto

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	1.19 m <sup>3</sup> /s
Talud (Z):	0.5
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0009 m/m

<b>Resultados:</b>			
Tirante (y):	0.7543 m	Ancho de solera (b):	0.9324 m
Perímetro (p):	2.6191 m	Área hidráulica (A):	0.9878 m <sup>2</sup>
Radio hidráulico (R):	0.3772 m	Espejo de agua (T):	1.6867 m
Velocidad (v):	1.2047 m/s	Número de Froude (F):	0.5026
Energía específica (E):	0.8283 m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	Subcrítico

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Realiza la impresión de la pantalla

23:29      26/06/2023

**Fuente:** Software Hcanales  
Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo a las mediciones realizadas en el canal, se obtuvo un caudal de 1.19 m<sup>3</sup>/s, considerando como caudal de diseño, el cual fue determinante realizar el diseño de canal; asimismo, con la topografía se determinó las pendientes de dicho canal; el cual, tenemos como base igual a 0.93m, tirante normal de 0.75m, borde libre 0.25m según norma y espejo de agua de 1.68m.

### Contrastación de la hipótesis

En la presente investigación tenemos como hipótesis planteada: La eficiencia de conducción en el canal de riego Puyugüero se encontraría en un porcentaje de 30% inaceptable (baja); esta hipótesis es incierta a pesar que el canal este en malas condiciones y esté sufriendo pérdidas por infiltración, evaporación, desbordamientos y absorción por las plantas que se encuentran al borde del canal, arrojo una eficiencia de conducción de 51.26% lo cual se encuentra aceptable según Chávez (1996), quien considera en los canales no revestidos eficiencias próximas de 85% al 100% en una clasificación excelente, de 70% al 85% buena, 50% al 70% aceptable y menores a 50% inaceptables.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo al resultado del primer objetivo específico, en el Canal de riego Puyuguero, tramo 0+000 al 2+240, se determinó el caudal por el método del flotador el cual tuvo un caudal de entrada de 1.19 m/s equivalente a 1190 L/s y un caudal de salida de 0.61 m/s equivalente a 610 L/s. Del mismo modo, Polo en su investigación, determinó el caudal en dos tramos con el mismo método (método del flotador) lo cual obtuvo los siguientes datos, el primer tramo 1+750 km – 2+250 km, tuvo un caudal de inicio de 4.44 m<sup>3</sup>/s equivalente a 4 440 l/s y caudal de salida de 3.98 m<sup>3</sup>/s, equivalente a 3 980 L/s, el segundo tramo de la progresiva 3+000 – 3+500, se obtuvo un caudal de inicio 4.42 m<sup>3</sup>/s, equivalente a 4420 L/s y un caudal de salida de 3.96 m<sup>3</sup>/s equivalente a 3960 L/s. asimismo, Aranda y Castillo en su investigación para determinar el caudal del canal de irrigación Coriac emplearon el método de velocidad de agua o flotador lo cual concluyó que el caudal de entrada fue de 76,94 m<sup>3</sup>/s y la salida de 16,91 m<sup>3</sup>/s; se puede apreciar que si se utiliza el método del flotador para determinar caudales en canales no revestidos.

De acuerdo al resultado del segundo objetivo específico, se determinó las pérdidas a cada 50 metros en todo el tramo del canal Puyuguero, teniendo una pérdida total de todo el canal 580 L/s en un tramo de 2 240m; así mismo, Polo empleo el mismo método en la determinación de las pérdidas de agua en el canal lo cual lo realizo de la misma manera a cada 50 m y luego obtuvo la pérdida promedio de todo el canal, las pérdidas en primer tramo 1+750 km – 2+250 km, obtuvo una pérdida de 0.46 m<sup>3</sup>/s equivalente a 460 L/s de agua y el segundo tramo de la progresiva 3+000 – 3+500, con una pérdida de 0.46 m<sup>3</sup>/s equivalente a 460 L/s. Igualmente, Aranda y Castillo en su investigación: determinó las pérdidas de agua en el canal a cada 50 m, obteniendo así una pérdida de todo el tramo de 60,03 m<sup>3</sup>/s equivalente a 60 030 L/s, obteniendo una pérdida considerable de 78.02% en comparación a nuestro resultado que obtuvimos una pérdida de 51.26%.



En relación al resultado del tercer objetivo específico, la eficiencia de conducción en el canal Puyuguero de la progresiva 0+000 hasta km 2+240, evaluados por 45 tramos alcanzó un promedio de 98.53% y la eficiencia de conducción de todo el canal es de 51.26%; a diferencia de Pupiales en su investigación obtuvo una eficiencia de conducción un promedio de 96.90% excelente ya que el canal de riego se encontraba en mejores condiciones. Asimismo, Demin y Barrera, citado como antecedente internacional en su investigación obtuvieron una eficiencia de 90% en el primer canal y 86.5% en el segundo canal encontrándose en clasificación excelente de ambos canales esto debido a que las pérdidas son mínimas respectivamente. Igualmente, Polo obtuvo una eficiencia de conducción en primer tramo 1+750 km – 2+250 km, de 89.6% y el segundo tramo de la progresiva 3+000 – 3+500 una eficiencia de 89.6% respectivamente.

En la misma línea, Morales en su investigación de un canal de 2 km obtuvo una eficiencia de conducción de 95% excelente ya que las pérdidas por infiltración y evaporación eran mínimas. Se evidencia que los resultados son mayores a nuestro resultado ya que nuestra eficiencia de conducción del canal Puyuguero es solo de 51.26% es aceptable ya que se encuentra dentro de los rangos establecidos por Chávez Excelente 85%-100%, bueno 70%-85%, aceptable 50%-70% e inaceptable menores a 50%. Cabe mencionar que el canal sufre pérdidas por desbordamientos, infiltraciones y evaporación.

En cuanto a la propuesta de mejora del canal Puyuguero se consideró un diseño para un caudal de 1.19 m<sup>3</sup>/s, una base igual a 0.93m, tirante normal de 0.75m, borde libre 0.25m según norma y espejo de agua de 1.69m. A diferencia de Baltodano y Morales, que diseñaron un canal trapezoidal, con una base de 4m de ancho, un talud de 0.50 (correspondiente a un ángulo de 63.43°), un espejo de agua de 5.60m y un borde libre de 1m. Además, se menciona que el canal debería ser capaz de transportar un caudal de 57.17 m<sup>3</sup>/s.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que en el canal de riego Puyuguero no revestido progresivas 0+000 hasta 2+240 km, la eficiencia de conducción promedio por cada tramo es de 98.53%; y, la eficiencia de conducción del canal de riego Puyuguero es de 51.26%, aceptable.
2. Se determinó que en canal de Puyuguero en la progresiva 0+000 al 2+240 del canal de riego Puyuguero, se determinó un caudal de entrada de 1.19 m<sup>3</sup>/s equivalente a 1190 L/s y un caudal de salida de 0.61 m<sup>3</sup>/s equivalente a 610 L/s.
3. Se determinó pérdidas por infiltración, evaporación; así también, desbordamientos y absorción generadas por existencias de plantas, la medición de las pérdidas del canal se realizó cada 50 metros en todo el tramo del canal Puyuguero, progresiva 0+000 a 2+240, obteniendo una pérdida total de 580 l/s; no obstante, en los tramos 0+800 al 0+850, 1+200 al 1+250, 1+500 al 1+550 y 1+950 al 2+000 no se encontraron pérdidas de caudal.
4. En la propuesta de diseño del canal se ha determinado las características geométricas e hidráulicas, como la base de 0.93 metros, el tirante normal de 0.75 metros, el borde libre de 0.25 metros y el perímetro mojado de 2.62 metros, con un espejo de agua 1.69 metros, radio hidráulico de 0.30 metros y un área hidráulica de 0.99 metros cuadrados. Estas características han sido diseñadas para lograr la máxima eficiencia hidráulica del canal.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que para próximas investigaciones en el canal Puyuguero, se determine el caudal con un método diferente al flotador, por ejemplo, el método del correntómetro, y así obtener resultados más precisos.

Se recomienda que, para la determinación de pérdidas, se realice aforaciones por tramos menores a 50 m, para así obtener datos más detallados y precisos.

Se recomienda al gobierno regional, provincial y local, que se considere el revestimiento de canales de riego, ya que existe un alto porcentaje de pérdida de recurso hídrico en canales sin revestir, por lo tanto, diseñar canales revestidos es evitar el desabastecimiento de agua hacia las parcelas. Al reducir las pérdidas de agua, se asegura que haya suficiente agua disponible para el riego de los cultivos y otros usos agrícolas. Esto es especialmente importante en áreas donde el agua es un recurso escaso y se necesita gestionar de manera eficiente.

## REFERENCIAS

PUPIALES Farinango Ivan David. Tesis: Determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal “El Pueblo” del Sistema de Riego Tumbaco. Quito, Ecuador, abril. 2019. 88 pp.

Ing. ALBERTO Nuñez Leonardo. Artículo: cuadernillo de cálculo de eficiencia para sistemas de riego. 2017. 266 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Estado situacional del Ministerio de Agricultura y Riego. 2018. 13pp.

TIANXIAO, Mengxin, Qiang, Song y Dong, en su artículo: Análisis de las características del sistema de canales de riego en la prov. de Heilongjiang y la influencia en la eficiencia del uso de recursos hídricos para riego. 2018. 87 pp.

BANCO MUNDIAL. Revista: sistemas de riego. 2017.

GOROZABEL. en su investigación: Análisis de un canal de concreto, con una máxima eficiencia hidráulica de sección trapezoidal, longitud del acueducto de riego 700m. 2018. 77 pp.

ÁLVAREZ, J. M. & CASTILLO C. S. “Evaluación de las pérdidas de agua por filtración en un canal de tierra y su efecto económico en los costos de producción agrícola, sector Valdivia alta – Ramal I valle de Santa Catalina Moche – Trujillo”. (Tesis para título) Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. 2015. 67 pp.

ENRIQUE Rus Arias, Investigación cuantitativa. 05 de febrero, 2021.

Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-cuantitativa>.

SAMPIERI, R. H. y Mendoza Torres C. P. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill México. 2018.

CONDORI-Ojeda, Porfirio (2020). Niveles de investigación. Curso Taller

MORALES M. A., ROMERO K. K. & GARZÓN R. E. “Application of the educational software Cefficiency chnnels”. RITI Journal, Vol. 7, 13, 2019. 233 pp.

Estudios Ambientales. Eficiencia de los Sistemas de Riego en el embalse las Pirquitas, prov. de Catamarca, Argentina. 2017. 150 pp.

TRUJILLO. tesis: Construcción de canales de riego para incrementar la eficiencia operacional en el sector Casca, Región Chiquian – Bolonia - Ancas, 2019. 95 pp.

JOSÉ Lozada. Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, Vol. 3, Nº. 1, 2017. 50p. ISSN-e 1390-9592

YURIKO Yojaira Reátegui Montes. Determinación de la pérdida de la eficiencia hidráulica de conducción debido a fugas físicas de agua que afectan al canal principal del sistema de irrigación Cumbaza - Tarapoto – Perú. 2020. 115pp.

GUILLERMO Westreicher, Población. Economipedia.com 21 de junio, 2020

Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/poblacion> .

UNIVERSIDAD Cesar Vallejo. Código de Ética en Investigación: Para todos aquellos que realizan investigación en la Universidad César Vallejo. Trujillo: 2020. 17 pp.

JIMÉNEZ Benavides, JOSUÉ Ramon. La eficiencia de conducción en el canal troncal tramo no revestido progresiva 5+400 - 5+900; tramo revestido progresiva 17+006 -17+506 - caso comisión de usuarios margen izquierda del río tumbes. 2017.

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7104/1>

Ministerio de Agricultura y Riego. Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego, Lima – Perú. 2015.

Disponible en: [https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual\\_determinacion\\_eficiencia\\_riego.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf)

Bos, MG Estándares para Eficiencias de Riego de ICID. J. Irrig. Fuga. División, 2019. 105 pp.

Howell, la Eficiencia de Riego. dictado Geotecnología. Ing./Wörterbuch Geotech. Google Académico, 2017. 60 pp.

JIA, R.; FANG, S.; TU, W.; SUN, Z. Driven Factors Analysis of China's Irrigation Water Use Efficiency by Stepwise Regression and Principal Component Analysis. *Discret. Dyn. Nat. Soc*, 2016. 550 pp.

HERNANDEZ-LOPEZ, Ybrain; RIVAS-PEREZ, Raúl y FELIU-BATLLE, Vicente. Control automático de la distribución de agua en sistemas de riego: revisión y retos. *EAC [online]*. vol.41, 2022. 97 pp.

CHICLOTE AQUINO, O. Evaluación de la eficiencia de conducción del canal de riego el progreso mayanal – jaén – cajamarca, tramo: km, 00+000 -01+000 (Título de Ingeniero Agrícola). Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. 150 pp.

BOS, M.G. Standards for Irrigation Efficiencies of ICID. *J. Irrig. Drain. Div*, 2019. 105 pp.

CORDOVA CHUMACERO, J. "Evaluación de las eficiencias de conducción para la optimización del recurso hídrico del Canal "8i" de la Comisión de Usuarios del Sub-sector hidráulico Margen Derecha del Río Chira – Provincia de Sullana." Universidad Nacional de Piura, 2017. 220 pp.

GOICOCHEA INFANTE, R. "Determinación de la Eficiencia de conducción del Canal Huayrapongo, Distrito de Baños del Inca – Cajamarca." Universidad Nacional de Cajamarca, 2013. 44 pp.

POLO. tesis: Determinación de la eficiencia de impulsión de los canales de riego - El Caso del Puerto de Kuras - Margen Derecha de Tumbes - 2020. 2020. 108 pp.

ARANDA y CASTILLO en su investigación: Evaluación y propuesta de diseño del canal de irrigación de Koriak, Municipio Antas, Provincia de Carhuas, Provincia Ancash. 2018. 88 pp.

ARTEAGA y BUENO. Revista. Definición de sistema de riego o perímetro de riego. 2014.

POLO. Investigación: desgastes en ductos. 2021. 25 pp.

MÁXIMO Villon. Hidráulica de Canales – Lima – Perú. 2007. 255 pp.

WILLIAM Baltodano y SHEILA Morales. Diseño hidráulico de un canal de 1km de longitud que comprende parte de la zona 2, 5, 6 y 11 del municipio de ciudad Sandino, de marzo a julio de 2015. Nicaragua. 2015. 114pp.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/53103576.pdf>

---

# **ANEXOS**

---



---

# **MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

---

## ANEXO N° 1

Cuadro de operalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica /Instrumento	Escala de medición
Variable Independiente	Los canales son conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera; esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso. La eficiencia de conducción es la capacidad de las obras hidráulicas del sistema de riego para captar y conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta las parcelas (Reátegui, 2020, p.53).	Se determinará la eficiencia de conducción mediante el cuadernillo de eficiencia de riego del Ministerio de Agricultura y Riego y el instrumento de aforación para determinar el caudal será mediante el método del flotador y la propuesta de mejora se realizará mediante la (topografía) todo esto se va medir en función de los indicadores de cada una de sus dimensiones.	Evaluación de canal	Cálculo de caudal	Método de aforo (flotador)	Razón
Eficiencia de conducción				Cálculo de la eficiencia de conducción	cuadernillo de eficiencia de conducción	Razón
			Diseño hidráulico del canal	Topografía	Estación Total	Razón
				parámetros de diseño	Manual para diseño de canales	Razón
				Diseño de la infraestructura	software Hcanales	Razón

**Fuente:** Elaboración propia

---

# **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

---

## ANEXO N° 2

### Matriz de Consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	
¿Cuál es la eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyuguero, Sihuas, Ancash propuesta de mejora 2022?	Determinar la eficiencia del canal de riego de la localidad de Puyuguero, Sihuas, Ancash 2022.		<b>Técnica:</b> Observación
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>		
a) ¿Cuál es la pérdida de agua en el canal de tierra?	1. Determinar las pérdidas de agua en el canal de tierra	La eficiencia de conducción en el canal de riego Puyuguero se encontraría en un porcentaje de 30% baja.	
b) ¿Cuál es el caudal que circula en el canal de Puyuguero?	2. determinar el caudal que circula en el canal de Puyuguero		
c) ¿Cuál es la eficiencia de conducción del canal de Puyuguero?	3. Calcular la eficiencia de conducción del canal de Puyuguero, y realizar la propuesta de mejora		<b>Instrumentos:</b> Método del flotador y Cálculo de la eficiencia de conducción (manual de eficiencia de riego 2015)

**Fuente:** Elaboración propia

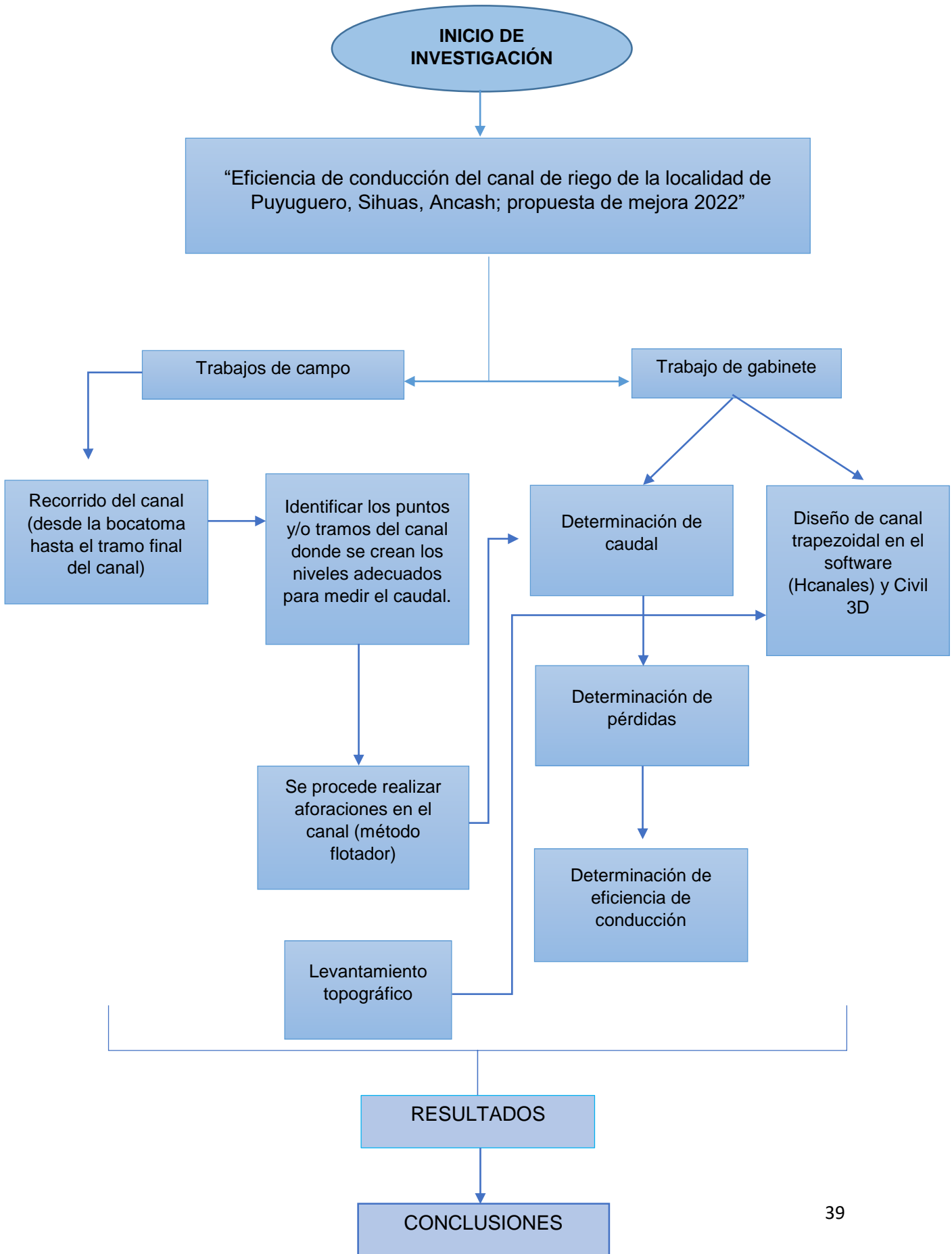
---

# **DIAGRAMA DE FLUJO**

---

### ANEXO N° 3

#### Diagrama de flujo



---

# **INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

---

## ANEXO N° 4

### Instrumento de evaluación "Método del flotador"

<b>INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN</b>			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugero, Sihuas; Ancash; propuesta de mejora 2022"			
<b>CANAL DE RIEGO:</b>	CANAL PUYUGUERO		
<b>UBICACIÓN</b>			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGUERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
<b>RESPONSABLES:</b>		<b>ASESORA:</b>	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY			
FECHA			
<b>TRAMO:</b>			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGUERO" EN LA PROGRESIVA			
<b>MÉTODO DE AFORO</b>			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
<b>t1:</b>			
<b>t2:</b>			
<b>t3:</b>			
<b>TIRANTE</b>	<b>SECCIÓN DEL CANAL</b>		
y0			
y1			
y2			
y3			
y4			
y5			
y6			
ÁREA (m2)	CAUDAL (m3/s)		

**Fuente:** elaboración propia



---

# **VALIDEZ DEL INSTRUMENTO**

---

## ANEXO N° 5

### Validez del instrumento

#### JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

#### INSTRUCCIONES

Coloquen en cada casilla a letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

**E = Excelente    B = Bueno    M = Mejorar    X = Eliminar    C = Cambiar**

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS	RESPUESTAS	OBSERVACIONES
<b>EFICIENCIA: DE CONDUCCIÓN</b>		
<b>EVAPORACIÓN</b>		
Altura de precipitación entre las dos mediciones	B	
Altura del agua añadida (+) o sustraída (-) del tanque cálculo de evaporación	B	
<b>INFILTRACION: METODO DEL FLOTADOR</b>		
<b>Sondeos</b>		
Distancias del punto inicial (m)	B	
Profundidad (m)	B	
<b>Flotador</b>		
Profundidad de la observación (m)	B	
Medición (m/s)	B	
<b>Velocidad</b>		
Velocidad Promedia (m/s)	B	
Velocidad media del tramo (m/s)	B	
<b>Sección</b>		

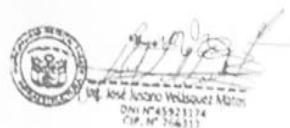
Ancho (m)	B	
Profundidad media (m)	B	
Área (m <sup>2</sup> )	B	
Descargar Parcial (m <sup>3</sup> /s)	B	
<b>DISEÑO</b>		
<b>ÁREA Y VELOCIDAD: VERTEDERO RECTÁNGULAR</b>		
<b>1. CAUDAL SEGÚN VERTEDERO</b>		
Base del Vertedero (B)	B	
Umbral del Vertedero (W)	B	
Longitud de Cristal (L)	B	
Carga Hidráulica (h)	B	
Coefficiente de Gasto (u)*	B	
Caudal de Ingreso (Q1)	B	
Caudal Promedio de Ingreso	B	
<b>2. CAUDAL SEGÚN EL MÉTODO VOLUMÉTRICO</b>		
Largo del Recipiente	B	
Ancho del Recipiente	B	
Volumen	B	
Tiempo de llenado	B	
Caudal de Ingreso (Q2)	B	
Caudal Promedio de Ingreso	B	


Evaluado por:

Nombres y Apellidos: José Justino Velásquez Matos

DNI: 45923174

Firma:




  
 Ing. José Justino Velásquez Matos
   
 DNI N° 45923174
   
 C.P. N° 706313

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Jose Justino Velazquez Melos, titular  
del DNI N° 45923174, de profesión Ingeniero Civil,  
ejerciendo actualmente como Supervisor de obra,  
en la institución Consejo Calvaco.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento guía de observación, los efectos de su aplicación al personal que estudia en: **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Sihuas, a los días del mes de septiembre, del 2022



Firma

## OFICINA ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN

**Estimado validador:**

Me es grato dirigirme a usted, a fin de solicitarle su inapreciable colaboración como experto para validar la guía de observación, por cuanto considero que sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación que se realiza en los actuales momentos, titulado:

**"EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL CANAL DE RIEGO DE LA LOCALIDAD DE PUYUGUERO, SIHUAS; ANCASH; PROPUESTA DE MEJORA 2022"**

Esto es como objeto de presentarla como requisito para obtener el título profesional de ingeniería civil.

Para efectuar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de acuerdo al criterio personal y profesional del actor que corresponde al instrumento. Por otra parte, se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

### INSTRUCCIONES

Coloquen en cada casilla a letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

**E = Excelente   B = Bueno   M = Mejorar   X = Eliminar   C = Cambiar**

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS	RESPUESTAS	OBSERVACIONES
<b>EFICIENCIA: DE CONDUCCIÓN</b>		
<b>EVAPORACIÓN</b>		
Altura de precipitación entre las dos mediciones	B	
Altura del agua añadida (+) o sustraída (-) del tanque cálculo de evaporación	B	
<b>INFILTRACION: METODO DEL FLOTADOR</b>		
<b>Sondeos</b>		
Distancias del punto inicial (m)	B	
Profundidad (m)	B	
<b>Flotador</b>		
Profundidad de la observación (m)	B	
<b>Medición (m/s)</b>	B	
<b>Velocidad</b>		
Velocidad Promedia (m/s)	B	
Velocidad media del tramo (m/s)	B	
<b>Sección</b>		

Ancho (m)	B	
Profundidad media (m)	B	
Área (m <sup>2</sup> )	B	
Descargar Parcial (m <sup>3</sup> /s)	B	
<b>DISEÑO</b>		
<b>ÁREA Y VELOCIDAD: VERTEDERO RECTÁNGULAR</b>		
<b>1. CAUDAL SEGÚN VERTEDERO</b>		
Base del Vertedero (B)	B	
Umbral del Vertedero (W)	B	
Longitud de Cristal (L)	B	
Carga Hidráulica (h)	B	
Coefficiente de Gasto (u)*	B	
Caudal de Ingreso (Q1)	B	
Caudal Promedio de Ingreso	B	
<b>2. CAUDAL SEGÚN EL MÉTODO VOLUMÉTRICO</b>		
Largo del Recipiente	B	
Ancho del Recipiente	B	
Volumen	B	
Tiempo de llenado	B	
Caudal de Ingreso (Q2)	B	
Caudal Promedio de Ingreso	B	

Evaluated by:

Names and Surnames: Carlos Enrique Escudero Mamani

DNI: 41558533

Firma:   
 CARLOS ENRIQUE ESCUDERO MAMANI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 148674

## CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Carlos Enrique Escudero Mamani, titular  
 del DNI N° 41558533, de profesión Ingeniero Civil,  
 ejerciendo actualmente como Costos y presupuestos,  
 en la institución Consejo Regional Pichincha.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento guía de observación, los efectos de su aplicación al personal que estudia en: **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Sihuas, a los días del mes de septiembre, del 2022

  
 CARLOS ENRIQUE ESCUDERO MAMANI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 198074

Firma



## CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Para confiabilidad del instrumento elaborado de la EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN se utilizo la siguiente fórmula:

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S^2_i}{S_t^2} \right]$$

Donde:

K: El número de ítems

S<sup>2</sup>: Sumatoria de Varianzas de los ítems

S<sub>t</sub><sup>2</sup>: Varianza de la suma de los ítems

α = Coeficiente de Alfa de Cronbach

PARÁMETROS:	
INDICADORES	RANGOS
CONFIABILIDAD BAJA	0.53 a menos
CONFIABILIDAD NULA	0.54 a 0.59
CONFIABLE	0.60 a 0.65
MUY CONFIABLE	0.66 a 0.71
EXCELENTE CONFIABILIDAD	0.72 a 0.99
CONFIABILIDAD PERFECTA	1

CONFIABILIDAD DEL RESULTADO DEL INSTRUMENTO: EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN						
	CONGRUENCIA DE ÍTEMS	AMPLITUD DE CONCIMIENTO	REDACCIÓN DE ÍTEMS	CLARADAD Y PRECISIÓN	PERTINENCIA	SUMA DE LOS ÍTEMS
	100 PUNTOS	100 PUNTOS	100 PUNTOS	100 PUNTOS	100 PUNTOS	
EXPERTO 1: CARLOS ENRIQUE ESCUDERO MAMANI	79	77	76	79	79	390
EXPERTO 2: JOSÉ JUSTINO VELÁSQUEZ	75	77	75	77	78	382
EXPERTO 3: KARINA ALEJOS SOLIS	82	80	79	81	79	401
VARIANZA P (S2)	8.22	2.00	2.89	2.67	0.22	60.67
K	5	0.92		SUMA DE VARIANZAS	16.00	
ALFA DE CRONBACH	0.92					

La confiabilidad del instrumento es de un 92% lo cual se encuentra en una excelente confiabilidad.

---

# **PROCESOS DE DESARROLLO**

---

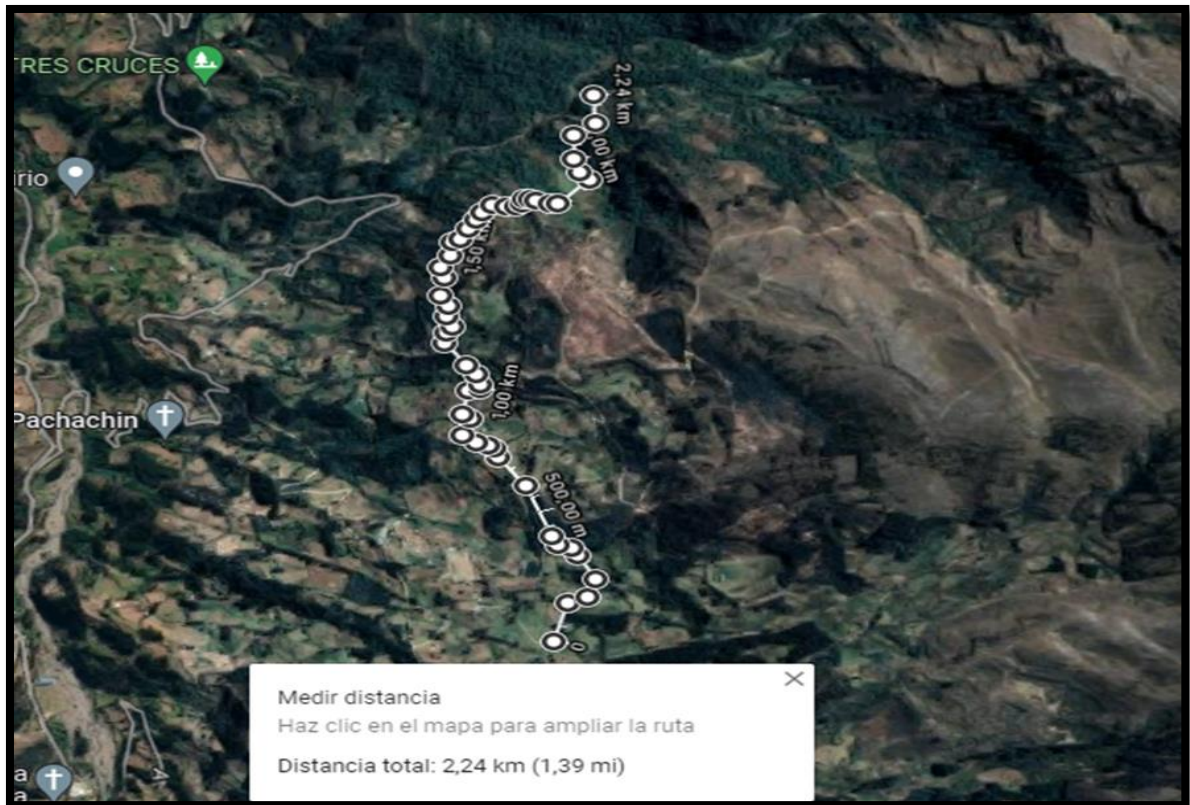
## ANEXO N° 6

### PROCEDIMIENTO DE DESARROLLO

Determinación de la zona de estudio, (canal de Puyugero no revestido que comprende 2+240 km).

**Figura N° 1**

Vista de localización del canal Puyugero, en el caserío Puyugero.



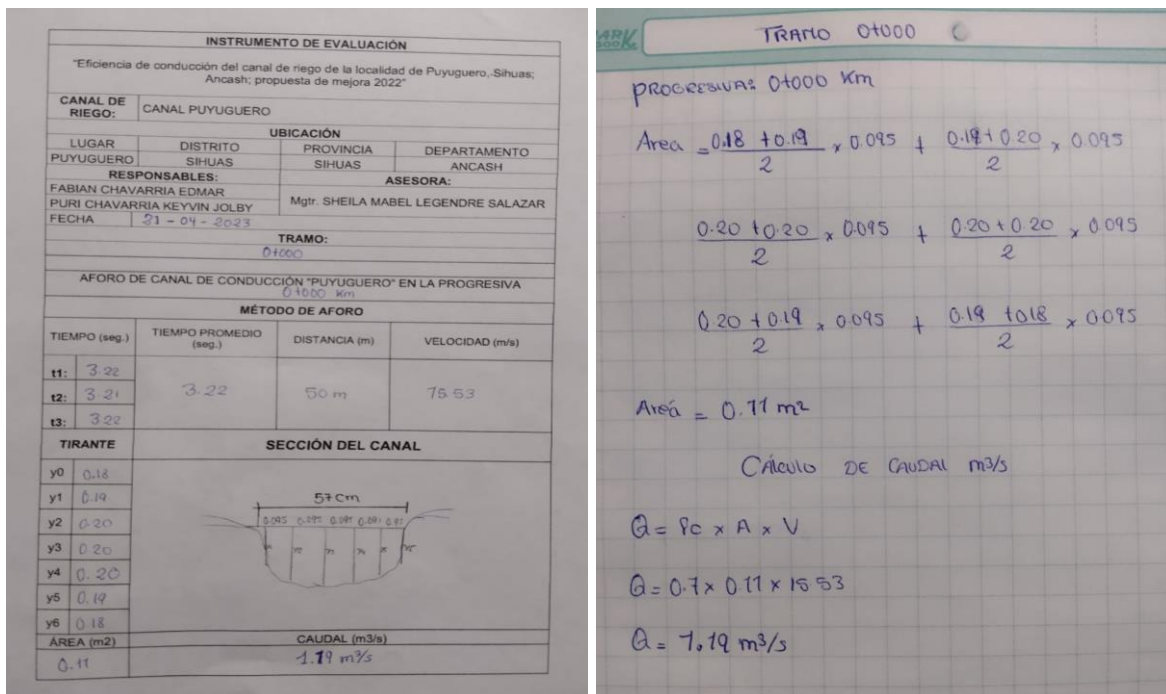
**Fuente:** Google Maps  
Elaboración propia

## INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN "CÁLCULO DE CAUDAL"

Determinación de caudal, con el instrumento de evaluación (método del flotador)

**Figura N° 2**

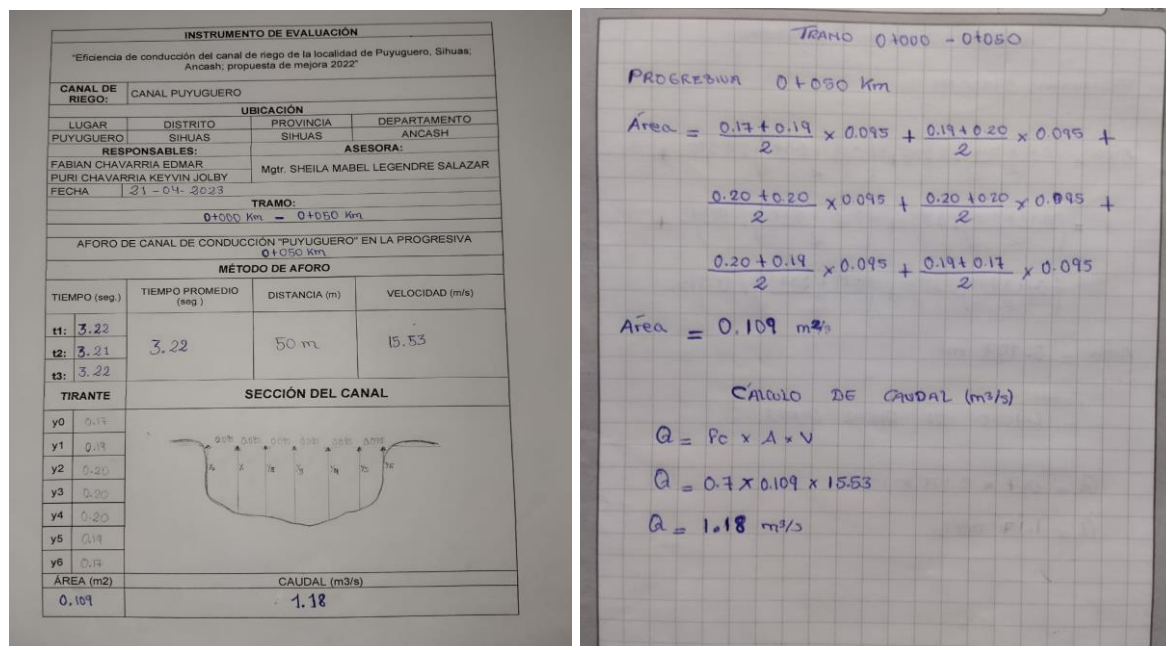
Cálculo de caudal Tramo 0+000



Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 3**

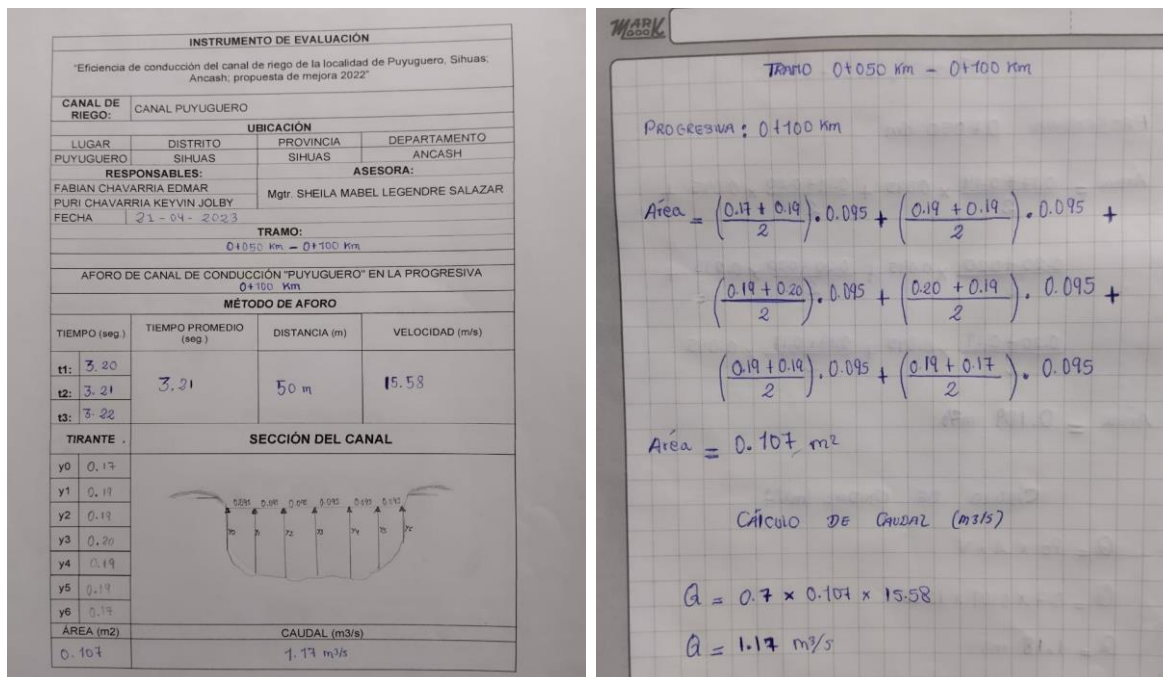
Cálculo de caudal Tramo 0+000 – 0+050



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 4

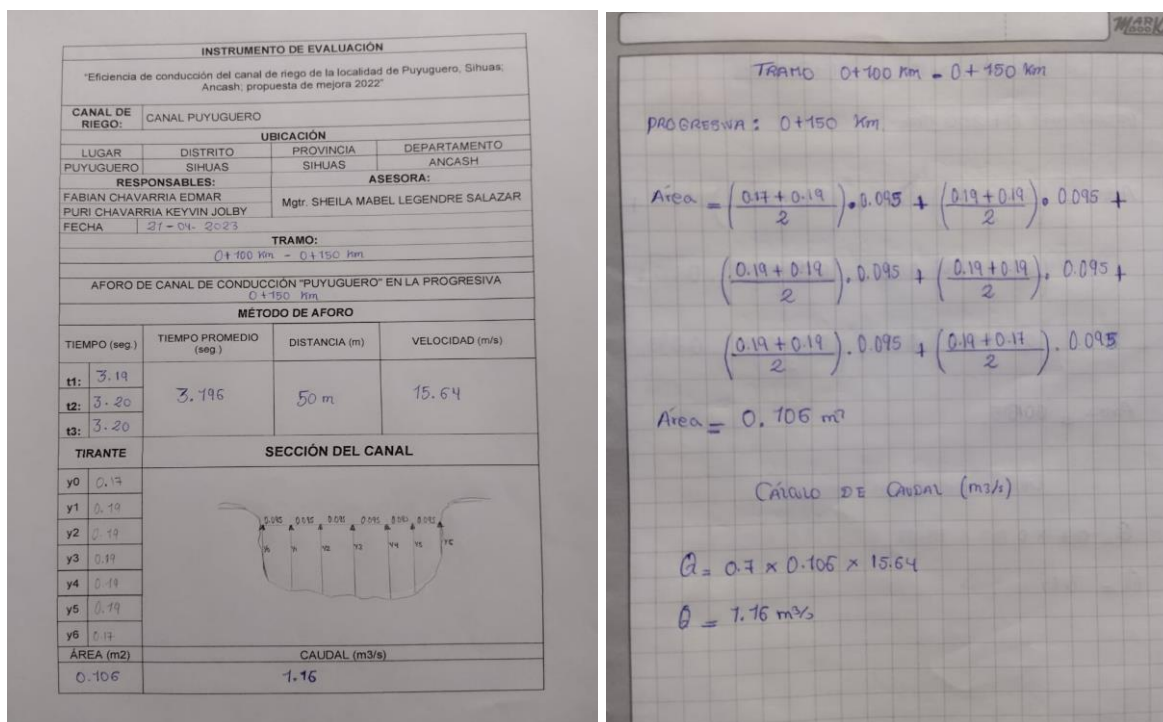
Cálculo de caudal Tramo 0+050 – 0+100



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5

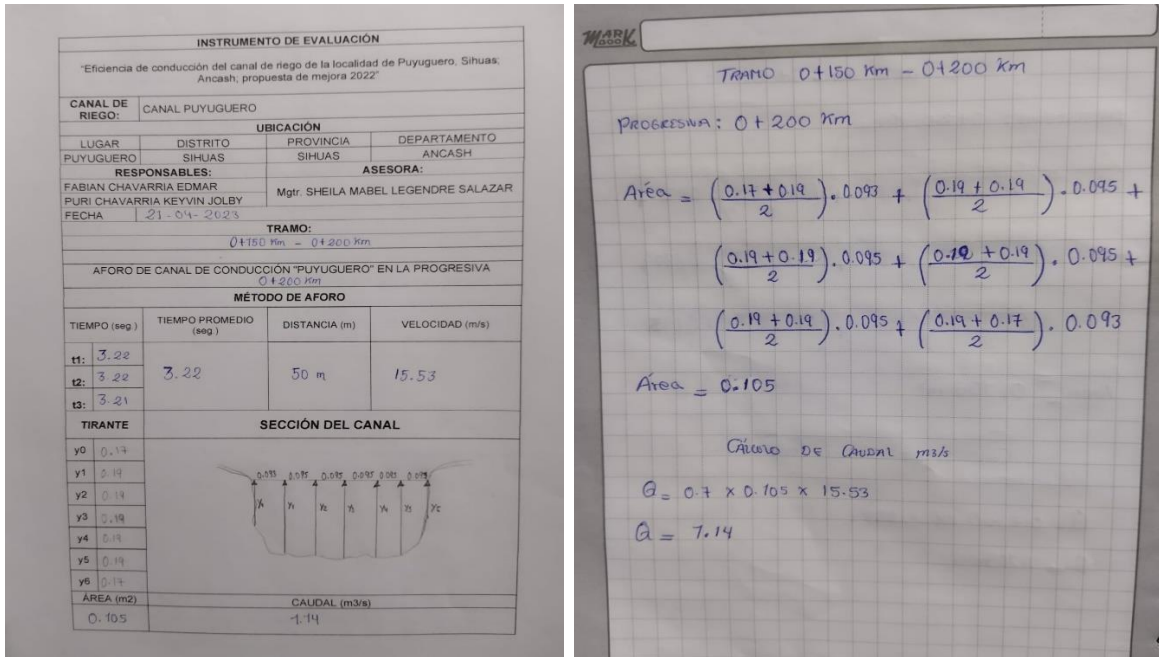
Cálculo de caudal Tramo 0+100 – 0+150



Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 6**

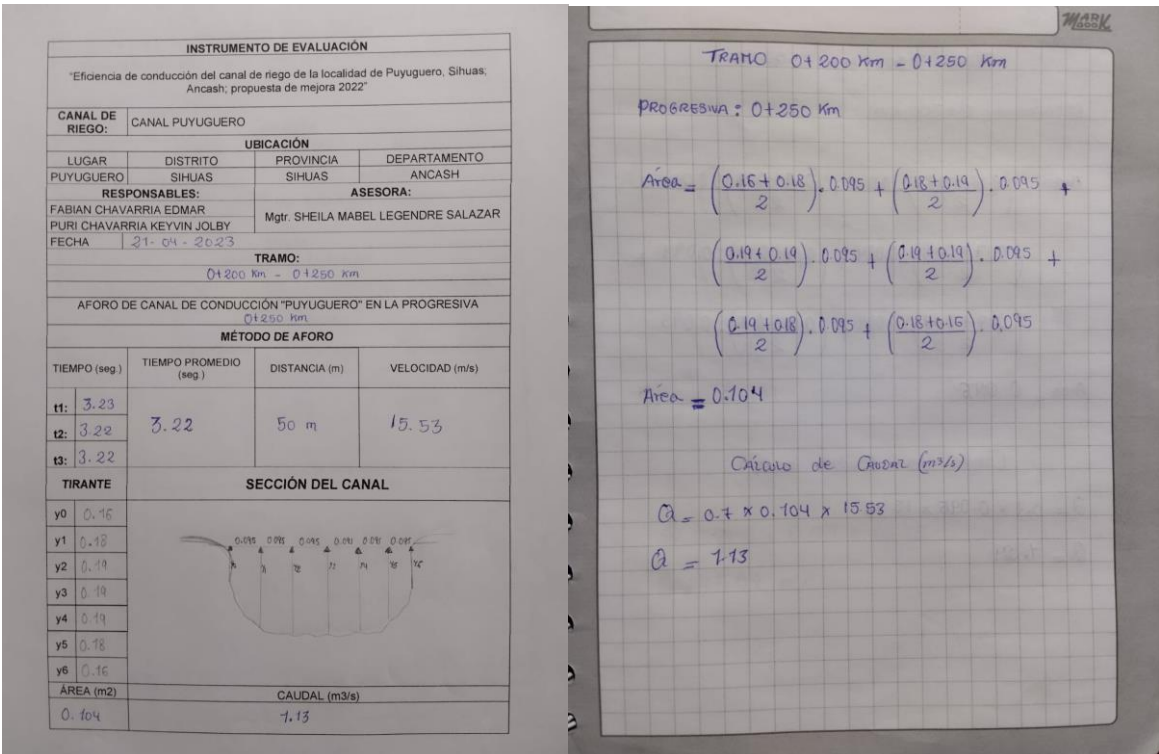
**Cálculo de caudal Tramo 0+150 – 0+200**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Figura N° 7**

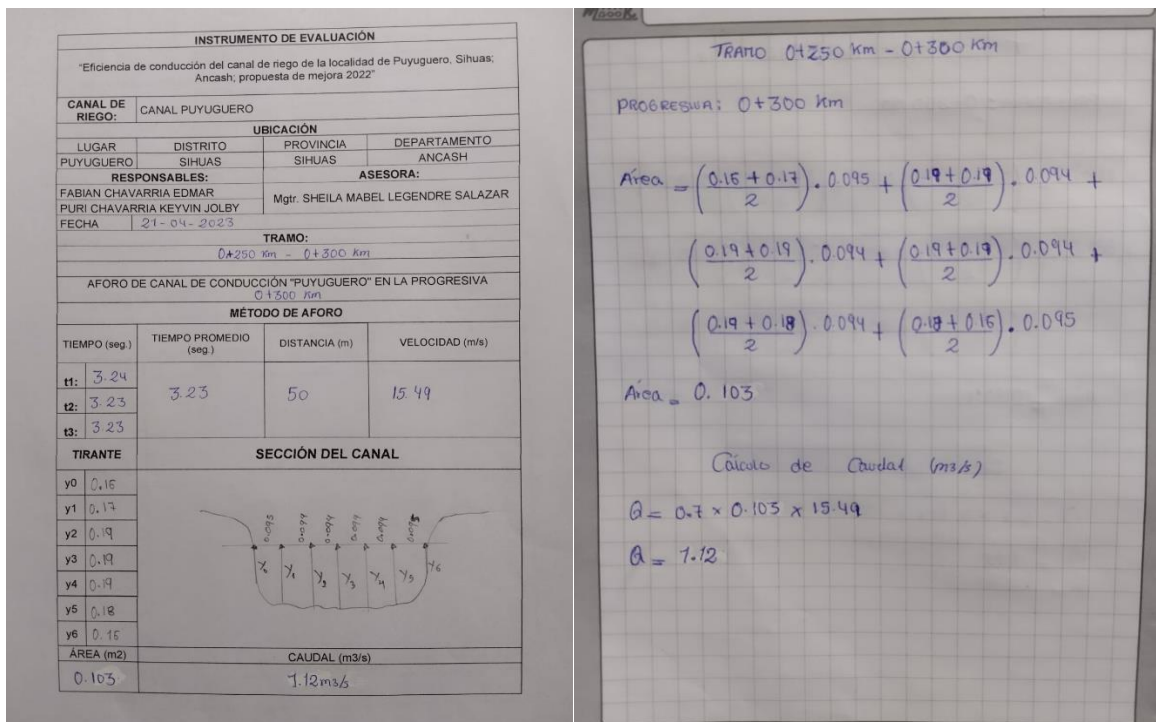
**Cálculo de caudal Tramo 0+200 – 0+250**



**Fuente: Elaboración Propia**

Figura N° 8

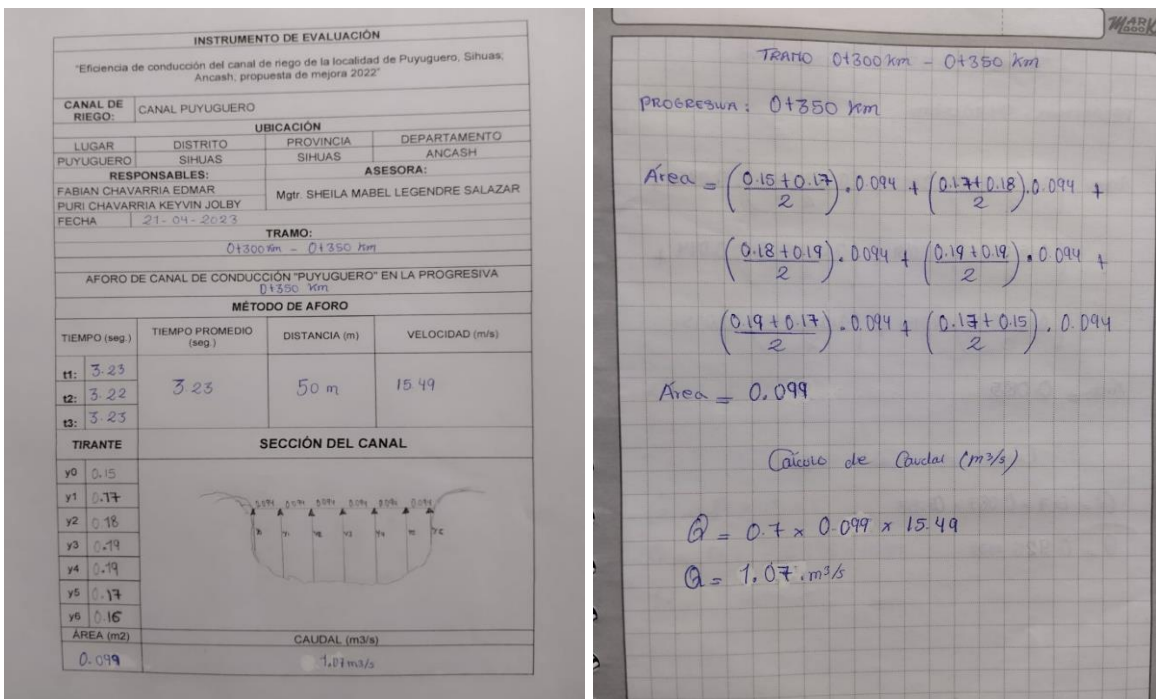
Cálculo de caudal Tramo 0+250 – 0+300



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 9

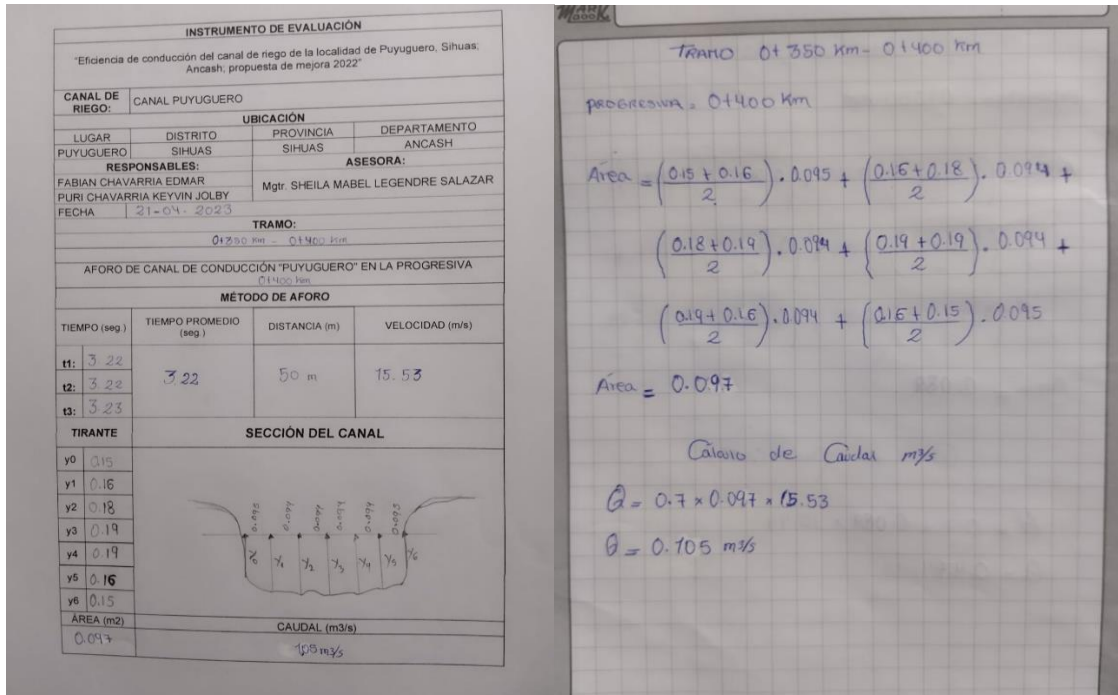
Cálculo de caudal Tramo 0+300 – 0+350



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 10

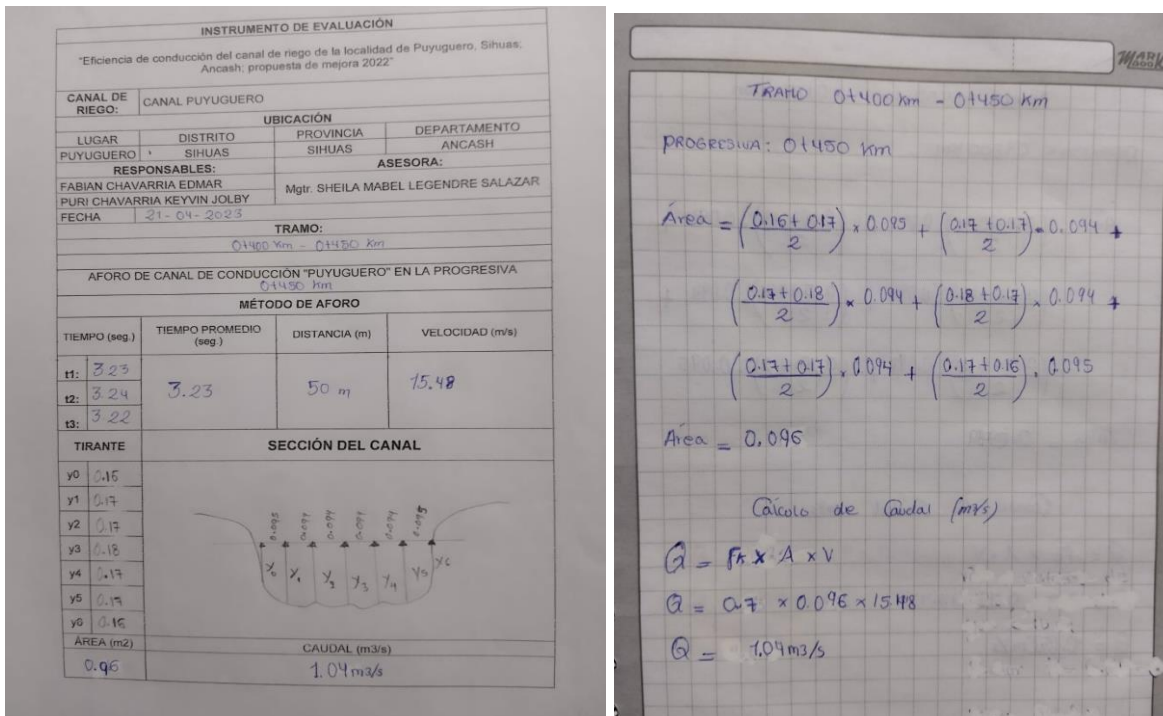
Cálculo de caudal Tramo 0+350 – 0+400



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 11

Cálculo de caudal Tramo 0+400 – 0+450

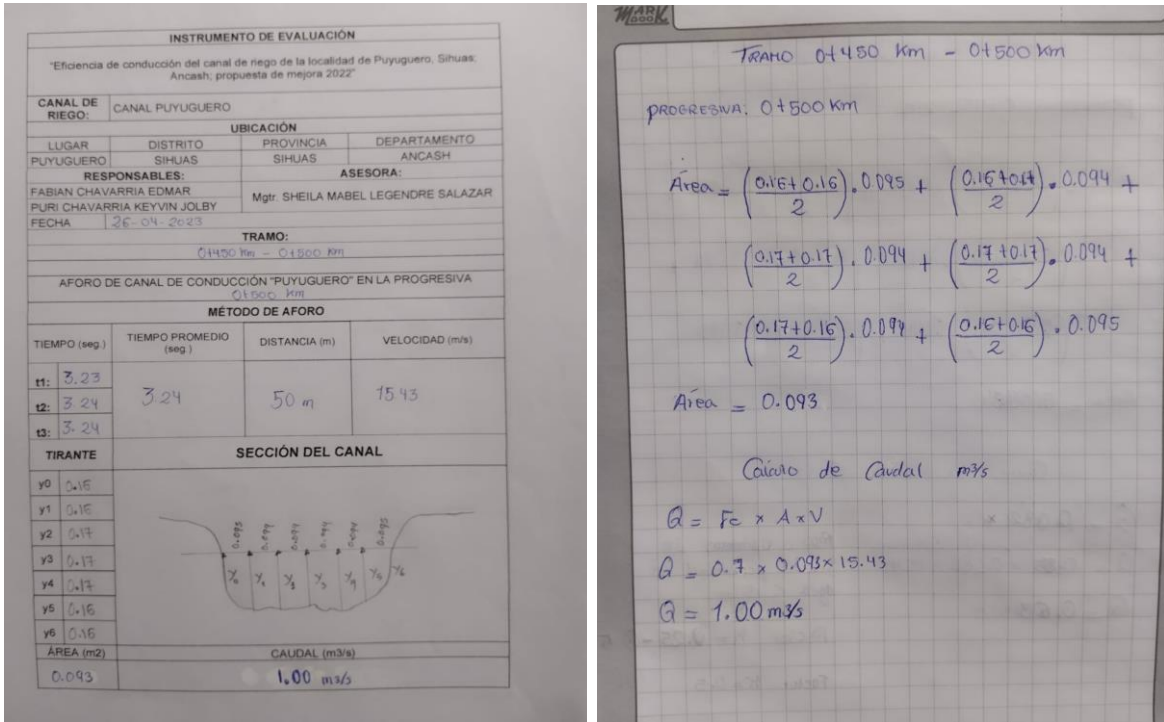


Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 12

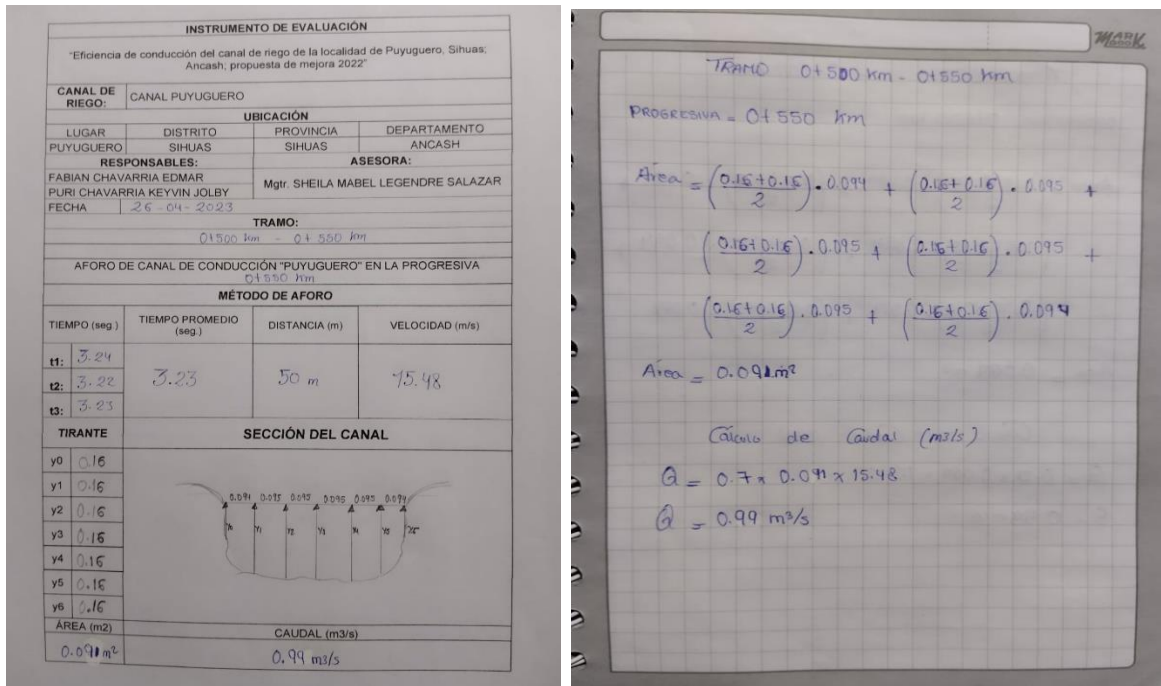
Cálculo de caudal Tramo 0+450 – 0+500



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 13

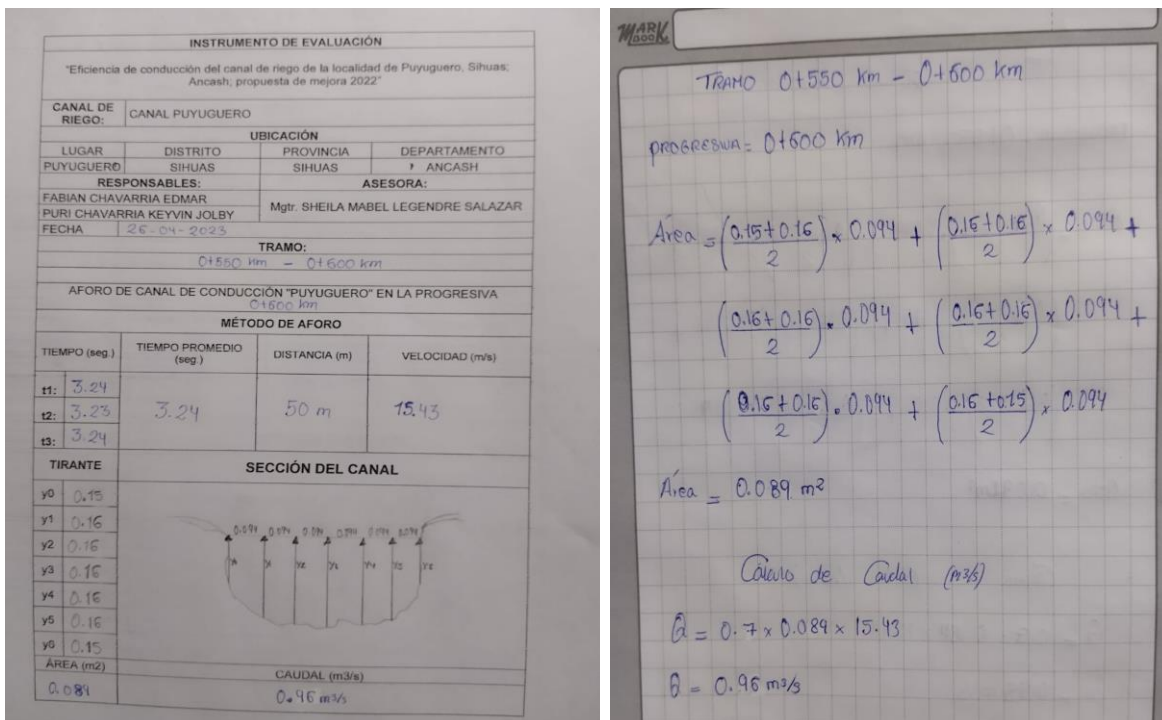
Cálculo de caudal Tramo 0+500 – 0+550



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 14

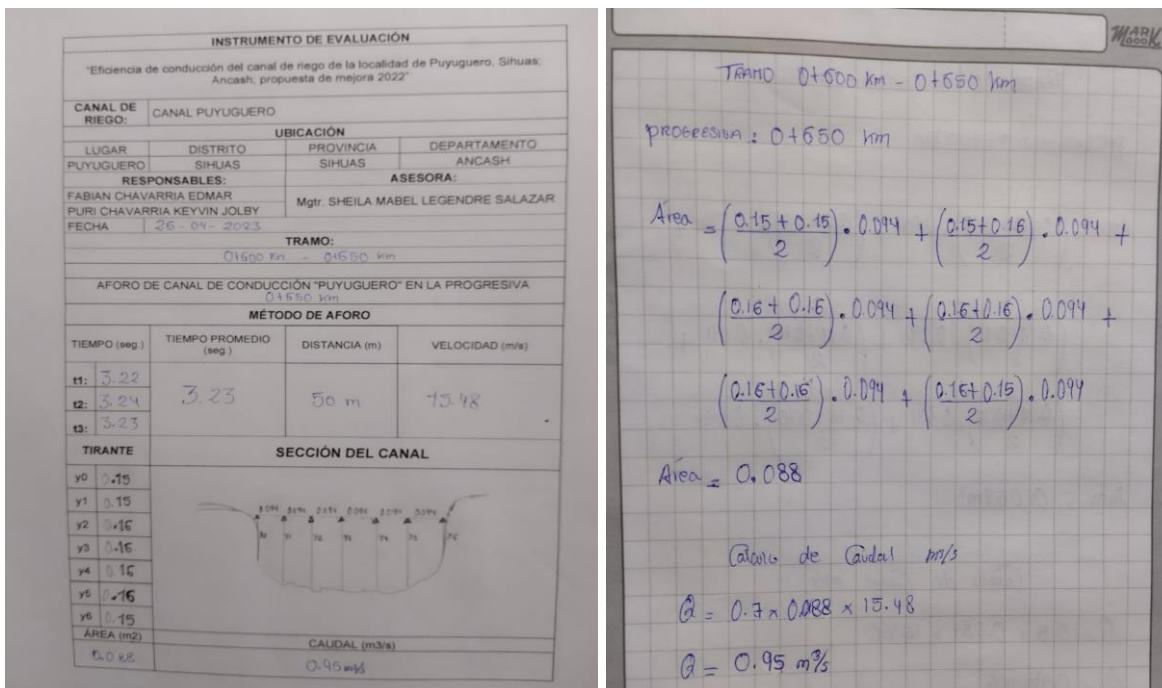
Cálculo de caudal Tramo 0+550 – 0+600



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 15

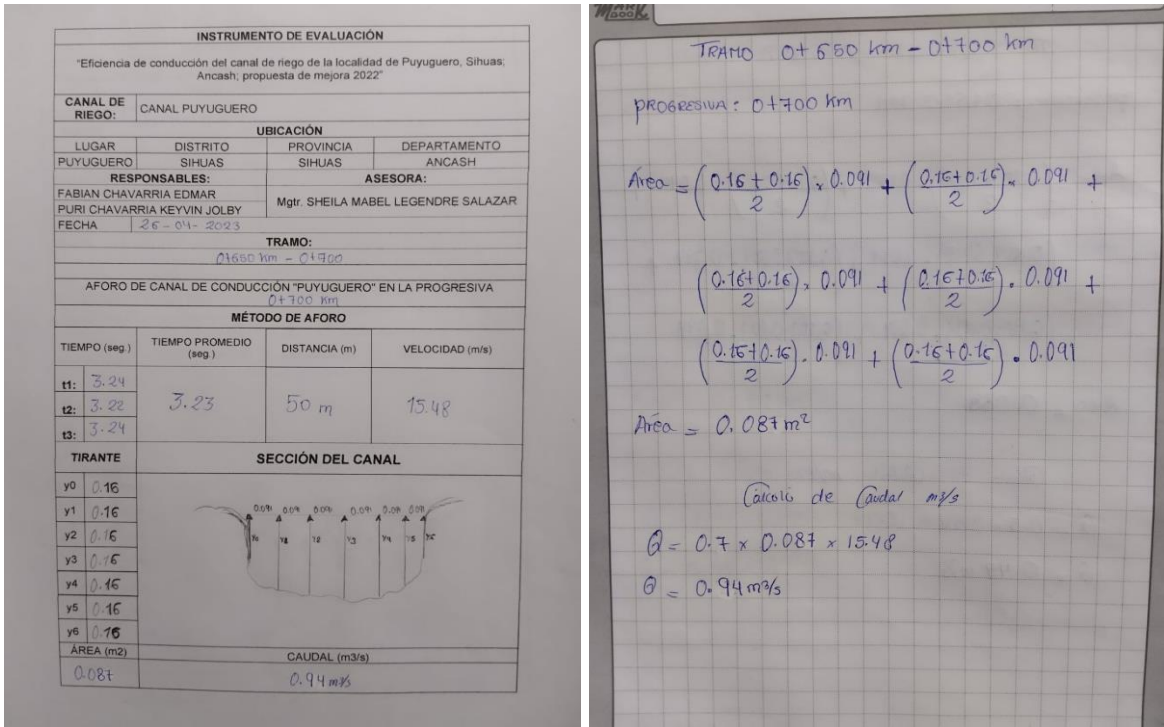
Cálculo de caudal Tramo 0+600 – 0+650



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 16

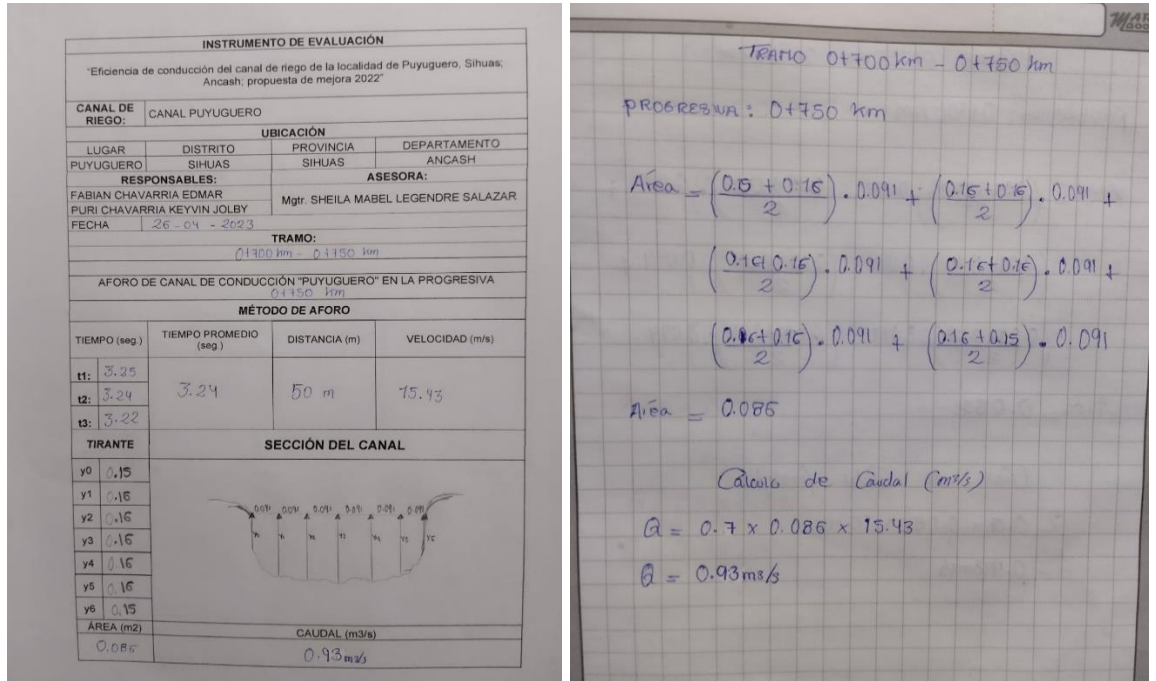
Cálculo de caudal Tramo 0+650 – 0+700



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 17

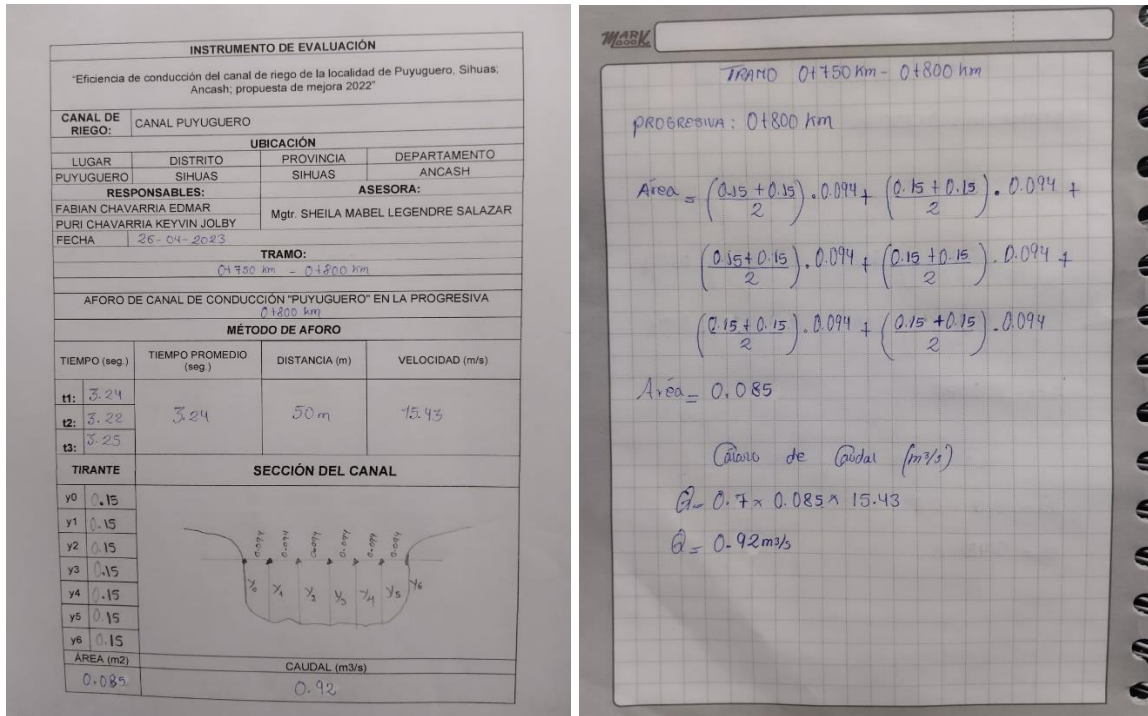
Cálculo de caudal Tramo 0+700 – 0+750



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 18

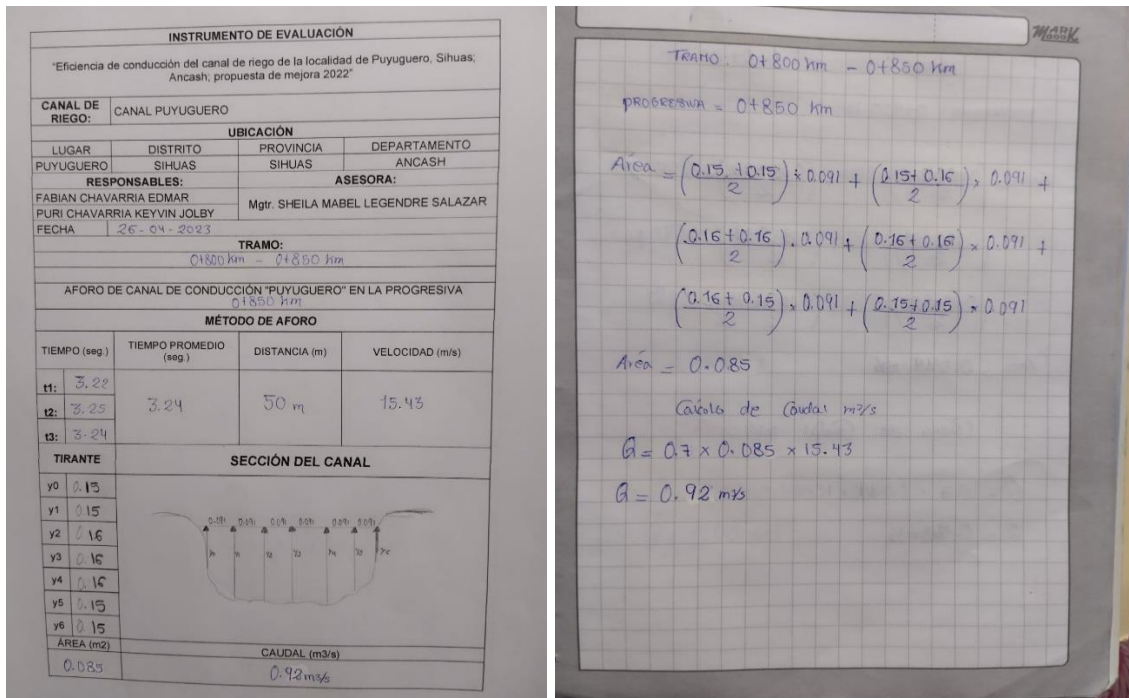
Cálculo de caudal Tramo 0+750 – 0+800



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 19

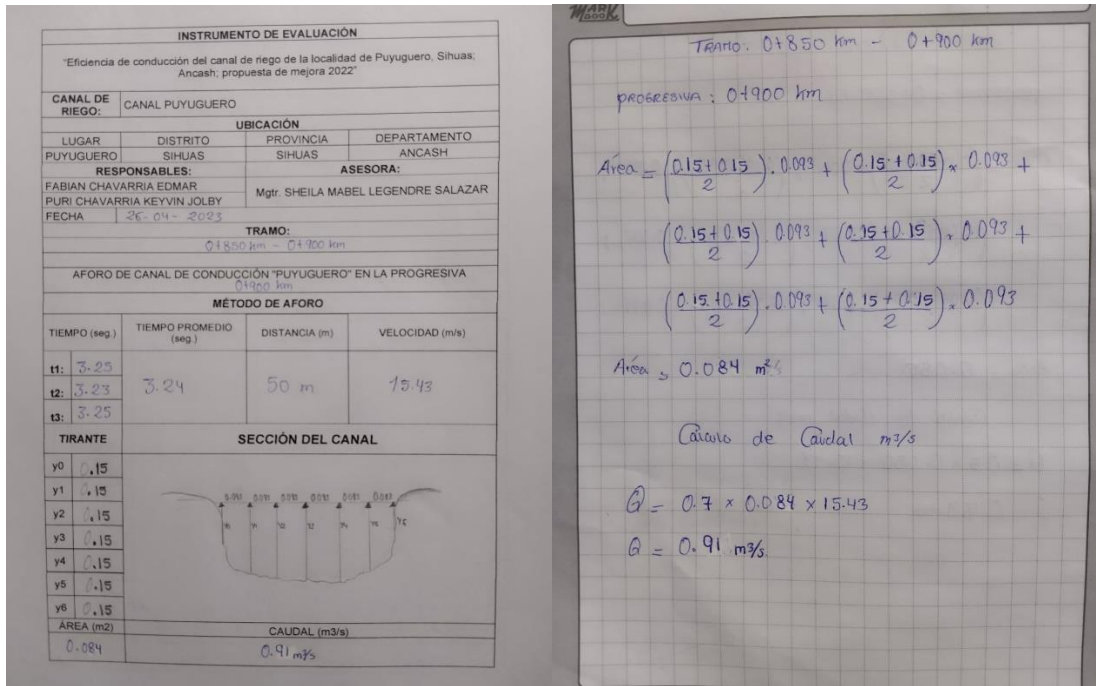
Cálculo de caudal Tramo 0+800 – 0+850



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 20

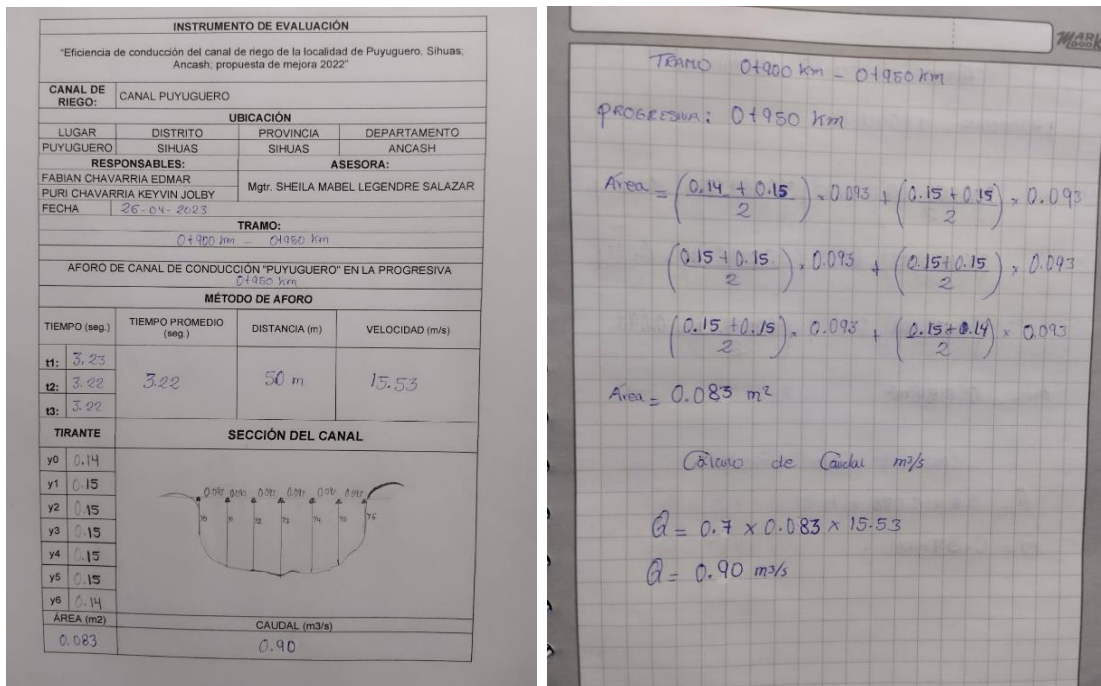
Cálculo de caudal Tramo 0+850 – 0+900



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 21

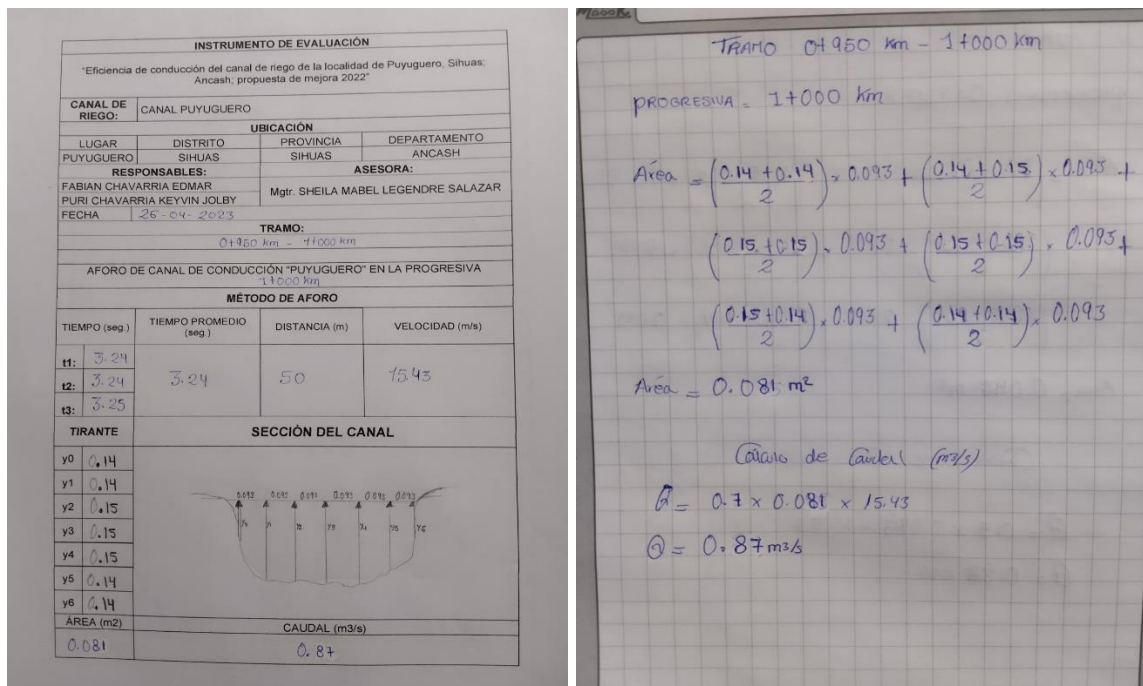
Cálculo de caudal Tramo 0+900 – 0+950



Fuente: Elaboración Propia

### Figura N° 22

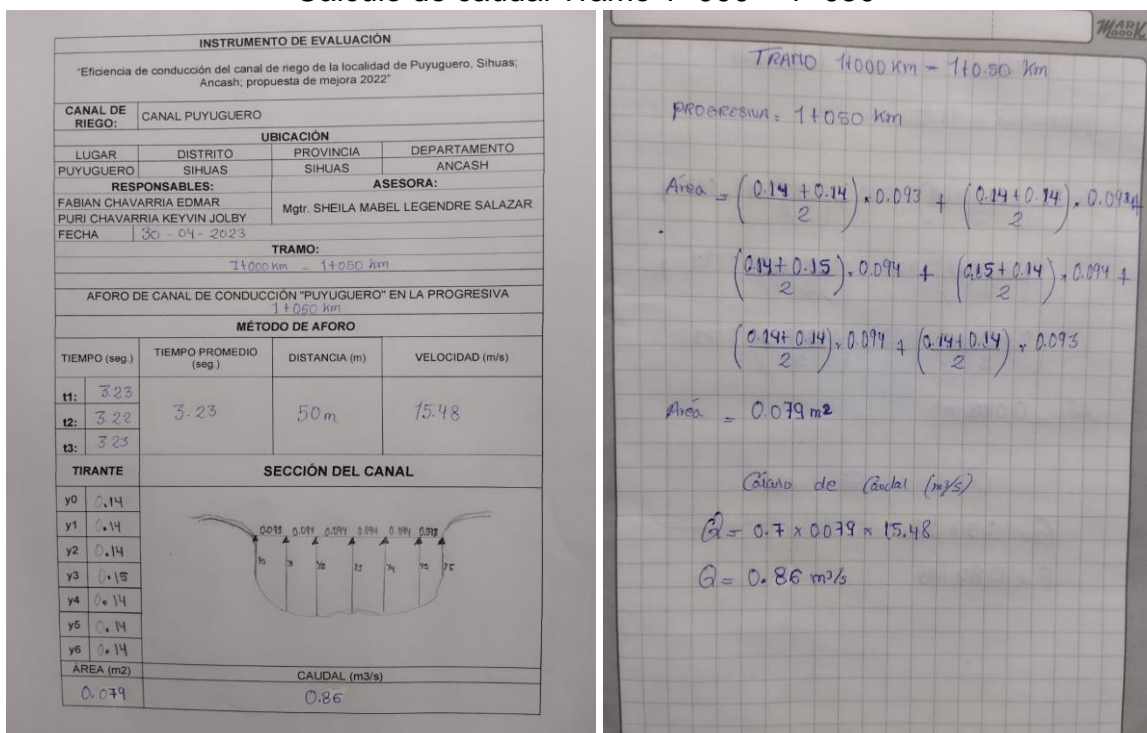
#### Cálculo de caudal Tramo 0+950 – 1+000



Fuente: Elaboración Propia

### Figura N° 23

#### Cálculo de caudal Tramo 1+000 – 1+050



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 24

Cálculo de caudal Tramo 1+050 – 1+100

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash; propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:		CANAL PUYUGÜERO	
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	30-04-2023		
TRAMO: 1+050 km - 1+100 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 1+100 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.22	3.23	50 m	15.48
t2: 3.23			
t3: 3.23			
TIRANTE			
SECCIÓN DEL CANAL			
y0	0.14		
y1	0.14		
y2	0.14		
y3	0.14		
y4	0.14		
y5	0.14		
y6	0.14		
AREA (m2)	0.078		
	CAUDAL (m3/s)		
	0.85		

TRAMO 1+050 km - 1+100 km  
 progresiva = 1+100 km

$$\text{Area} = \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.093 +$$

$$\left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.093 +$$

$$\left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.093$$

Área = 0.078 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.078 \times 15.48$$

$$Q = 0.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 25

Cálculo de caudal Tramo 1+100 – 1+150

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash; propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:		CANAL PUYUGÜERO	
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	30-04-2023		
TRAMO: 1+100 km - 1+150 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 1+150 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.21	3.22	50	15.53
t2: 3.22			
t3: 3.22			
TIRANTE			
SECCIÓN DEL CANAL			
y0	0.14		
y1	0.14		
y2	0.14		
y3	0.14		
y4	0.14		
y5	0.14		
y6	0.14		
AREA (m2)	0.077		
	CAUDAL (m3/s)		
	0.84		

TRAMO: 1+100 km - 1+150 km  
 progresiva = 1+150 km

$$\text{Area} = \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.091 + \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.092 +$$

$$\left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.092 + \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.092 +$$

$$\left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.092 + \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \times 0.092$$

Área = 0.077 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

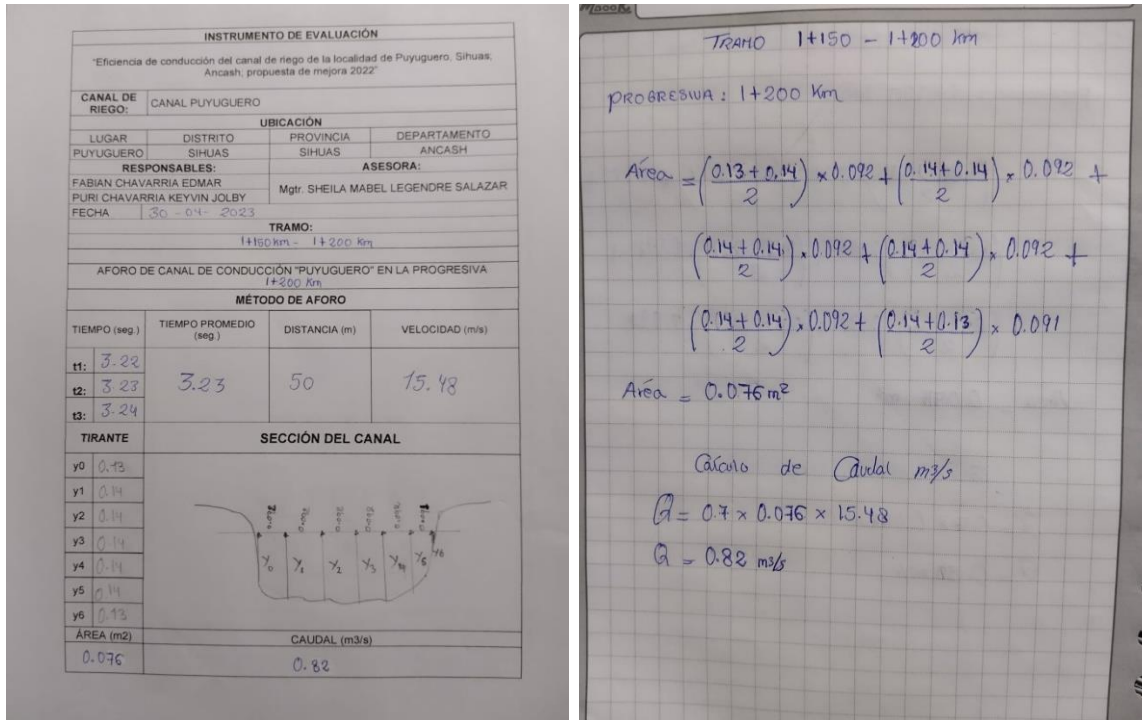
$$Q = 0.7 \times 0.077 \times 15.53$$

$$Q = 0.84 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 26

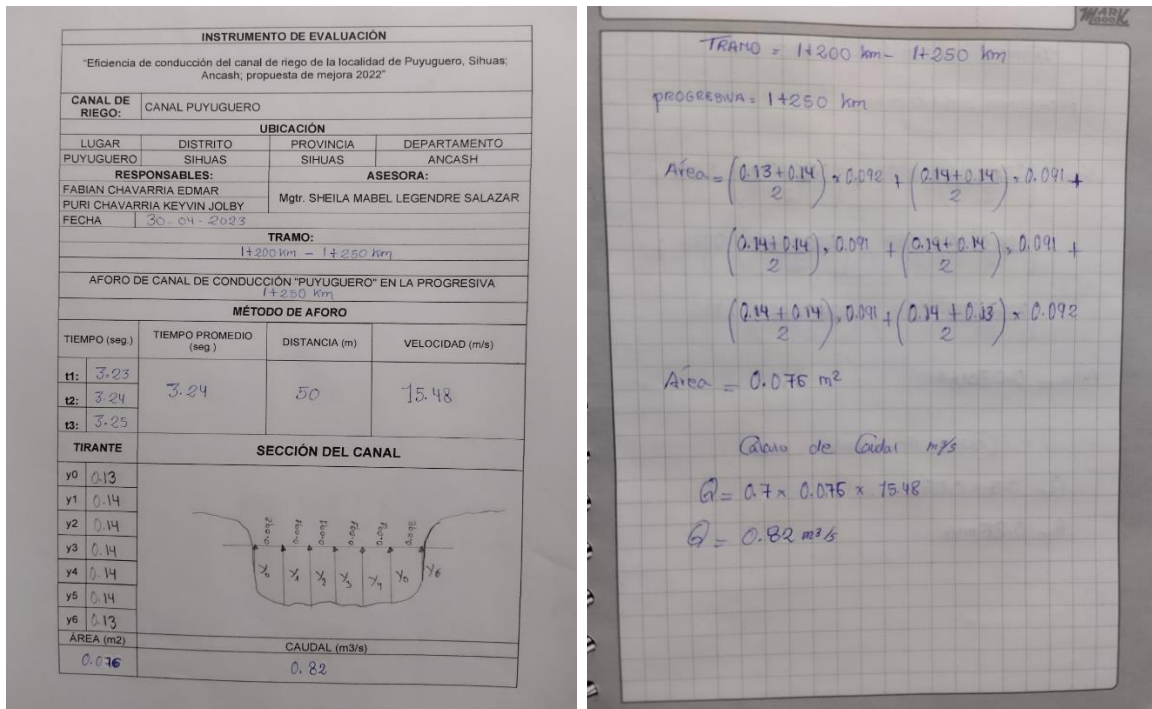
Cálculo de caudal Tramo 1+150 – 1+200



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 27

Cálculo de caudal Tramo 1+200 – 1+250



Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 28

Cálculo de caudal Tramo 1+250 – 1+300

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyuguero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:	CANAL PUYUGUERO		
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGUERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	30-04-2023		
TRAMO: 1+250 km - 1+300 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGUERO" EN LA PROGRESIVA 1+300 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.25	3.24	50	15.43
t2: 3.23			
t3: 3.24			
TIRANTE			
SECCIÓN DEL CANAL			
y0			
y1	0.12		
y2	0.14		
y3	0.14		
y4	0.14		
y5	0.13		
y6	0.12		
ÁREA (m2)	CAUDAL (m3/s)		
0.075	0.81		

TRAMO = 1+250 km - 1+300 km  
 progresiva = 1+300 km  

$$\text{Área} = \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \cdot 0.095 + \left(\frac{0.12+0.14}{2}\right) \cdot 0.095 +$$

$$\left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \cdot 0.095 + \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \cdot 0.095 +$$

$$\left(\frac{0.14+0.13}{2}\right) \cdot 0.095 + \left(\frac{0.13+0.12}{2}\right) \cdot 0.095$$

$$\text{Área} = 0.075 \text{ m}^2$$
 Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s  

$$Q = 0.7 \times 0.075 \times 15.43$$

$$Q = 0.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 29

Cálculo de caudal Tramo 1+300 – 1+350

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyuguero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:	CANAL PUYUGUERO		
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGUERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	30-04-2023		
TRAMO: 1+300 km - 1+350 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGUERO" EN LA PROGRESIVA 1+350 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.24	3.23	50 m	15.48
t2: 3.22			
t3: 3.23			
TIRANTE			
SECCIÓN DEL CANAL			
y0			
y1	0.12		
y2	0.14		
y3	0.14		
y4	0.14		
y5	0.13		
y6	0.12		
ÁREA (m2)	CAUDAL (m3/s)		
0.074	0.80		

TRAMO = 1+300 km - 1+350 km  
 progresiva: 1+350 km  

$$\text{Área} = \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \cdot 0.094 + \left(\frac{0.12+0.14}{2}\right) \cdot 0.094 +$$

$$\left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \cdot 0.094 + \left(\frac{0.14+0.14}{2}\right) \cdot 0.094 +$$

$$\left(\frac{0.14+0.13}{2}\right) \cdot 0.094 + \left(\frac{0.13+0.12}{2}\right) \cdot 0.094$$

$$\text{Área} = 0.074 \text{ m}^2$$
 Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s  

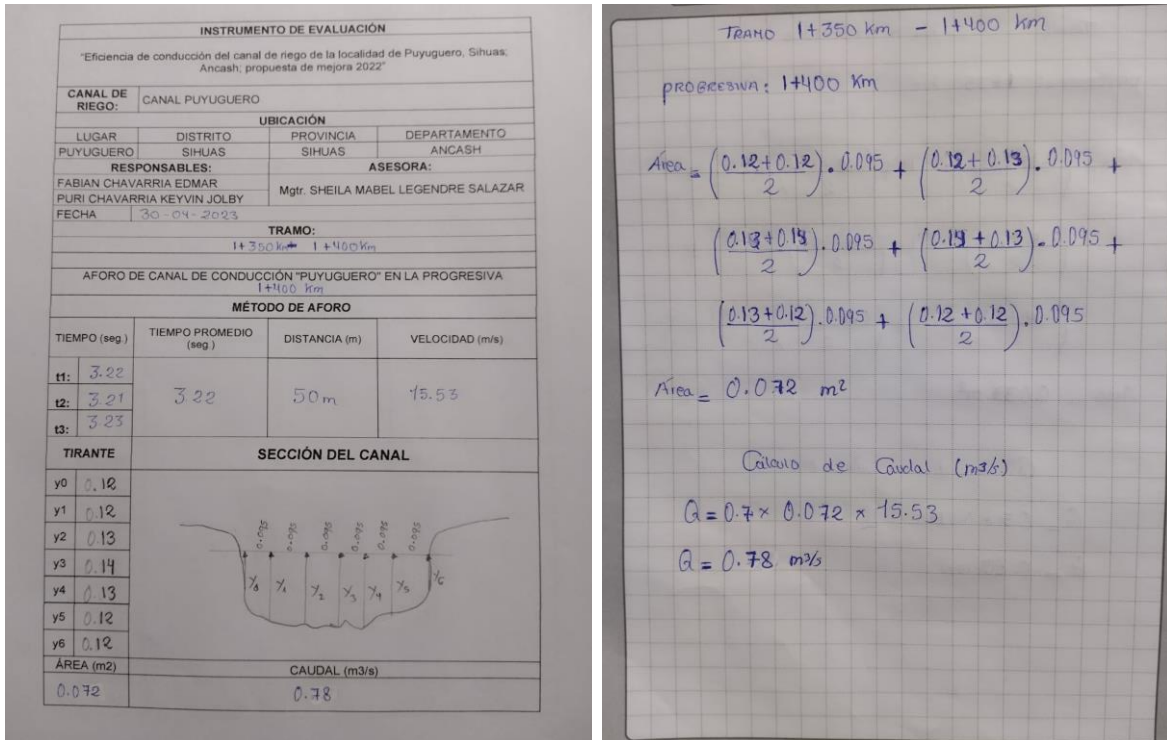
$$Q = 0.7 \times 0.074 \times 15.48$$

$$Q = 0.80 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 30

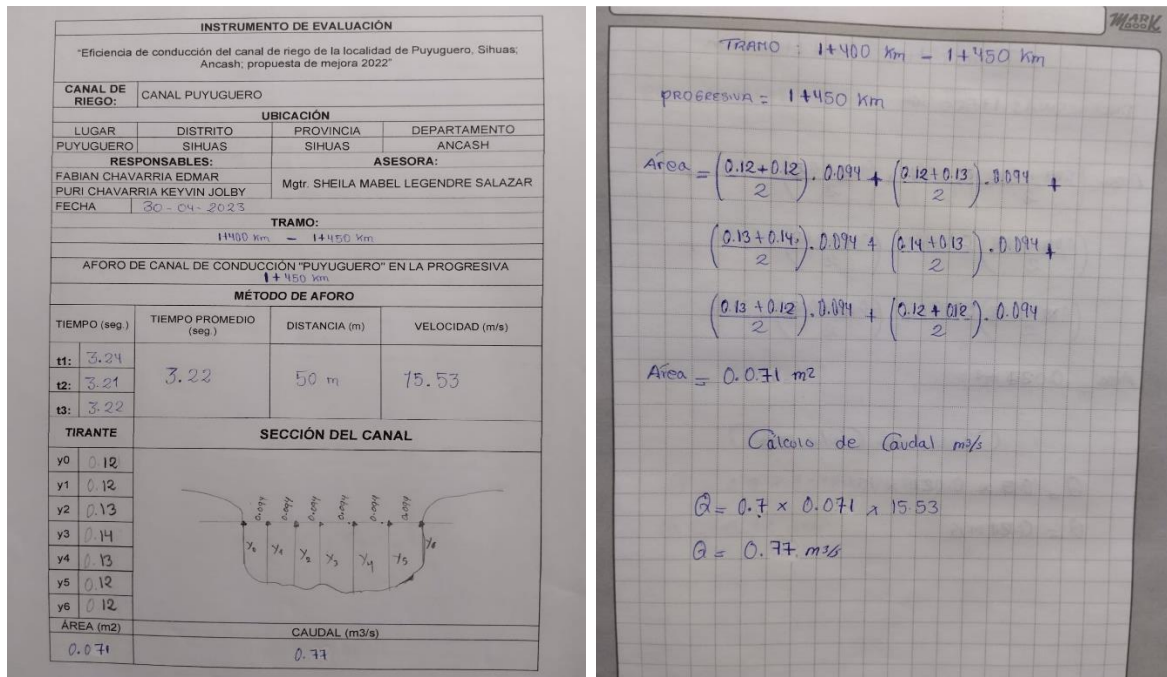
Cálculo de caudal Tramo 1+350 – 1+400



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 31

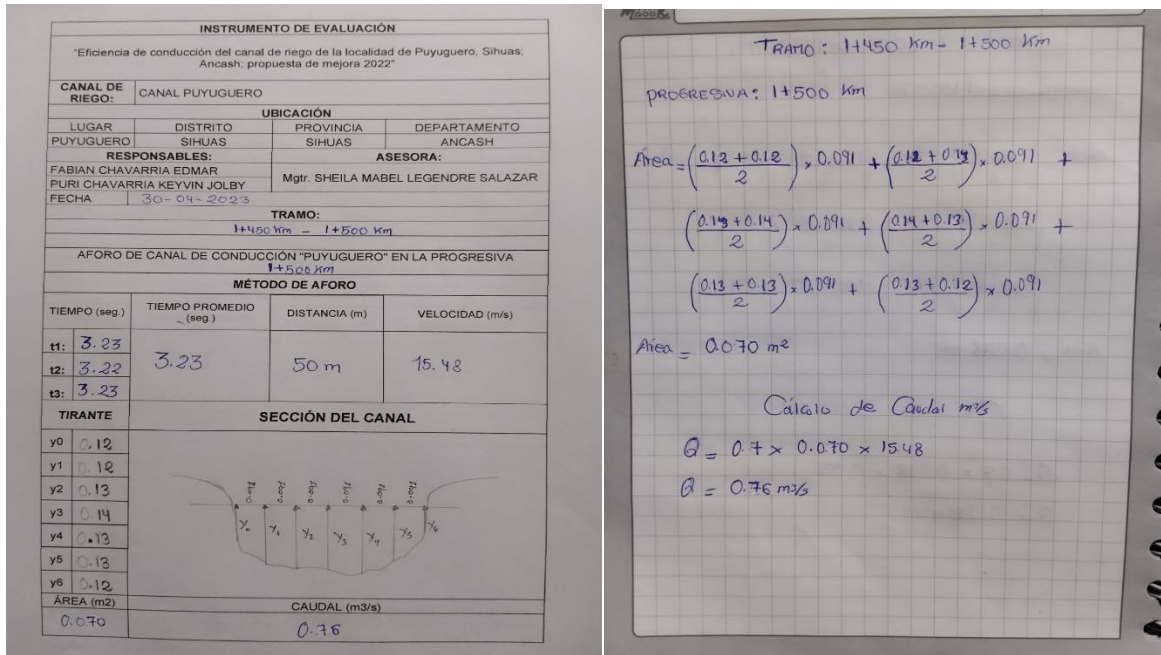
Cálculo de caudal Tramo 1+400 – 1+450



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 32

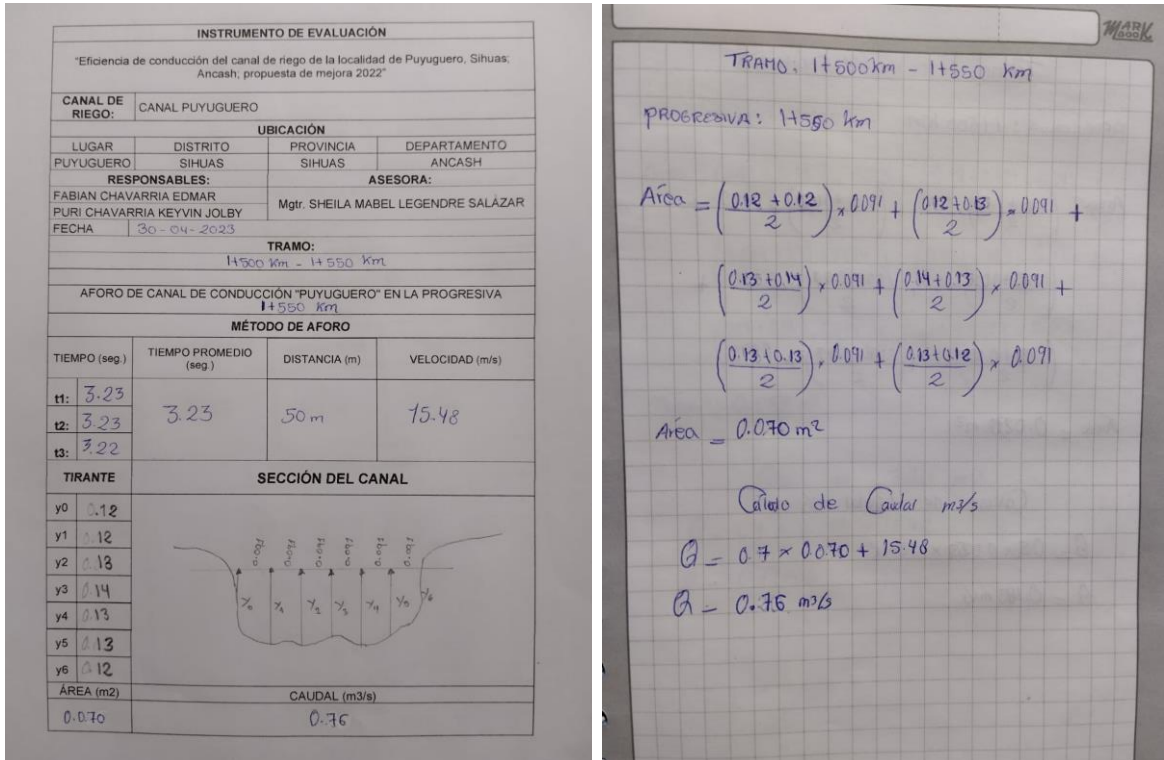
Cálculo de caudal Tramo 1+450 – 1+500



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 33

Cálculo de caudal Tramo 1+500 – 1+550



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 34

Cálculo de caudal Tramo 1+550 – 1+600

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:	CANAL PUYUGÜERO		
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgrtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	72-05-2023		
TRAMO:			
1+550 km - 1+600 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 1+600 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.24	3.23	50 m	15.48
t2: 3.22			
t3: 3.22			
TIRANTE			
SECCIÓN DEL CANAL			
y0	0.11		
y1	0.12		
y2	0.12		
y3	0.13		
y4	0.13		
y5	0.12		
y6	0.11		
ÁREA (m2)	CAUDAL (m3/s)		
0.069	0.75 m3/s		

TRAMO: 1+550 km - 1+600 km

PROGRESIVA: 1+600 km

$$\text{Área} = \left(\frac{0.11+0.12}{2}\right) \cdot 0.095 + \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \cdot 0.095 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.13}{2}\right) \cdot 0.095 + \left(\frac{0.13+0.13}{2}\right) \cdot 0.095 +$$

$$\left(\frac{0.13+0.12}{2}\right) \cdot 0.095 + \left(\frac{0.12+0.11}{2}\right) \cdot 0.095$$

Área = 0.069 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.069 \times 15.48$$

$$Q = 0.75 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 35

Cálculo de caudal Tramo 1+600 – 1+650

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:	CANAL PUYUGÜERO		
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgrtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	72-05-2023		
TRAMO:			
1+600 km - 1+650 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 1+650 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.23	3.23	50 m	15.48
t2: 3.22			
t3: 3.23			
TIRANTE			
SECCIÓN DEL CANAL			
y0	0.11		
y1	0.12		
y2	0.12		
y3	0.13		
y4	0.13		
y5	0.12		
y6	0.11		
ÁREA (m2)	CAUDAL (m3/s)		
0.068	0.74		

TRAMO: 1+600 km - 1+650 km

PROGRESIVA = 1+650 km

$$\text{Área} = \left(\frac{0.11+0.12}{2}\right) \cdot 0.095 + \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \cdot 0.094 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.13}{2}\right) \cdot 0.094 + \left(\frac{0.13+0.13}{2}\right) \cdot 0.094 +$$

$$\left(\frac{0.13+0.12}{2}\right) \cdot 0.094 + \left(\frac{0.12+0.11}{2}\right) \cdot 0.093$$

Área = 0.068 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.068 \times 15.48$$

$$Q = 0.74 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 36

Cálculo de caudal Tramo 1+650 – 1+700

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:		CANAL PUYUGÜERO	
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	12-05-2023		
TRAMO: 1+650 km - 1+700 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 1+700 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.22	3.23	50 m	15.48
t2: 3.23			
t3: 3.23			
TIRANTE	SECCIÓN DEL CANAL		
y0			
y1			
y2			
y3			
y4			
y5			
y6			
ÁREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)		
0.067	0.73		

TRAMO: 1+650 km - 1+700 km

PROGRESIVA: 1+700 km

$$\text{Área} = \left(\frac{0.11+0.12}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.093 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.13}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.13+0.13}{2}\right) \times 0.093 +$$

$$\left(\frac{0.13+0.11}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.093$$

Área = 0.067 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.067 \times 15.48$$

$$Q = 0.73 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 37

Cálculo de caudal Tramo 1+700 – 1+750

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:		CANAL PUYUGÜERO	
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	12-05-2023		
TRAMO: 1+700 km - 1+750 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 1+750 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.23	3.23	50 m	15.48
t2: 3.22			
t3: 3.24			
TIRANTE	SECCIÓN DEL CANAL		
y0			
y1			
y2			
y3			
y4			
y5			
y6			
ÁREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)		
0.065	0.70		

TRAMO: 1+700 km - 1+750 km

PROGRESIVA: 1+750 km

$$\text{Área} = \left(\frac{0.11+0.12}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.093 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.093 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.11}{2}\right) \times 0.093 + \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.093$$

Área = 0.065 m<sup>2</sup>

Cálculo del Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.065 \times 15.48$$

$$Q = 0.70$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 38

Cálculo de caudal Tramo 1+750 – 1+800

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyuguero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO: CANAL PUYUGUERO		UBICACIÓN	
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGUERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA:	12-05-2023		
TRAMO: 1+750 km - 1+800 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGUERO" EN LA PROGRESIVA 1+800 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.22	3.23	50	15.48
t2: 3.23			
t3: 3.23			
TIRANTE		SECCIÓN DEL CANAL	
y0	0.11		
y1	0.11		
y2	0.12		
y3	0.12		
y4	0.12		
y5	0.11		
y6	0.11		
ÁREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)		
0.064	0.69		

TRAMO: 1+750 km - 1+800 km

PROGRESIVA: 1+800 km

$$\text{Área} = \left(\frac{0.11+0.12}{2}\right) \times 0.092 + \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.092 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.092 + \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.092 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.11}{2}\right) \times 0.092 + \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.092$$

Área = 0.064 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.064 \times 15.48$$

$$Q = 0.69 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 39

Cálculo de caudal Tramo 1+800 – 1+850

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyuguero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO: CANAL PUYUGUERO		UBICACIÓN	
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGUERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA:	12-05-2023		
TRAMO: 1+800 km - 1+850 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGUERO" EN LA PROGRESIVA 1+850 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.24	3.24	50 m	15.43
t2: 3.25			
t3: 3.23			
TIRANTE		SECCIÓN DEL CANAL	
y0	0.11		
y1	0.11		
y2	0.12		
y3	0.12		
y4	0.12		
y5	0.11		
y6	0.11		
ÁREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)		
0.063	0.68		

TRAMO: 1+800 km - 1+850 km

PROGRESIVA: 1+850

$$\text{Área} = \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.091 + \left(\frac{0.11+0.12}{2}\right) \times 0.091 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.091 + \left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.091 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.11}{2}\right) \times 0.091 + \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.091$$

Área = 0.063 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

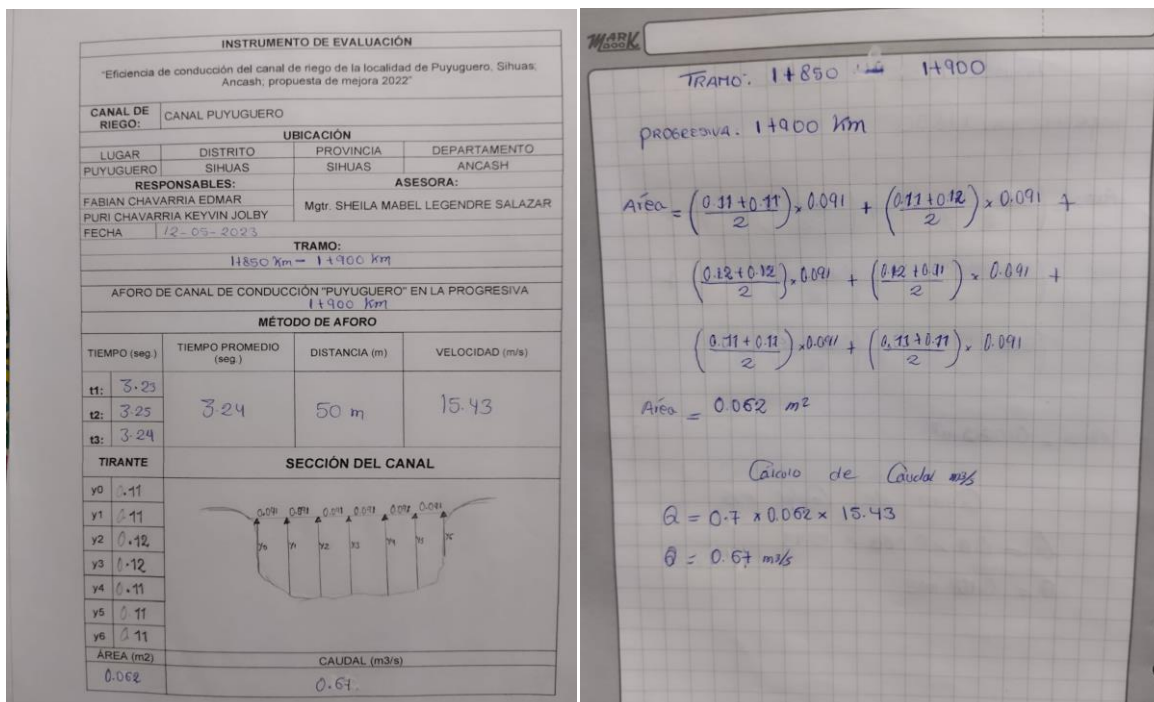
$$Q = 0.7 \times 0.063 \times 15.43$$

$$Q = 0.68 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 40

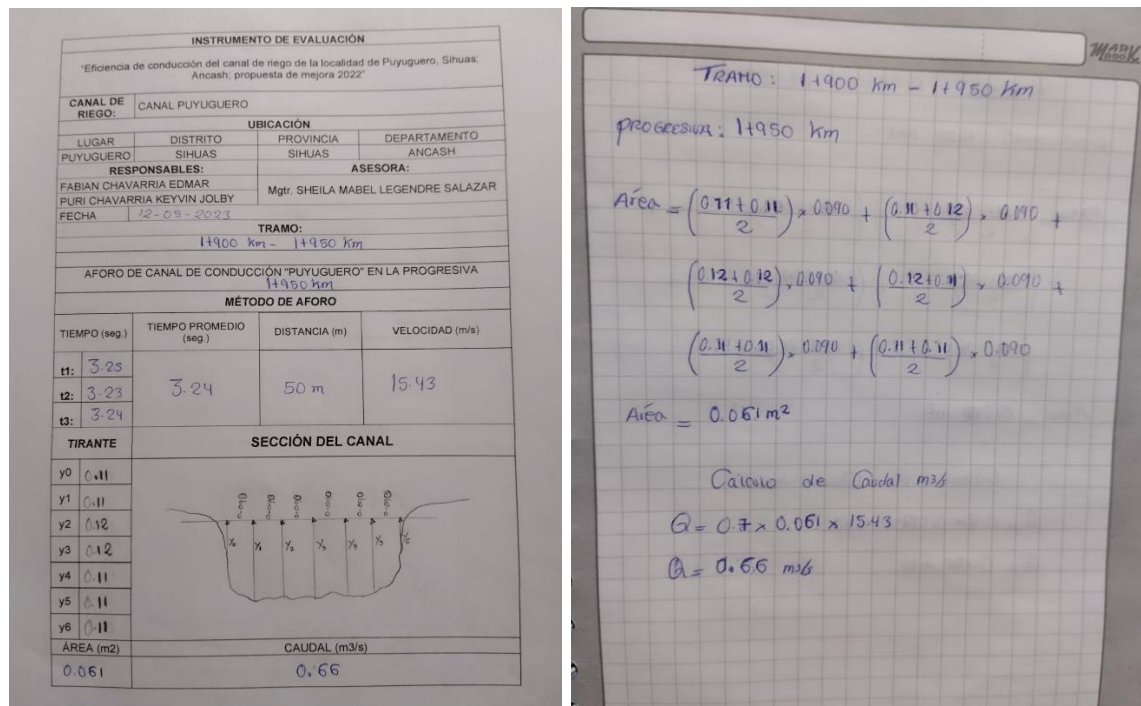
Cálculo de caudal Tramo 1+850 – 1+900



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 41

Cálculo de caudal Tramo 1+900 – 1+950



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 42

Cálculo de caudal Tramo 1+950 – 2+000

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash; propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:	CANAL PUYUGÜERO		
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	12-05-2023		
TRAMO:			
1+950 km - 2+000 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 2+000 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.24	3.24	50 m	15.43
t2: 3.25			
t3: 3.23			
TIRANTE	SECCIÓN DEL CANAL		
y0			
y1			
y2			
y3			
y4			
y5			
y6			
ÁREA (m2)	CAUDAL (m3/s)		
0.061	0.66		

TRAMO: 1+950 km - 2+000 km

PROGRESIVA: 2+000 km

$$A_{\text{rea}} = \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.090 + \left(\frac{0.11+0.12}{2}\right) \times 0.090 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.090 + \left(\frac{0.12+0.11}{2}\right) \times 0.090 +$$

$$\left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.090 + \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.090$$

Área = 0.061 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.061 \times 15.43$$

$$Q = 0.66 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 43

Cálculo de caudal Tramo 2+000 – 2+050

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash; propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:	CANAL PUYUGÜERO		
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgtr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA	12-05-2023		
TRAMO:			
2+000 km - 2+050 km			
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 2+050 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.23	3.24	50 m	15.43
t2: 3.25			
t3: 3.24			
TIRANTE	SECCIÓN DEL CANAL		
y0			
y1			
y2			
y3			
y4			
y5			
y6			
ÁREA (m2)	CAUDAL (m3/s)		
0.061	0.65		

TRAMO: 2+000 km - 2+050 km

PROGRESIVA: 2+050 km

$$A_{\text{rea}} = \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.089 + \left(\frac{0.11+0.12}{2}\right) \times 0.089 +$$

$$\left(\frac{0.12+0.12}{2}\right) \times 0.089 + \left(\frac{0.12+0.11}{2}\right) \times 0.089 +$$

$$\left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.089 + \left(\frac{0.11+0.11}{2}\right) \times 0.089$$

Área = 0.061 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.061 \times 15.43$$

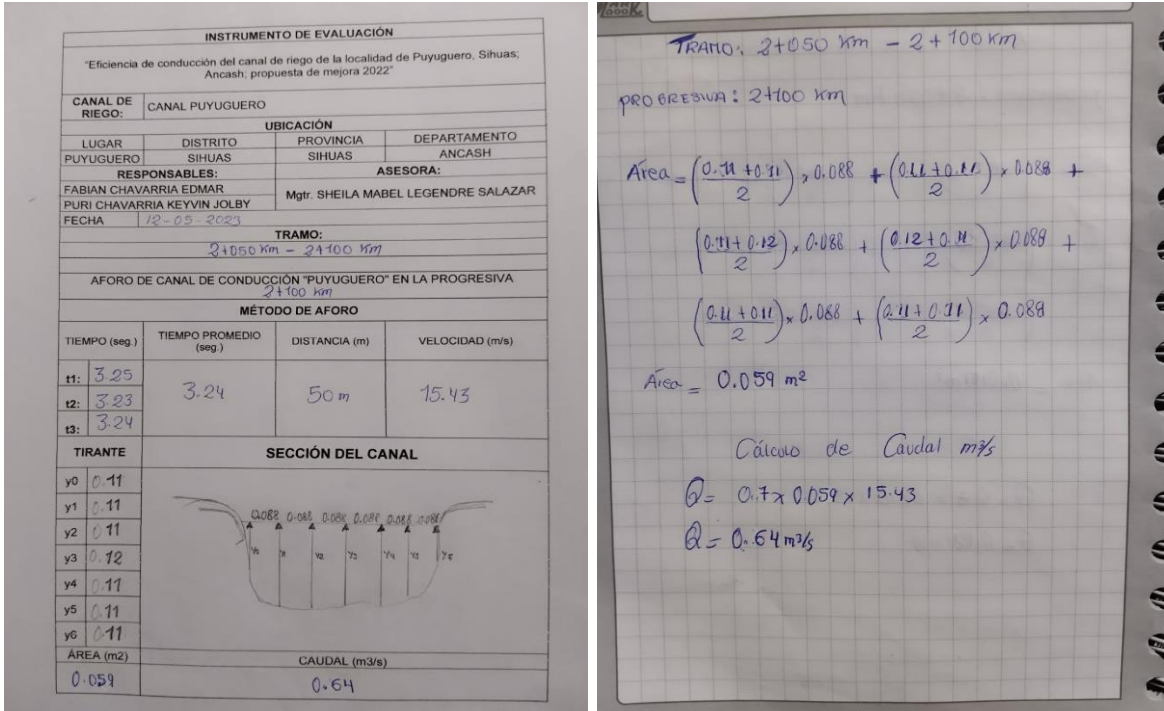
$$Q = 0.65 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 44

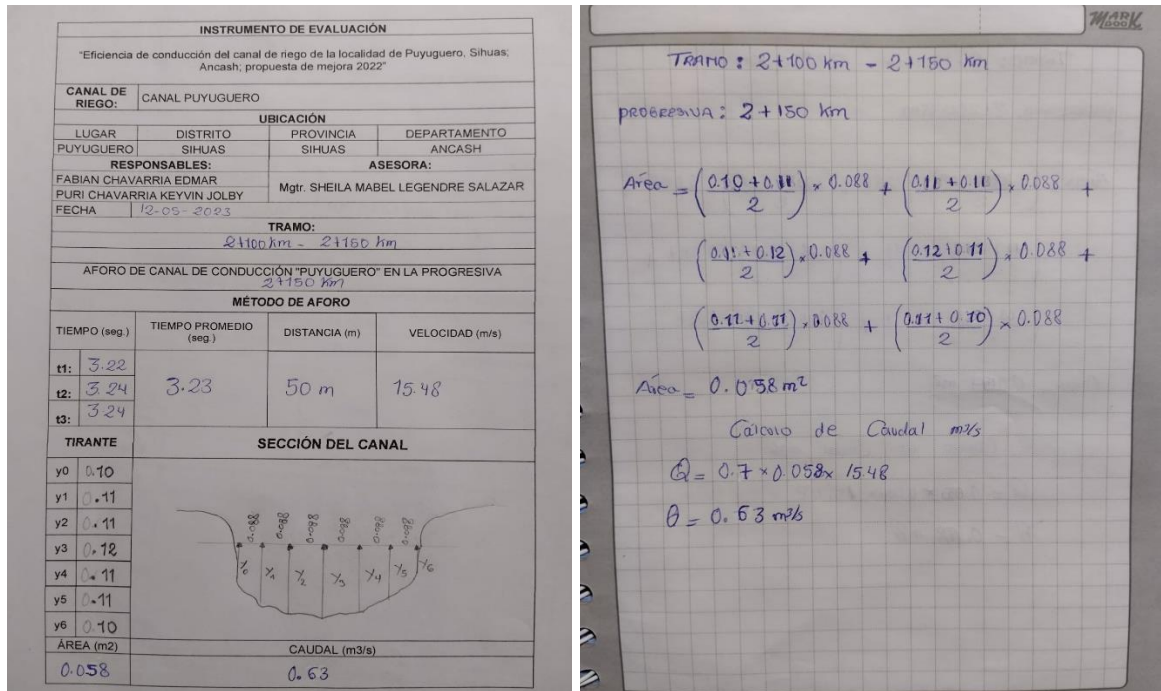
Cálculo de caudal Tramo 2+050 – 2+100



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 45

Cálculo de caudal Tramo 2+100 – 2+150



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 46

Cálculo de caudal Tramo 2+150 – 2+200

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:		CANAL PUYUGÜERO	
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA: 12-05-2023		TRAMO: 2+150 km - 2+200 km	
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 2+200 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 3.23	3.23	50 m	15.48
t2: 3.24			
t3: 3.22			
TIRANTE		SECCIÓN DEL CANAL	
y0	0.10		
y1	0.11		
y2	0.11		
y3	0.12		
y4	0.11		
y5	0.11		
y6	0.10		
ÁREA (m <sup>2</sup> )	0.057	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s) 0.62	

TRAMO: 2+150 km - 2+200 km  
progresiva: 2+200 km

$$\text{Área} = \left(\frac{0.10 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.12}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.12 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.10}{2}\right) \times 0.087$$

Área = 0.057 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.057 \times 15.48$$

$$Q = 0.52 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 47

Cálculo de caudal Tramo 2+200 – 2+240

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			
"Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugüero, Sihuas, Ancash, propuesta de mejora 2022"			
CANAL DE RIEGO:		CANAL PUYUGÜERO	
UBICACIÓN			
LUGAR	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUYUGÜERO	SIHUAS	SIHUAS	ANCASH
RESPONSABLES:		ASESORA:	
FABIAN CHAVARRIA EDMAR PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY		Mgr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR	
FECHA: 12-05-2023		TRAMO: 2+200 km - 2+240 km	
AFORO DE CANAL DE CONDUCCIÓN "PUYUGÜERO" EN LA PROGRESIVA 2+240 km			
MÉTODO DE AFORO			
TIEMPO (seg.)	TIEMPO PROMEDIO (seg.)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/s)
t1: 2.58	2.60	40 m	15.38
t2: 2.60			
t3: 2.61			
TIRANTE		SECCIÓN DEL CANAL	
y0	0.10		
y1	0.11		
y2	0.11		
y3	0.11		
y4	0.11		
y5	0.11		
y6	0.10		
ÁREA (m <sup>2</sup> )	0.057	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s) 0.61	

TRAMO: 2+200 km - 2+240 km  
progresiva: 2+240 km

$$\text{Área} = \left(\frac{0.10 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.11}{2}\right) \times 0.087 + \left(\frac{0.11 + 0.10}{2}\right) \times 0.087$$

Área = 0.057 m<sup>2</sup>

Cálculo de Caudal m<sup>3</sup>/s

$$Q = 0.7 \times 0.057 \times 15.38$$

$$Q = 0.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente: Elaboración Propia

## DETERMINACIÓN DE EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN, CON EL MANUAL DE CÁLCULO DE EFICIENCIA PARA SISTEMAS DE RIEGO.

### Figura N° 48

Fórmula para calcular la eficiencia de conducción

$$Efc = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal principal} + \sum \text{caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$$

\*\*\* La Sumatoria de Canales de Distribucion se asume cero, en caso de que las compuertas se encuentren cerradas.

**Fuente:** Manual de Cálculo de Eficiencia Para Sistemas de Riego  
Elaboración propia

### Cálculo de eficiencia de conducción (Manual de eficiencia de riego)

$$Efc (\%) = \frac{QS}{QE} * 100$$

$$Efc (\%) = \frac{0.61}{1.19} * 100 = 51.26\%$$

## PROPUESTA DE MEJORA EN EL CANAL DE RIEGO PUYUGUERO

Levantamiento topográfico en el canal Puyugero de la progresiva 0+000 a 2+240 km, con una estación total Topcon, un GPs, trípode, dos prismas y una computadora con un software Hcanales y civil 3d, para realizar el respectivo diseño.

### Figura N° 49

Vista de levantamiento topográfico en el canal de riego Puyugero



Fuente: elaboración propia

Figura N° 50

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

**Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica**

Lugar:  Proyecto:   
 Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s  
 Talud (Z):   
 Rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m

**Diagrama:** Sección trapezoidal con dimensiones T (top width), b (bottom width), z (slope), y (water depth).

**Resultados:**

Tirante (y):  m Ancho de solera (b):  m  
 Perímetro (p):  m Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>  
 Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m  
 Velocidad (v):  m/s Número de Froude (F):   
 Energía específica (E):  m-Kg/Kg Tipo de flujo:

Botones:

Fuente: elaboración propia

### DETERMINACIÓN DE CAUDAL (Q)

El caudal se consideró de la aforación realizada con el método del flotador.  
 Caudal (Q)= 1.19 m<sup>3</sup>/s

### DETERMINACIÓN DE TALUD (Z)

De acuerdo al Manual: Criterios De Diseños De Obras Hidráulicas Para La Formulación De Proyectos Hidráulicos Multisectoriales Y De Afianzamiento Hídrico (ANA).

- b) **Talud apropiado según el tipo de material.**- La inclinación de las paredes laterales de un canal, depende de varios factores pero en especial de la clase de terreno donde están alojados, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda un talud único de 1,5:1 para sus canales, a continuación se presenta un cuadro de taludes apropiados para distintos tipos de material:

**Tabla N° 7 - Taludes apropiados para distintos tipos de material**

MATERIAL	TALUD (h : v)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Fuente: Aguirre Pe, Julián, "Hidráulica de canales", Dentro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras - CIDIAT, Merida, Venezuela, 1974

## DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD (n)

De acuerdo al Manual: Criterios De Diseños De Obras Hidráulicas Para La Formulación De Proyectos Hidráulicos Multisectoriales Y De Afianzamiento Hídrico (ANA).

- a) **Rugosidad.**- Esta depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal, generalmente cuando se diseña canales en tierra se supone que el canal está recientemente abierto, limpio y con un trazado uniforme, sin embargo el valor de rugosidad inicialmente asumido difícilmente se conservará con el tiempo, lo que quiere decir que en la práctica constantemente se hará frente a un continuo cambio de la rugosidad.

En canales proyectados con revestimiento, la rugosidad es función del material usado, que puede ser de concreto, geomanta, tubería PVC ó HDP ó metálica, o si van a trabajar a presión atmosférica o presurizados.

La siguiente tabla nos da valores de "n" estimados, estos valores pueden ser refutados con investigaciones y manuales, sin embargo no dejan de ser una referencia para el diseño:

**Tabla Nº 5 - Valores de rugosidad "n" de Manning**

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

## DETERMINACIÓN DE PENDIENTE

La determinación de pendiente se realizó mediante la topografía y se consideró:

Pendiente (S)=0.0009 m/m

Eso quiere decir que cada mil metros nuestra pendiente será de 0.9%

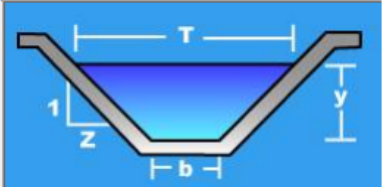
**Figura N° 51**

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar:	Caseario Puyuguero	Proyecto:	Canal Puyuguero
Tramo:	0+000 a 2+240	Revestimiento:	Concreto

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	1.19 m <sup>3</sup> /s
Talud (Z):	0.5
Rugosidad (n):	0.013
Pendiente (S):	0.0009 m/m

<b>Resultados:</b>			
Tirante (y):	0.7543 m	Ancho de solera (b):	0.9324 m
Perímetro (p):	2.6191 m	Área hidráulica (A):	0.9878 m <sup>2</sup>
Radio hidráulico (R):	0.3772 m	Espejo de agua (T):	1.6867 m
Velocidad (v):	1.2047 m/s	Número de Froude (F):	0.5026
Energía específica (E):	0.8283 m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	Subcrítico

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Realiza la impresión de la pantalla

23:29 26/06/2023

**Fuente:** Software Hcanales  
Elaboración propia

Resultados: De acuerdo a las mediciones realizadas en el canal, se obtuvo un caudal de 1.19 m<sup>3</sup>/s, considerando como caudal de diseño, el cual fue determinante realizar el diseño de canal; asimismo, con la topografía se determinó las pendientes de dicho canal; el cual, tenemos con tirante normal de 0.75m, un perímetro (p) de 2.61m, un radio hidráulico (R) 0.38m, una velocidad (v) 1.20m/s, base igual a 0.93m, área hidráulica de 0.99m<sup>2</sup>, espejo de agua de 1.68m, numero de froude 0.50, tipo de flujo subcrítico y un borde libre 0.25m según norma.

---

# **NORMATIVAS**

---

**ANEXO N° 7**

**NORMATIVAS**

**MANUAL DEL CÁLCULO DE EFICIENCIA PARA SISTEMAS DE RIEGO**





#### 4.1. EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN (E<sub>f</sub>)

La eficiencia de conducción permite evaluar la pérdida de agua en el canal principal desde la Bocatoma hasta el punto final del canal principal.

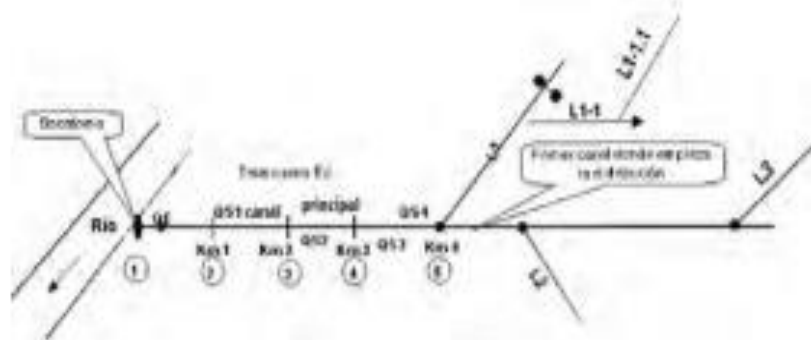
Existen casos en que no es factible tener cerradas las compuertas de los canales laterales de distribución L1, L2, L3, ..., Ln los mismos que se consideran en la forma de cálculo de la eficiencia de Conducción.

$$E_f = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal principal} + \sum \text{caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100$$

\*\*\* La Sumatoria de Canales de Distribución se asume cero, en caso de que las compuertas se encuentren cerradas.

Si el porcentaje de eficiencia es alto, significa que las pérdidas de agua son mínimas debido al buen estado del canal principal que conduce el agua. Esto quiere decir lo siguiente:

- Que, de preferencia el canal principal sea revestido, para evitar que haya pérdidas de infiltración.
- Que no tenga roturas, ni en la base, ni en los taludes ni en los bordes.
- Que no tenga mucho espejo de agua expuesto a la evaporación.
- Que no se produzcan hurtos o sustracción de agua en el recorrido, como el caso de usuarios informales, carguo de agua en cisternas, abastecimiento permanente de uso pecuario etc.
- Que se deriven los caudales mínimos recomendables técnicamente, para tener velocidad aceptable y no producir sedimentación que reduce la capacidad del canal o erosión que deforma la sección, exponiendo una mayor superficie a la infiltración.



**b) Método del Flotador**

Se utiliza un flotador con él se mide la velocidad del agua de la superficie, pudiendo utilizarse como flotador cualquier cuerpo pequeño que flote: como un corcho, un pedacito de madera, una botellita lastrada

Se recomienda utilizar el método del flotador, para aforos de caudales no menores de 0.250 m<sup>3</sup>/s (250 lt/seg.) ni mayores de 0.900 m<sup>3</sup>/s (900 lt/seg).

La metodología consiste:

1. Cálculo del área de la sección transversal de aforo
2. Seleccionar un tramo recto del cauce entre 15 a 20 metros.
3. Determinar el ancho del cauce y las profundidades de este en tres partes de la sección transversal.
4. Calcular el área de la sección transversal
5. Cálculo de la velocidad

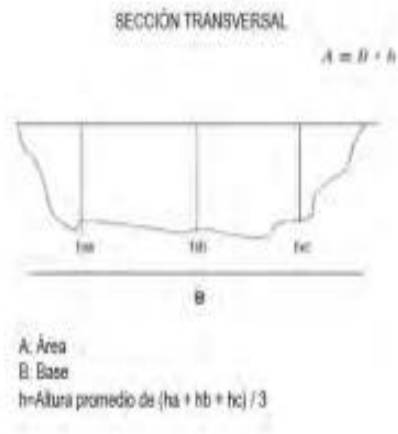
El procedimiento para la toma de datos es el siguiente:

Para medir la velocidad en canales o causes pequeños, se coge un tramo recto del curso de agua y alrededor de 5 a 10 m, se deja caer el flotador al inicio del tramo que está debidamente señalado y al centro del curso del agua en lo posible y se toma el tiempo inicial t1; luego se toma el tiempo t2, cuando el flotador alcanza el extremo final del tramo que también está debidamente marcado; y sabiendo la distancia recorrida y el tiempo que el flotador demora en alcanzar el extremo final del tramo, se calcula la velocidad.

$Q = C \cdot A \cdot V$        $V = e / t$

Dónde:

- v =Velocidad en m / s
- e =Espacio recorrido por el flotador (m).
- t= Tiempo recorrido por el flotador, en segundos.
- A =Área de la sección transversal (m<sup>2</sup>)
- C =Factor de corrección
- Q Caudal (m<sup>3</sup>/s)



MANUAL DE CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA  
FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE  
AFIANZAMIENTO HIDRICO

MANUAL - CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**



**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**

**MANUAL:  
CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS  
HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE  
PROYECTOS HIDRAULICOS  
MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO  
HIDRICO**

**DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS  
MULTISECTORIALES**

Lima, Diciembre 2010

1

# **1.0 DISEÑO DE CANALES ABIERTOS**

### 3.2 Radios mínimos en canales

En el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y debe escogerse un radio mínimo, dado que al trazar curvas con

7

radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costoso al darle una mayor longitud o mayor desarrollo.

Las siguientes tablas indican radios mínimos según el autor o la fuente:

**Tabla N° 01 - Radio mínimo en función al caudal**

Capacidad del canal	Radio mínimo
Hasta 10 m <sup>3</sup> /s	3 * ancho de la base
De 10 a 14 m <sup>3</sup> /s	4 * ancho de la base
De 14 a 17 m <sup>3</sup> /s	5 * ancho de la base
De 17 a 20 m <sup>3</sup> /s	6 * ancho de la base
De 20 m <sup>3</sup> /s a mayor	7 * ancho de la base

Los radios mínimos deben ser redondeados hasta el próximo metro superior

Fuente: "International Institute For Land Reclamation And Improvement" ILRI, Principios y Aplicaciones del Drenaje, Tomo IV, Wageningen The Netherlands 1978.

**Tabla N° 02 - Radio mínimo en canales abiertos para Q < 20 m<sup>3</sup>/s**

Capacidad del canal	Radio mínimo
20 m <sup>3</sup> /s	100 m
15 m <sup>3</sup> /s	80 m
10 m <sup>3</sup> /s	60 m
5 m <sup>3</sup> /s	20 m
1 m <sup>3</sup> /s	10 m
0,5 m <sup>3</sup> /s	5 m

Fuente: Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico N° 7 "Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales" Lima 1978.

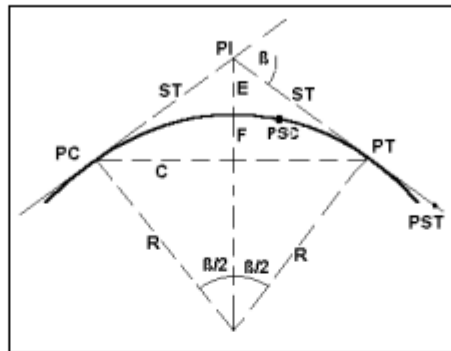
**Tabla N°-03 - Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua**

Canal de riego		Canal de drenaje	
Tipo	Radio	Tipo	Radio
Sub – canal	4T	Colector principal	5T
Lateral	3T	Colector	5T
Sub – lateral	3T	Sub – colector	5T

Siendo T el ancho superior del espejo de agua

Fuente: Salzgitter Consult GMBH "Planificación de Canales, Zona Piloto Ferreñafe" Tomo II/ 1- Proyecto Tinajones – Chiclayo 1984.

### 3.3 Elementos de una curva



A	=	Arco, es la longitud de curva medida en cuerdas de 20 m
C	=	Cuerda larga, es la cuerda que sub – tiende la curva desde PC hasta PT.
β	=	Angulo de deflexión, formado en el PI.
E	=	External, es la distancia de PI a la curva medida en la bisectriz.
F	=	Flecha, es la longitud de la perpendicular bajada del punto medio de la curva a la cuerda larga.
G	=	Grado, es el ángulo central.
LC	=	Longitud de curva que une PC con PT.
PC	=	Principio de una curva.
PI	=	Punto de inflexión.
PT	=	Punto de tangente.
PSC	=	Punto sobre curva.
PST	=	Punto sobre tangente.
R	=	Radio de la curva.
ST	=	Sub tangente, distancia del PC al PI.

### 3.4 Rasante de un canal

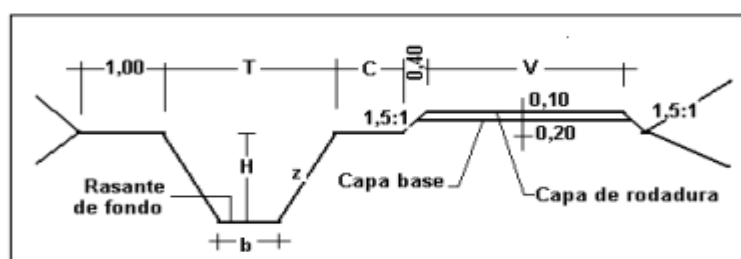
Una vez definido el trazo del canal, se proceden a dibujar el perfil longitudinal de dicho trazo, las escalas más usuales son de 1:1000 ó 1:2000 para el sentido horizontal y 1:100 ó 1:200 para el sentido vertical, normalmente la relación entre la escala horizontal y vertical es de 1 a 10. El procesamiento de la información y dibujo se puede efectuar empleando el software AUTOCAD CIVIL 3D (AUTOCAD clásico, AUTOCAD LAND, AUTOCAD MAP o AUTOCAD CIVIL).

Para el diseño de la rasante se debe tener en cuenta:

- La rasante se debe trabajar sobre la base de una copia del perfil longitudinal del trazo
- Tener en cuenta los puntos de captación cuando se trate de un canal de riego y los puntos de confluencia si es un dren u obra de arte.

- La pendiente de la rasante de fondo, debe ser en lo posible igual a la pendiente natural promedio del terreno (optimizar el movimiento de tierras), cuando esta no es posible debido a fuertes pendientes, se proyectan caídas o saltos de agua.
- Para definir la rasante del fondo se prueba con el caudal especificado y diferentes cajas hidráulicas, chequeando la velocidad obtenida en relación con el tipo de revestimiento a proyectar o si va ser en lecho natural, también se tiene la máxima eficiencia o mínima infiltración.
- El plano final del perfil longitudinal de un canal, debe presentar como mínimo la siguiente información.
  - ✓ Kilometraje
  - ✓ Cota de terreno
  - ✓ BMs (cada 500 ó 1000 m)
  - ✓ Cota de rasante
  - ✓ Pendiente
  - ✓ Indicación de las deflexiones del trazo con los elementos de curva
  - ✓ Ubicación de las obras de arte
  - ✓ Sección o secciones hidráulicas del canal, indicando su kilometraje
  - ✓ Tipo de suelo
  - ✓ Cuadro con elementos geométricos e hidráulicos del diseño

#### Sección típica de un canal



Donde:

**T** = Ancho superior del canal

**b** = Plantilla

**z** = Valor horizontal de la inclinación del talud

**C** = Berma del camino, puede ser: 0,5; 0,75; 1,00 m., según el canal sea de tercer, segundo o primer orden respectivamente.

**V** = Ancho del camino de vigilancia, puede ser: 3; 4 y 6 m., según el canal sea de tercer, segundo o primer orden respectivamente.

**H** = Altura de caja o profundidad de rasante del canal.

En algunos casos el camino de vigilancia puede ir en ambos márgenes, según las necesidades del canal, igualmente la capa de rodadura de 0,10 m. a veces no será necesaria, dependiendo de la intensidad del tráfico.

De todas las secciones trapezoidales, la más eficiente es aquella donde el ángulo a que forma el talud con la horizontal es  $60^\circ$ , además para cualquier sección de máxima eficiencia debe cumplirse:  $R = y/2$

Donde:

**R** = Radio hidráulico

**y** = Tirante del canal

No siempre se puede diseñar de acuerdo a las condiciones mencionadas, al final se imponen una serie de circunstancias locales que imponen un diseño propio para cada situación.

#### **Criterios de diseño**

Se tienen diferentes factores que se consideran en el diseño de canales, los cuales tendrán en cuenta: el caudal a conducir, factores geométricos e hidráulicos de la sección, materiales de revestimiento, la topografía existente, la geología y geotecnia de la zona, los materiales disponibles en la zona o en el mercado más cercano, costos de materiales, disponibilidad de mano de obra calificada, tecnología actual, optimización económica, socioeconomía de los beneficiarios, climatología, altitud, etc. Si se tiene en cuenta todos estos factores, se llegará a una solución técnica y económica más conveniente.



- a) **Rugosidad.**- Esta depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal, generalmente cuando se diseña canales en tierra se supone que el canal está recientemente abierto, limpio y con un trazado uniforme, sin embargo el valor de rugosidad inicialmente asumido difícilmente se conservará con el tiempo, lo que quiere decir que en la práctica constantemente se hará frente a un continuo cambio de la rugosidad.

En canales proyectados con revestimiento, la rugosidad es función del material usado, que puede ser de concreto, geomanta, tubería PVC ó HDP ó metálica, o si van a trabajar a presión atmosférica o presurizados.

La siguiente tabla nos da valores de "n" estimados, estos valores pueden ser refutados con investigaciones y manuales, sin embargo no dejan de ser una referencia para el diseño:

**Tabla N° 5 - Valores de rugosidad "n" de Manning**

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

- b) **Talud apropiado según el tipo de material.**- La inclinación de las paredes laterales de un canal, depende de varios factores pero en especial de la clase de terreno donde están alojados, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda un talud único de 1,5:1 para sus canales, a continuación se presenta un cuadro de taludes apropiados para distintos tipos de material:

**Tabla N° 7 - Taludes apropiados para distintos tipos de material**

MATERIAL	TALUD (h : v)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Fuente: Aguirre Pe, Julián, "Hidráulica de canales", Dentro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras - CIDIAT, Mérida, Venezuela, 1974

- c) **Velocidades máxima y mínima permisible.**- La velocidad mínima permisible es aquella velocidad que no permite sedimentación, este valor es muy variable y no puede ser determinado con exactitud, cuando el agua fluye sin limo este valor carece de importancia, pero la baja velocidad favorece el crecimiento de las plantas, en canales de tierra. El valor de 0.8 m/seg se considera como la velocidad apropiada que no permite sedimentación y además impide el crecimiento de plantas en el canal.

La velocidad máxima permisible, algo bastante complejo y generalmente se estima empleando la experiencia local o el juicio del ingeniero; las siguientes tablas nos dan valores sugeridos.

Tabla N° - 9. Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación

MATERIAL DE LA CAJA DEL CANAL	"n" Manning	Velocidad (m/s)		
		Agua limpia	Agua con partículas coloidales	Agua transportando arena, grava o fragmentos
Arena fina coloidal	0.020	1.45	0.75	0.45
Franco arenoso no coloidal	0.020	0.53	0.75	0.60
Franco limoso no coloidal	0.020	0.60	0.90	0.60
Limos aluviales no coloidales	0.020	0.60	1.05	0.60
Franco consistente normal	0.020	0.75	1.05	0.68
Ceniza volcánica	0.020	0.75	1.05	0.60
Arcilla consistente muy coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Limo aluvial coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Pizarra y capas duras	0.025	1.80	1.80	1.50
Grava fina	0.020	0.75	1.50	1.13
Suelo franco clasificado no coloidal	0.030	1.13	1.50	0.90
Suelo franco clasificado coloidal	0.030	1.20	1.65	1.50
Grava gruesa no coloidal	0.025	1.20	1.80	1.95
Gravas y guijarros	0.035	1.80	1.80	1.50

Fuente: Krochin Sviatoslav. "Diseño Hidráulico", Ed. MIR, Moscú, 1978

Para velocidades máximas, en general, los canales viejos soportan mayores velocidades que los nuevos; además un canal profundo conducirá el agua a mayores velocidades sin erosión, que otros menos profundos.

- d) **Borde libre.**- Es el espacio entre la cota de la corona y la superficie del agua, no existe ninguna regla fija que se pueda aceptar universalmente para el cálculo del borde libre, debido a que las fluctuaciones de la superficie del agua en un canal, se puede originar por causas incontrolables.

La U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda estimar el borde libre con la siguiente fórmula:

Donde:

$$\text{Borde Libre} = \sqrt{CY}$$

Borde libre: en pies

**C** = 1.5 para caudales menores a 20 pies<sup>3</sup> / seg., y hasta 2.5 para caudales del orden de los 3000 pies<sup>3</sup>/seg.

**Y** = Tirante del canal en pies

La secretaría de Recursos Hidráulicos de México, recomienda los siguientes valores en función del caudal:

**Tabla N° 11 -. Borde libre en función del caudal**

Caudal m <sup>3</sup> /seg	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.0
0.25 – 0.50	20.0	40.0
0.50 – 1.00	25.0	50.0

### 3.7 Criterios de espesor de revestimiento

No existe una regla general para definir los espesores del revestimiento de concreto, sin embargo según la experiencia acumulada en la construcción de canales en el país, se puede usar un espesor de 5 a 7.7 cm para canales pequeños y medianos, y 10 a 15 cm para canales medianos y grandes, siempre que estos se diseñen sin armadura.

En el caso particular que se quiera proyectar un revestimiento con geomembranas, se tiene que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para canales pequeños se debe usar geomembrana de PVC y para canales grandes geomembrana de polietileno - HDP.
- Los espesores de la geomembrana, varían entre 1 a 1.5 mm
- Si el canal se ubica en zonas en donde puede ser vigilado permanentemente, por lo tanto no puede ser afectada la membrana.
- Características y cuidado en la actividades de operación y mantenimiento
- Técnica y cuidados de instalación de la geomembrana
- El grupo social a servir tiene que capacitado para el manejo de dicho tipo de revestimiento.
- También se puede usar asociada la geomembrana con un revestimiento de concreto; la geomembrana actúa como elemento impermeabilizante (el concreto se deteriora con las bajas temperaturas) y el concreto como elemento de protección, sobre todo cuando se trata de obras ubicadas por encima de los 4,000 m.s.n.m. o zonas desoladas.

---

# **PANEL FOTOGRAFICO**

---

## ANEXO N° 8

### PANEL FOTOGRÁFICO

#### AFORACIÓN EN EL CANAL “MÉTODO DEL FLOTADOR”

Determinación de cálculo del caudal canal Puyuguero a través del “método del flotador”

#### Figura N° 52

Vista del canal Puyuguero



Fuente: Elaboración propia

#### AFORACIÓN EN EL CANAL “MÉTODO DEL FLOTADOR”

#### Figura N° 53

Vista de medición por tramos en el canal Puyuguero



Fuente: Elaboración propia

## AFORACION EN EL CANAL “MÉTODO DEL FLOTADOR”

Figura N° 54

Vista de cálculo de tiempo, para determinar la velocidad.



Fuente: Elaboración propia

## AFORACIÓN EN EL CANAL “METODO DEL FLOTADOR”

Figura N° 55

Vista de medición de los tirantes del canal



Fuente: Elaboración propia

# LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL CANAL DE RIEGO PUYUGUERO

## Figura N° 56

Vista de levantamiento topográfico

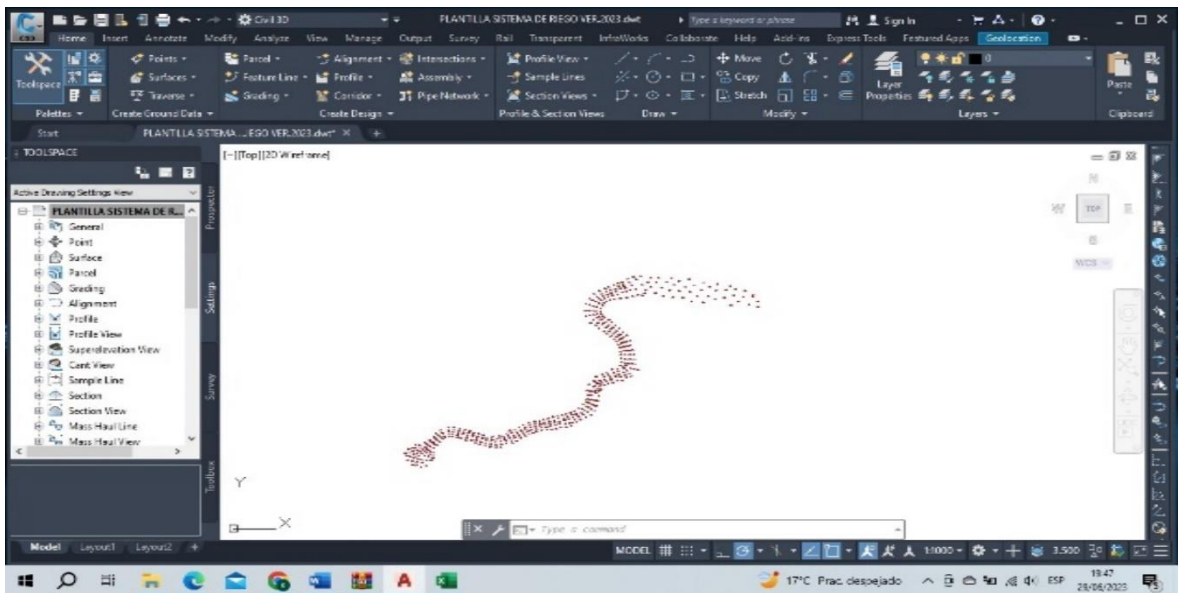


Fuente: Elaboración propia

Figura N° 57

Vista de puntos topográficos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1	8596817.9	507362.04	4290	BM-01				
2	2	8596868.9	507363.53	4290	BOCATOMA				
3	3	8596877.2	507361.63	4291.1	EJE				
4	4	8596886.7	507371.64	4291	EJE				
5	5	8596901.5	507387.73	4290.9	EJE				
6	6	8596915.7	507402.43	4290.9	EJE				
7	7	8596928.9	507416.88	4290.8	EJE				
8	8	8596940.5	507431.37	4290.6	EJE				
9	9	8596948.7	507453.94	4290.8	EJE				
10	10	8596948.7	507470.93	4290.4	EJE				
11	11	8596943.6	507491.49	4290.5	EJE				
12	12	8596938	507511.01	4290.5	EJE				
13	13	8596932.6	507530.25	4290.5	EJE				
14	14	8596927	507550.17	4290.5	EJE				
15	15	8596922.1	507568.07	4290.4	EJE				
16	16	8596916.3	507588.95	4290.4	EJE				
17	17	8596911.6	507607.43	4290.5	EJE				
18	18	8596906	507626.53	4290.4	EJE				
19	19	8596905.2	507646.23	4290.5	EJE				
20	20	8596879.2	507667.7	4285	BM-02				
21	21	8596907.6	507667.71	4290.6	EJE				
22	22	8596913.1	507683.92	4290.5	EJE				
23	23	8596922.4	507701.95	4290.8	EJE				
24	24	8596932.4	507719.27	4290.7	EJE				
25	25	8596942.5	507736.38	4290.6	EJE				
26	26	8596952.4	507754.07	4290.4	EJE				
27	27	8596961.9	507770.84	4290.3	EJE				
28	28	8596969.5	507790.17	4290.4	EJE				



Fuente: Estación total Topcon  
Elaboración propia

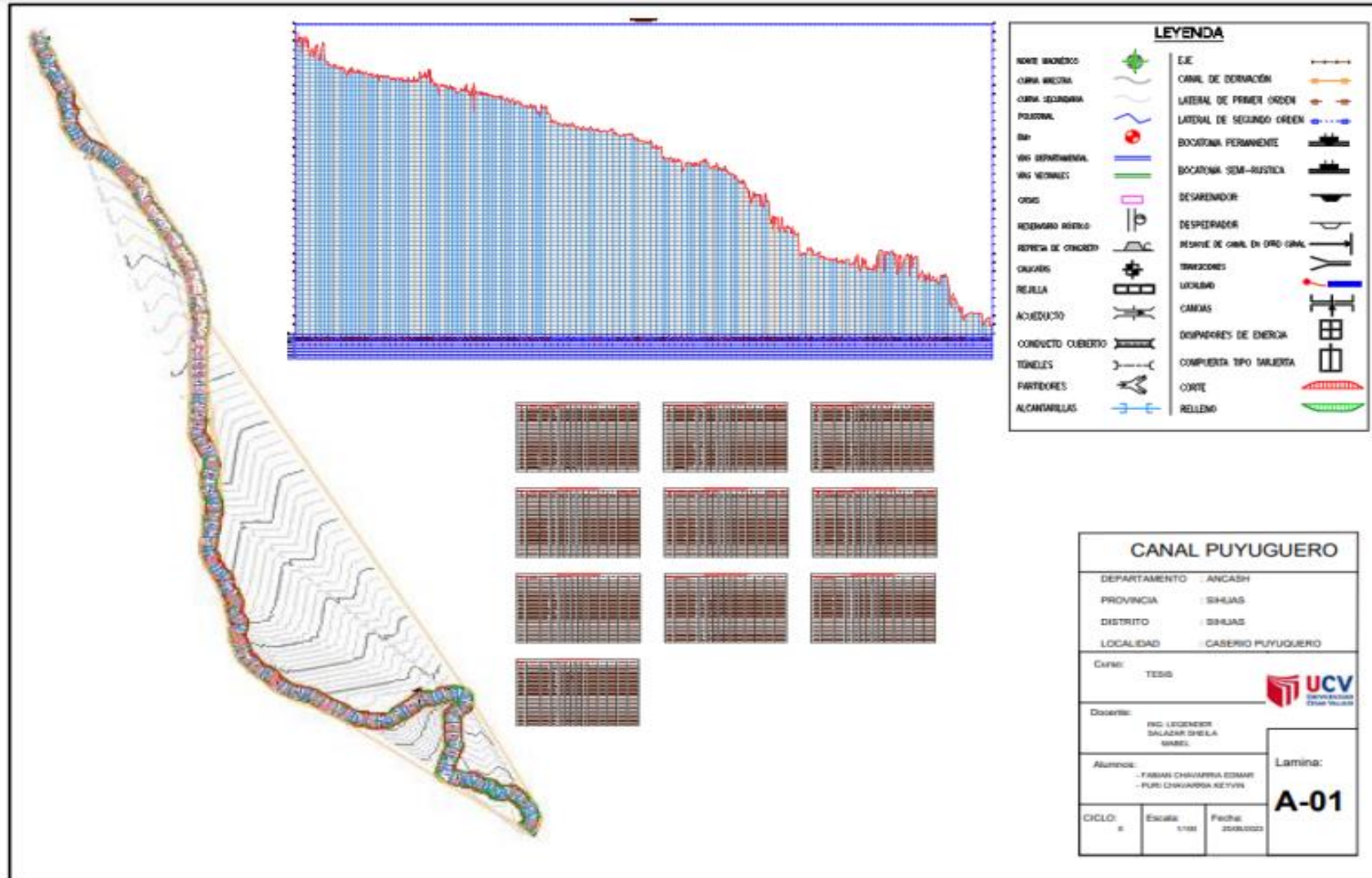


---

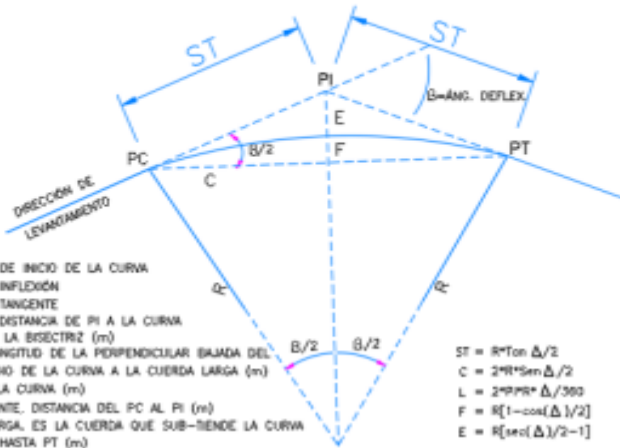
# PLANOS

---

## PLANO EN PLANTA TRAMO KM 0+000 AL 2+240



### LEYENDA CURVA HORIZONTAL



DONDE:

- PC = PUNTO DE INICIO DE LA CURVA
- PI = PUNTO DE INFLIEXIÓN
- PT = PUNTO DE TANGENTE
- E = EXTERNAL, DISTANCIA DE PI A LA CURVA MEDIDA EN LA BISECTRIZ (m)
- F = FLECHA, LONGITUD DE LA PERPENDICULAR BAJADA DEL PUNTO MEDIO DE LA CURVA A LA CUERDA LARGA (m)
- R = RADIO DE LA CURVA (m)
- ST = SUB TANGENTE, DISTANCIA DEL PC AL PI (m)
- C = CUERDA LARGA, ES LA CUERDA QUE SUB-TIENDE LA CURVA DESDE PC HASTA PT (m)
- LC = LONGITUD DE CURVA QUE UNE PC CON PT (m)
- B = ANGULO DE DEFLEXIÓN FORMADO EN EL PI

$$ST = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

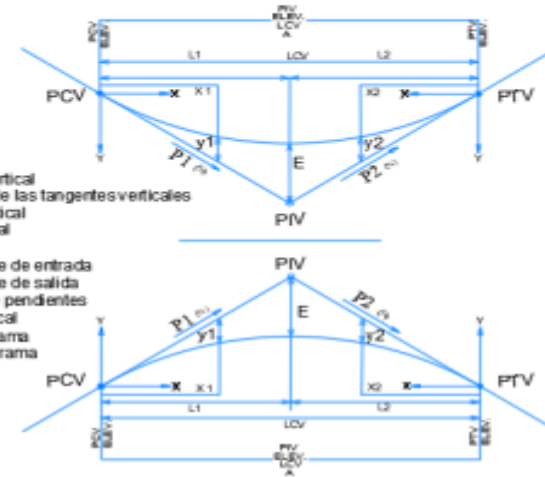
$$C = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$$L = 2\pi R R \frac{\Delta}{360}$$

$$F = R \left[ 1 - \cos \left( \frac{\Delta}{2} \right) \right]$$

$$E = R \left[ \sec \left( \frac{\Delta}{2} \right) - 1 \right]$$

### LEYENDA DE CURVA VERTICAL



#### DATOS GENERALES

- PCV: Principio de la Curva Vertical
- PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV: Término de la curva vertical
- LCV: Longitud de curva vertical
- ELEV.: Cota de Elevación
- $\%_1$ : Pendiente de la tangente de entrada
- $\%_2$ : Pendiente de la tangente de salida
- A(%): Diferencia algebraica de pendientes
- E (m): Externa. Ordenada vertical
- L1 (m): Longitud de la primera rama
- L2 (m): Longitud de la segunda rama

### SECCIÓN TÍPICA CANAL TRAPEZOIDAL CON CAMINO DE VIGILANCIA



### CANAL PUYUGUERO

DEPARTAMENTO : ANCASH  
 PROVINCIA : SIHUAS  
 DISTRITO : SIHUAS  
 LOCALIDAD : CASERIO PUYUGUERO

Curso: TESIS



Docente: ING. LEGENDY SALAZAR SHELIA MABEL

Alumnos: - FABIAN CHAVARRA ESCOBAR  
 - PURI CHAVARRA KEYVIN

Lamina:

**A-01**

CICLO: X Escala: 1/100 Fecha: 25/05/2023





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, LEGENDRE SALAZAR SHEILA MABEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Eficiencia de conducción del canal de riego de la localidad de Puyugero, Sihuas, Ancash; propuesta de mejora 2022", cuyos autores son FABIAN CHAVARRIA EDMAR, PURI CHAVARRIA KEYVIN JOLBY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 08 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LEGENDRE SALAZAR SHEILA MABEL <b>DNI:</b> 41594332 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3326-6895	Firmado electrónicamente por: SLEGENDRE el 08- 07-2023 22:22:12

Código documento Trilce: TRI - 0580326