

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**ANÁLISIS HIDRÁULICO Y PROYECTO  
HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y  
TRASLADO PARA EL USO DE UN NUEVO SISTEMA  
DE RIEGO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Huaman Poma, Luis Gerardo

**ASESOR:**

Mg. Gonzales Rojas Carlos Alberto

**Línea de Investigación Institucional:**

Hidráulica

**HUANCAYO – PERÚ**

**2024**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS**

---

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA**

**PRESIDENTE**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA**

**SECRETARIO DOCENTE**

## **Dedicatoria**

Agradecimiento profundamente a mis familiares y seres queridos, por su apoyo incondicional y por comprender nuestras ausencias mientras nos sumergíamos en el mundo del conocimiento.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por acompañarme en el transcurso de mi vida y estar presente hoy en día.

A la Universidad Peruana Los Andes por brindarme los conocimientos adquiridos y formar una persona con valores que obtiene los objetivos profesionales trazados para la formación profesional.

También quiero agradecer a mi Asesor Mg. Gonzales Rojas Carlos Alberto, por disponer de su tiempo y orientarme en la realización de la tesis.



## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0160- FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

### ANÁLISIS HIDRÁULICO Y PROYECTO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y TRASLADO PARA EL USO DE UN NUEVO SISTEMA DE RIEGO

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : Bach. HUAMAN POMA LUIS GERARDO  
Facultad : INGENIERÍA  
Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL  
Asesor(a) : Mg. GONZALES ROJAS CARLOS ALBERTO

Fue analizado con fecha 23/04/2024; con 99 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 24 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 23 de abril de 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI  
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

Portada .....	i
Dedicatoria .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
CONTENIDO .....	vi
CONTENIDO DE TABLAS .....	ix
CONTENIDO DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCION.....	xiii

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Delimitación del problema.....	17
1.2.1. Delimitación Temporal:.....	17
1.2.2. Delimitación Espacial:.....	18
1.2.3. Delimitación Conceptual:.....	18
1.3. Formulación del problema .....	19
1.3.1. Problema General .....	19
1.3.2. Problema (s) Especifico (s) .....	19
1.4. Justificación .....	19
1.4.1. Justificación Teórica:.....	19
1.4.2. Justificación Práctica:.....	20
1.4.3. Justificación Económica:.....	20
1.4.4. Justificación Social:.....	20
1.5. Objetivos.....	21
1.5.1. Objetivo General .....	21
1.5.2. Objetivo(s) Especifico(s).....	21

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales) .....	22
2.2. Bases Teóricas o Científicas.....	28
2.3. Marco Conceptual (de las variables y dimensiones) .....	31
2.3.1. Variable Independiente: ANÁLISIS HIDRÁULICO .....	31

Diagnostico situacional .....	32
Estudios hidrológicos .....	34
Medición de caudal .....	37
Diseño geométrico y estructural.....	40
2.3.2. Variable Dependiente: SISTEMA DE RIEGO .....	46
□ Eficiencia del sistema de riego (Efr):.....	46
□ Eficiencia de conducción (EfC).....	47
□ Eficiencia de Distribución (Efd).....	48
□ Eficiencia de Aplicación (Efa).....	49
2.4. Términos básicos .....	51

### **CAPÍTULO III**

#### **HIPÓTESIS**

3.1. Hipótesis General .....	53
3.2. Variables (definición conceptual y operacional).....	53
3.3. Operacionalización de las variables .....	54

### CAPÍTULO IV .....

#### METODOLOGÍA.....

4.1. Método de Investigación.....	56
4.2. Tipo de Investigación.....	56
4.3. Nivel de Investigación .....	56
4.4. Diseño de la Investigación .....	56
4.5. Población y muestra.....	57
4.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	57
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	58
4.8. Aspectos éticos de la Investigación .....	59

### **CAPÍTULO V**

#### **RESULTADOS**

5.1. Consolidación de datos.....	61
5.2. Modelados según requerimientos .....	65
5.3. Desarrollo de los diseños geométrico y estructural .....	73
Análisis y discusión de resultados .....	83
Conclusiones.....	84
Recomendaciones .....	86
Referencias Bibliográficas.....	88
ANEXOS.....	93

MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	94
Evidencias para sustento del informe .....	96

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Carga Muerta .....	38
Tabla 2. Registro de precipitación mensual(mm) .....	61
Tabla 3. Registro de temperatura media mensual (C°) .....	62
Tabla 4. Registro de humedades relativas diarias (%) .....	62
Tabla 5. Registro pluviométrico Chupaca.....	63
Tabla 6. Regionalización de la precipitación – Cuenca del rio Mantaro (3192 msnm) .....	65
Tabla 7. Oferta mensual de los afluentes subterráneos .....	69
Tabla 8. Caudal ecológico .....	69
Tabla 9. La demanda de agua de los cultivos.....	69
Tabla 10. Demanda hídrica para el proyecto de irrigación: Descripción Meses.....	70

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Modelo del sistema hidrológico simple .....	28
Figura 2: Modelo del sistema hidrológico Real .....	29
Figura 3: Corte transversal de una cuenca hidrográfica .....	29
Figura 4: Relación entre el ancho promedio de la cuenca y la longitud del cause.....	30
Figura 5: Clasificación de corrientes de agua.....	31
Figura 6. Análisis de doble masa.....	63
Figura 7. Histograma Histórica de Precipitación.....	64
Figura 8. Curva Altitud – Precipitación .....	64
Figura 9. Calibración del modelo .....	68

## RESUMEN

El estudio se desarrolló en función al objetivo que fue determinar la incidencia del diseño hidráulico de las obras de captación y conducción en la mejora de la eficiencia del canal de riego, en la localidad de tres de diciembre, así como los objetivos específicos que fueron 4, Realizar el análisis hidráulico en su dimensión diagnóstico situacional, estudios hidrológicos, medición de caudal y diseño geométrico y estructural como incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023. La investigación se realizó con el método científico, del tipo descriptivo, donde el nivel fue el exploratorio debido a los cálculos sobre el diseño hidráulico, también se aplicó el diseño no experimental de enfoque cuantitativo, la población y muestra fue el distrito de tres de diciembre con las afluencias de agua que se pueden considerar para el acopio y riego en el sector de Churampi y Jungla del mono en la comunidad campesina de Huamanca grande, pertenecientes al distrito de tres de diciembre. Dentro de los resultados se realizó la consolidación de datos, donde se agruparon como precipitaciones, aplicación de los modelados, y con ello el modelado para los canales de caudal en el sistema de riego. Por lo tanto, las conclusiones resaltan la importancia del análisis hidráulico en todas sus dimensiones para el éxito y la sostenibilidad de proyectos hidráulicos, subrayando la necesidad de enfoques integrales, actualización constante y la aplicación de tecnologías avanzadas.

Palabras clave: análisis hidráulico, diagnóstico situacional, estudios hidrológicos, medición de caudal, diseño geométrico y estructural, sistema de riego.

## ABSTRACT

The study was developed based on the objective of determining the impact of the hydraulic design of collection and conveyance works on improving the efficiency of the irrigation channel in the locality of Tres de Diciembre. The specific objectives included conducting hydraulic analysis in its dimensions of situational diagnosis, hydrological studies, flow measurement, and geometric and structural design to assess their influence on a hydraulic project involving the collection and transfer of water for the use of a new irrigation system in the district of Tres de Diciembre in 2023. The research followed the scientific method, specifically a descriptive approach with an exploratory level due to calculations related to hydraulic design. Additionally, a non-experimental quantitative design was applied. The population and sample comprised the district of Tres de Diciembre, considering water inflows for storage and irrigation in the Churampi and Jungle del Mono areas of the Huamanca Grande peasant community within the district of Tres de Diciembre. The results included data consolidation, grouping elements such as precipitation, model applications, and modeling for flow channels in the irrigation system. Consequently, the conclusions emphasize the importance of hydraulic analysis in all its dimensions for the success and sustainability of hydraulic projects, highlighting the need for comprehensive approaches, ongoing updates, and the utilization of advanced technologies.

Keywords: hydraulic analysis, situational diagnosis, hydrological studies, flow measurement, geometric and structural design, irrigation system.

## INTRODUCCION

El desarrollo y optimización de sistemas de riego son elementos cruciales para impulsar la productividad agrícola y garantizar el uso eficiente del agua en las actividades agropecuarias. En este contexto, el presente trabajo se enfoca en el "Análisis hidráulico y proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego en el distrito tres de diciembre". Este proyecto ha sido concebido con el objetivo de abordar las necesidades específicas de la región, explorando soluciones que contribuyan a maximizar la eficiencia hídrica y, por ende, mejorar la productividad de las actividades agrícolas.

El documento se estructura en diversos capítulos que buscan proporcionar un enfoque sistemático y exhaustivo para abordar la problemática identificada en la zona de estudio. En el Capítulo I, se presenta el "Planteamiento del problema", donde se delimitan las cuestiones que motivan esta investigación, destacando la importancia de implementar un nuevo sistema de riego para potenciar el desarrollo agrícola en el distrito tres de diciembre.

En el Capítulo II, se expone el "Marco teórico", que abarca las bases conceptuales y teóricas relevantes para comprender el contexto del proyecto. Se revisan estudios previos, investigaciones relacionadas y teorías fundamentales que sustentan la propuesta de un nuevo sistema de riego.

El Capítulo III se dedica a la formulación de la "Hipótesis", estableciendo las suposiciones y expectativas que guiarán la investigación. Este apartado proporciona una base lógica para la posterior validación o refutación de las ideas planteadas.

En el Capítulo IV, se detalla el "Marco metodológico" que se ha seguido para llevar a cabo la investigación. Se describen las etapas, métodos y técnicas utilizados, asegurando la transparencia y replicabilidad del proceso de análisis hidráulico y diseño del proyecto.

El Capítulo V presenta los "Resultados" obtenidos a través del análisis hidráulico y el diseño del sistema de riego propuesto. Se incluyen las conclusiones derivadas de la investigación y se proponen recomendaciones específicas para la implementación exitosa del nuevo sistema.

Finalmente, la investigación se complementa con anexos que respaldan y enriquecen el contenido presentado. Estos documentos adicionales incluyen datos, gráficos, mapas y

cualquier información relevante que fortalezca la validez y robustez de la investigación realizada.

Este trabajo constituye una contribución significativa para abordar las demandas de un riego más eficiente en el distrito tres de diciembre, proporcionando un enfoque integral que amalgama la teoría con la práctica para beneficiar la actividad agrícola local.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

A nivel global, las preocupaciones sobre la escasez de agua y la gestión sostenible de este recurso han alcanzado una relevancia crítica. Organismos internacionales como la UNESCO y la FAO advierten sobre la necesidad urgente de implementar prácticas que aseguren la disponibilidad y el acceso equitativo al agua, especialmente en regiones afectadas por el cambio climático y la variabilidad en los patrones de lluvia. La falta de acceso a agua adecuada impacta no solo la seguridad alimentaria, sino también la salud y el bienestar de las comunidades.

En este contexto, el proyecto en el distrito tres de diciembre se alinea con las metas globales para el desarrollo sostenible, específicamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 6, que busca garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y saneamiento para todos. Contribuir a esta agenda internacional refuerza la importancia y la trascendencia del proyecto, destacándolo como una iniciativa que aborda desafíos compartidos a nivel mundial.

En el ámbito nacional, las estadísticas revelan la crítica situación del agua en el distrito tres de diciembre. La falta de infraestructura hidráulica adecuada y la dependencia de métodos de riego tradicionales han llevado a una disminución en los rendimientos agrícolas y, consecuentemente, a una afectación económica en la región. Además, la competencia por el agua entre los sectores agrícola, industrial y doméstico intensifica la presión sobre los recursos hídricos disponibles.

La implementación de un nuevo sistema de riego no solo aborda directamente estas problemáticas, sino que también fortalece la resiliencia del distrito frente a eventos climáticos extremos y variaciones en los patrones de lluvia, fenómenos cada vez más frecuentes a nivel nacional. La optimización en el uso del agua no solo mejorará la productividad agrícola, sino que también mitigará los impactos negativos asociados con la escasez de agua.

A nivel local, el proyecto tiene un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes del distrito tres de diciembre. La mejora en la producción agrícola no solo incrementa los ingresos de los agricultores, sino que también promueve la estabilidad económica en la región. Además, la reducción de las pérdidas de agua y la implementación de un sistema eficiente de captación y traslado contribuirán a la conservación de recursos hídricos locales, preservando los ecosistemas acuáticos y mejorando la disponibilidad de agua para otros usos.

En el análisis hidráulico y el proyecto propuesto no solo abordan la problemática local, sino que también se insertan en contextos más amplios, contribuyendo a metas internacionales de desarrollo sostenible y fortaleciendo la resiliencia de la región ante los desafíos hídricos emergentes a nivel nacional e internacional.

Las estadísticas revelan un impacto sustancial en varios sectores cruciales a nivel local. En primer lugar, el sector agrícola experimenta un deterioro significativo en términos de rendimientos y productividad debido a la insuficiencia en la infraestructura de riego. Las cifras muestran pérdidas económicas considerables para los agricultores locales, afectando no solo sus ingresos sino también la contribución del sector agrícola al producto interno bruto (PIB) regional.

Asimismo, la falta de un sistema de riego eficiente repercute en el empleo en el sector agrícola, ya que la disminución de la productividad puede traducirse en una menor demanda de mano de obra. Las estadísticas de empleo en el distrito reflejarían, por lo tanto, una correlación directa entre la falta de infraestructura hídrica y la pérdida de empleos en la agricultura.

En el ámbito económico, las pérdidas asociadas con el bajo rendimiento agrícola también afectan a otros sectores interconectados, como el comercio local y los servicios vinculados a la actividad agrícola. Esto se traduce en un impacto negativo

en la economía del distrito, que puede evidenciarse mediante datos estadísticos sobre el crecimiento económico y la inversión.

En términos de calidad de vida, las estadísticas revelan desafíos significativos para los habitantes del distrito tres de diciembre. La falta de acceso constante y confiable al agua para el riego limita las opciones de cultivo, lo que afecta directamente la seguridad alimentaria de la comunidad. Las tasas de desnutrición y la dependencia de alimentos importados podrían reflejar este impacto en la salud y la nutrición de la población.

Además, la escasez de agua también puede afectar la calidad del suministro de agua potable para uso doméstico. Las estadísticas sobre la disponibilidad y calidad del agua potable podrían mostrar un panorama de la situación actual, resaltando la necesidad urgente de mejorar la gestión de los recursos hídricos en beneficio de la salud de la población local.

La falta de un sistema de riego eficiente también tiene implicaciones sociales, ya que la disminución de los ingresos agrícolas puede contribuir a la migración de la población en busca de oportunidades económicas más sólidas. Las estadísticas demográficas podrían revelar patrones de migración que se correlacionan con la situación agrícola y hídrica del distrito.

Lo señalado reflejan un impacto significativo en los sectores económicos clave y en la calidad de vida de los pobladores del distrito tres de diciembre, proporcionando datos cuantitativos que respaldan la urgencia de implementar el proyecto de análisis hidráulico y mejora del sistema de riego propuesto.

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Delimitación Temporal:**

El proyecto "Análisis hidráulico y proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego en el distrito de tres de diciembre" se llevó a cabo en el periodo comprendido entre abril y setiembre de 2023. Este marco temporal se seleccionó estratégicamente para aprovechar las condiciones climáticas favorables y maximizar la eficiencia en la ejecución de las obras hidráulicas.

El inicio en abril permitió aprovechar el inicio de la estación de lluvias, facilitando la recolección de datos hidrológicos y la evaluación de los flujos de agua en condiciones climáticas más cercanas a la realidad de la región. La conclusión en setiembre se planificó para finalizar las obras antes de la temporada de sequía, garantizando la disponibilidad de recursos hídricos para la puesta en marcha y validación del nuevo sistema de riego.

### **1.2.2. Delimitación Espacial:**

La delimitación espacial de este proyecto se centró específicamente en el distrito de tres de diciembre. Todas las actividades, estudios y trabajos de infraestructura hidráulica se llevaron a cabo dentro de los límites geográficos de este distrito. La elección de esta escala local se justificó por la necesidad de abordar de manera específica las problemáticas y características hidráulicas particulares de esta área, garantizando que las soluciones propuestas fueran contextualmente adecuadas.

Los límites geográficos precisos del distrito tres de diciembre se definieron claramente en la fase inicial del proyecto, asegurando que todas las actividades se centraran en esta área específica y respondieran a las necesidades hídricas locales.

### **1.2.3. Delimitación Conceptual:**

En el ámbito conceptual, el proyecto se enfocó en el análisis hidráulico y diseño de obras de captación y traslado para la implementación de un nuevo sistema de riego. Esto incluyó la evaluación de las fuentes hídricas disponibles, la estimación de la demanda de agua para la agricultura y la planificación detallada de la infraestructura necesaria para garantizar un suministro eficiente y sostenible de agua para los cultivos.

El enfoque conceptual abarcó también la consideración de tecnologías y prácticas innovadoras en el campo de la hidrología y la ingeniería hidráulica. La sostenibilidad, eficiencia y viabilidad económica fueron los pilares conceptuales que guiaron la toma de decisiones a lo largo de todo el proyecto.

En los meses de abril a setiembre es loable a la realización del análisis e instalación, debido a que esa temporada o meses la presencia de las lluvias es esporádica y sin mucha trascendencia.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo incide el diseño hidráulico de las obras de captación y conducción en la mejora de la eficiencia del canal de riego, en la localidad de tres de diciembre en el 2023?

#### **1.3.2. Problema (s) Especifico (s)**

- ¿De qué manera el análisis hidráulico en su dimensión diagnóstico situacional incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023?
- ¿De qué manera el análisis hidráulico en su dimensión estudios hidrológicos incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023?
- ¿De qué manera el análisis hidráulico en su dimensión medición de caudal incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023?
- ¿De qué manera el análisis hidráulico en su dimensión diseño geométrico y estructural incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023?

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Justificación Teórica:**

Desde una perspectiva teórica, la implementación de un nuevo sistema de riego en el distrito de tres de diciembre se sustenta en principios hidráulicos fundamentales y en la aplicación de teorías avanzadas de ingeniería hidráulica. La teoría respalda la necesidad de un análisis detallado de la

hidrología local, considerando los flujos de agua, la capacidad de captación y las demandas agrícolas. La aplicación de modelos hidráulicos avanzados proporciona la base teórica para diseñar infraestructuras eficientes que maximicen la utilización del agua y minimicen las pérdidas por evaporación y filtración.

#### **1.4.2. Justificación Práctica:**

Desde una perspectiva práctica, la implementación de este nuevo sistema de riego responde directamente a las limitaciones prácticas y deficiencias en la infraestructura hidráulica existente en el distrito de tres de diciembre. Los estudios de campo y el análisis de datos prácticos respaldan la necesidad de mejorar la capacidad de captación y traslado de agua para garantizar un suministro constante y confiable. La aplicación de técnicas prácticas de ingeniería hidráulica permite abordar problemas específicos, como la distribución irregular del agua y las pérdidas innecesarias, mejorando la eficiencia y sostenibilidad del sistema de riego.

#### **1.4.3. Justificación Económica:**

La justificación económica de este proyecto se basa en el impacto directo en la economía local del distrito de tres de diciembre. La mejora en la productividad agrícola, facilitada por un sistema de riego eficiente, aumenta los rendimientos y los ingresos de los agricultores. Además, la reducción de pérdidas de agua contribuye a la eficiencia en el uso de recursos, disminuyendo los costos operativos a largo plazo. Asimismo, se espera que la modernización de la infraestructura hidráulica atraiga inversiones y fomente el desarrollo económico local.

#### **1.4.4. Justificación Social:**

Desde una perspectiva social, la implementación de un nuevo sistema de riego tiene un impacto significativo en la calidad de vida de los habitantes del distrito de tres de diciembre. La seguridad alimentaria mejora al fortalecer la producción agrícola, reduciendo la dependencia de alimentos externos y garantizando un suministro estable de productos locales. Además, se generan empleos directos e indirectos durante la construcción y

operación del sistema, contribuyendo a la estabilidad económica y al bienestar social de la comunidad. La mejora en las condiciones de vida de los habitantes también se refleja en indicadores sociales, como la salud y la educación, al proporcionar una base económica más sólida para el desarrollo social y comunitario.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar la incidencia del diseño hidráulico de las obras de captación y conducción en la mejora de la eficiencia del canal de riego, en la localidad de tres de diciembre en el 2023.

### **1.5.2. Objetivo(s) Específico(s)**

- Realizar el análisis hidráulico en su dimensión diagnóstico situacional incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023.
- Realizar el análisis hidráulico en su dimensión estudios hidrológicos incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023.
- Realizar el análisis hidráulico en su dimensión medición de caudal incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023.
- Realizar el análisis hidráulico en su dimensión diseño geométrico y estructural incide para un proyecto hidráulico de obras de captación y traslado para el uso de un nuevo sistema de riego, en el distrito de tres de diciembre en el 2023.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

En lo nacional

Se tiene a (Aldana, 2021), quien presentó su trabajo de investigación con el título de “*Propuesta de un diseño hidráulico para la captación y almacenamiento del agua que utiliza el acueducto de la Vereda Balsal, (Villeta de San Miguel Arcángel, Municipio de Cundinamarca)*”; dada su propuesta se centró como objetivo principal a proponer un diseño adecuado para el sistema de captación y abastecimiento para la comunidad de la vereda Balsal del municipio de Villeta (Cundinamarca). Para poder desarrollarla empleó una metodología de investigación bibliográfica y descriptiva; entendiéndose para ello que la población y muestra fue dada con proyección hacia el año 2045. Apoyado en los resultados previos llegó a concluir puntos importantes para su aplicación como opción de grado se pudo proponer una mejora al acueducto que atraviesa el pueblo de El Balsal mediante la creación de diseños hidráulicos como toma y desarenador; que cumplan con los criterios de diseño requeridos, lo que permitirá una mejor captación y sedimentación del agua cuando sea almacenada y distribuida para uso comunal. La ubicación prevista para el desarenador es adecuada dada la topografía del acueducto y la ubicación de los tanques de almacenamiento por tratarse de un acueducto de gravedad, lo que abarata los costos de bombeo, y se ubica a una altura inferior a la fuente. Mediante la creación del caudal de diseño se demostró que el caudal de la

finca propiedad de la familia Zamora tiene la capacidad de satisfacer la demanda de los pobladores.

Asimismo (Guerrero & Llamatumbi, 2020) quienes desarrollaron su trabajo de investigación titulada “*Diseño de la captación de agua para la Junta De Regantes Del Barrio Salazar Gómez en la quebrada La Retraída*”, cuyo objetivo fue diseñar la obra de captación en la quebrada La Retraída mediante la aplicación del diseño hidráulico con el fin de cumplir con el requisito solicitado por la SENAGUA para la renovación de uso de las aguas de la Junta de Regantes del Barrio Salazar Gómez. Para tal efecto fue una investigación no experimental, observacional, aplicada y descriptiva; por lo que la población y muestra fue la misma Junta de Regantes del Barrio Salazar Gómez, los resultados que se obtuvieron no fueron muy alentadores; llegaron a concluir que debido a que hay una falta de datos hidrológicos en la nación, el uso de modelos para predecir inundaciones y flujos bajos de agua es crucial. Siendo por ello crucial elegir los procesos en función de las circunstancias en las que se crearon este tipo de diseños y a su vez la cantidad de datos disponibles; por otro lado, cabe resaltar que la ejecución del proyecto ha incluido un análisis hidrológico para asegurar que el caudal de diseño, que fue asignado por SENAGUA, en la realización del proyecto fue revisado a través del análisis hidrológico, pudiendo captar el caudal que se previó en toda época del año sin que mostrase afectación en la quebrada.

Por su parte (Montalvo, 2020), quien desarrollo su trabajo de investigación con el título de “*Diagnóstico y propuesta tecnológica para la automatización del sistema de riego existente en la florícola Lotus Flowers*”, en el cual se proyectó a desarrollar su trabajo con el objetivo central de realizar el diagnóstico y una propuesta tecnológica para la automatización del sistema de riego existente en la florícola Lotus Flowers, para la optimización de agua y el ahorro de recursos energéticos. Par ello lo hizo un estudio previo que devino en un diagnóstico más completo, que a través de mediciones y pruebas de campo nos permitió determinar las condiciones de los equipos encargados de ejecutar el riego dentro de la florícola; adicionalmente la población y muestra pertenecen a la florícola Lotus Flowers. De los resultados que proporciono información específica sobre la maquinaria utilizada para controlar y realizar los procesos pudo llegar a concluir que por medio de esta investigación realizada para el trabajo de grado, se propuso equipos que se adapten a los

requerimientos y condiciones que necesita la floricultura para llevar a cabo la automatización de los procesos de riego, entre ellos: PLC's, electroválvulas, sensores de nivel, sensores de humedad y temperatura; por lo que estos sensores fueron cruciales para la medición de los parámetros que se establecerán para llevar a cabo el riego y la ventilación en el interior de los invernaderos de la floricultura.

También se tiene a (Guarachi, 2018), que presentó su trabajo de investigación con el título de “*Optimización del sistema de riego usando tecnologías apropiadas (Automatización)*”, centrándose desde su objetivo de optimizar el sistema de riego usando tecnologías apropiadas (automatización), diseño, planificación e infraestructura para la Comunidad Jilatiti Seko del Municipio Jesús de Machaca. Para ello hizo en empleo de la observación y descripción, aplicada y no experimental en resumen el proyecto se basa en la propuesta de elaboración y evaluación (plan de trabajo), basado en los objetivos y metas propuesta, su meta en cuanto a población y muestra fue de 50 familias integradas en grupo familiar de promedio de 4.57 personas por familia; en cuanto a los resultados se consideraron los factores necesarios para cuantificar las necesidades de riego y evaluar si era factible o no su implementación. Por lo que llegó a concluir de forma resumida que este proyecto fue diseñado como una experiencia para comprender los diversos elementos de los sistemas de riego y cómo se implementan, se debe seleccionar según sea necesario su instalación.

Por otro lado se tiene también a (Moya & Álvarez, 2018), quienes desarrollaron su trabajo de investigación con el título de “*Modelación hidráulica de un canal urbano en la ciudad de Bogotá, caso de estudio: Canal Rio Negro*”, priorizando desde su objetivo de realizar una Modelación hidráulica sobre el canal urbano con el fin de establecer los niveles y caudales máximos que generan desbordamiento en su estructura para la evaluación del riesgo de inundación en su zona de influencia. Para ello empleó una metodología aplicada, descriptiva y no experimental; desarrollada sobre el canal y su comportamiento frente a las precipitaciones, su caudal y flujo. Por cuanto los resultados obtenidos se vio la falta de diques, asimismo las conexiones que existen al canal principal; lo que los llevó a llegar a concluir de forma resumida que el canal proporciona una velocidad de flujo promedio de 1 m/s y una velocidad máxima de 2 m/s. La pendiente del cauce en la margen derecha del arroyo es de 34,8° y de 33,7° en la margen izquierda aguas abajo, pero varía de 3 a

16 metros en la parte baja del cauce. El área de influencia se define en AutoCAD mediante un plano de sitio y curvas de nivel, teniendo en cuenta los alrededores a lo largo del canal, como el río, la castellana, río negro, la patria y otras edificaciones o estructuras (como escuelas militares que crean escorrentía al canal, obtuvo 346043,23 m<sup>2</sup> para el cálculo del caudal de precipitación utilizando un enfoque racional de la estructura del periodo de retorno de 50 años.

En lo internacional

Se presentó el trabajo de investigación de (Guevara, 2021), bajo el título de “*Diseño del canal de riego doña Ana A, Centro Poblado Campamento, distrito de Chota, Cajamarca*”, centrándose en su objetivo principal de desarrollar un diseño con la finalidad de solucionar las pérdidas de carga de agua, con el revestimiento del canal con concreto del canal de riego doña Ana A, centro poblado campamento–chota–Cajamarca. Para lo cual empleó para este estudio una metodología con enfoque cuantitativo, aplicada y diseño experimental. Con respecto a la población que seleccionó esta fue los Canales de riego del distrito de Chota; por lo cual la muestra fue Canal de Riego Doña Ana A, Centro Poblado Campamento, Distrito Chota. En cuanto a los resultados se obtuvieron gracias a la topografía geodésica que posee un alfilerómetro el cual generó contornos y geometrías del terreno, que se utilizaron para el diseño hidráulico del canal, el análisis mecánico de suelos, estudios hidrológicos permitieron el cálculo de precipitaciones máximas y se realizaron cálculos hidrológicos con manual de ingeniería hidrológica de la A.N.A.; por lo que llegó a concluir que la extensión del canal es de 4+841.149 km. De los estudios realizados, el cauce después de la mejora llevaba 160 l/s, podía transportar 240 l/s, se logró una mejora importante para proponer la geometría del cauce, siguiendo con la normativa propuesta de A.N.A., después de los criterios de diseño de obras hidráulicas.

Se tiene a (Fiestas & Segura, 2020), quienes desarrollaron y presentaron su trabajo con el título de “*Diseño de un canal de riego para el Caserío Acequia Alta, Distrito de Cascas, Provincia Gran Chimú, Región La Libertad*”, en el cual se propusieron desarrollar como objetivo el de realizar un diseño del Canal de Riego Caserío Acequia alta, Cascas, Gran Chimú– La Libertad, que cumple con las normas y especificaciones técnicas de acuerdo a la Autoridad Nacional de Agua, proyectándose a su vez la inversión de este proyecto. Para poder ser desarrollada

empleo una metodología del tipo de investigación aplicada de diseño no experimental descriptivo. La población y muestra se dio en el canal de riego en el Caserío Acequia Alta. Dado los resultados se tuvo según el levantamiento de campo, el canal de Cascas consta de una entrada de aire, tuberías principales y secundarias y artefactos. El tramo vial de levantamiento es de 7+994,86 kilómetros con una superficie útil de 15 hectáreas. Llegaron a concluir en esta investigación que los suelos y terrenos irregulares proporcionan resultados como el limo con un contenido de humedad de 10,10 % a 14,20 % y un tipo de suelo limoso con grava con un contenido de humedad de 6,50 %. La capacidad portante de este suelo es de 1.75 kg/cm<sup>2</sup>, este dato es importante para el diseño del canal, también se desarrolló el diseño geométrico para dar la forma del canal. Estudios de entradas y obras de arte, t. obras transversales, portones o accesos transversales, así como levantamientos topográficos con pendientes entre 7,30% y 9,00% con datos dentro de los parámetros especificados en el manual de la ANA. (Servicio de agua).

En la misma línea de investigación (Ramírez , 2020), desarrollo su estudio con el título de “*Diseño del mejoramiento del canal de riego del caserío El Rosal, distrito de Julcan, provincia de Julcan – La Libertad*”, en el que propuso tener como objetivo principal es realizar el diseño del mejoramiento del canal de riego del caserío El Rosal, distrito de Julcan, Provincia de Julcan – La Libertad, y el lograr determinar que el proyecto cumpla con todos los parámetros que establece el Autoridad Nacional del Agua (ANA). Para lo cual la metodología empleada fue de tipo descriptivo, no experimental. En cuanto a la población esta fue dada por el área geográfica a investigar diseño del mejoramiento del canal de riego del caserío El Rosal; la muestra fue la zona en la que se efectuó el estudio, don una distancia de 4,343 km de longitud o recorrido del Acueducto; la técnica empleada fue la observación y el instrumento fichas de recopilación. En resumen, a los resultados se manifestó que las zonas presentan múltiples características gracias a los estudios topográficos realizados. Por lo cual llego a concluir de forma genérica que para lograr el objetivo se tuvo que elaborar los análisis del suelo, que se estableció mediante la clasificación de SUCS y ASHHTO, asimismo teniendo en cuenta las precipitaciones, datos que nos da la estación meteorológica (SENHAMI), y que sirvieron para el diseño de la bocatoma, y finalmente el cálculo del caudal de diseño que fue de 0.10 m<sup>3</sup>/s.

También se tiene a (Asalde, 2020), quien desarrolló y presentó su trabajo de investigación con el título *“Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software HEC–RAS, del tramo Km 0+000 al Km 3+085, en el distrito de Salas, Región Lambayeque”*; que se centró con su objetivo de determinar la influencia de la aplicación del software HEC–RAS en el diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica del km 0+000 al km 3+085 del Distrito de Salas, región Lambayeque. Para llevarlo a cabo este trabajo fue una investigación del tipo aplicada, cuantitativa y descriptiva con diseño experimental; tanto la población como la muestra está dada por los 3+085 km del canal de riego en el Distrito de Salas, región Lambayeque, localizado en la margen izquierda del río Salas. De los resultados obtenidos en esta investigación ayudo a ver el comportamiento del canal en conjunto; adicionalmente el análisis de estos resultados representados en los gráficos, también en Excel, donde se registran los datos de los ensayos realizados, y AutoCAD Civil 3D para la elaboración de planos y HEC–RAS para los gráficos derivados de la modelización hidráulica por lo que concluyó que HEC–RAS identificó Por lo tanto, es útil estudiar y visualizar el efecto de la máxima eficiencia hidráulica en el diseño del canal de riego en estudio con comportamiento del perfil de flujo.

Para (Vargas & Salvador, 2020) quienes presentaron su trabajo de investigación con el título de *“Diseño hidráulico de la bocatoma en la quebrada san francisco y estructuras de conducción para el riego por gravedad en el Caserío Pampamarca–Santiago de Chuco”*, en el que se propusieron como objetivo central el de realizar el diseño hidráulico de la bocatoma en la Quebrada San Francisco y estructuras de conducción para el riego por gravedad en el Caserío Pampamarca – Santiago de Chuco; para ello se apoyó en una investigación del tipo aplicada, descriptiva y con un diseño no experimental. En cuanto a la población y la muestra esta se demarco por el diseño de la infraestructura de riego de Pampamarca; con respecto a los resultados por mencionar la más relevante se tiene que para determinar la demanda de agua se ha considerado los cultivos bases y los cultivos alternativos o rotacionales tipiscode la zona; lo que encamino a que concluyese que la estructura hidráulica de la toma de agua fue que la pluma tuvo 1 m de alto, la ventana de recolección de agua tuvo 0,50 m de ancho y 0,30 m de alto, el colector de arena tuvo 1,25 m de ancho, 0,62 m de profundidad y 1,26 m de largo. y tubería, considere

dos secciones típicas de canal rectangular, 0.50 m de ancho, 0.50 m de alto, trapezoidal 0.30 m, base 0.50 m de alto, espejo de agua 0.60 m, pendiente 0.50, cada pendiente cambia 10 partes del terreno.

## 2.2. Bases Teóricas o Científicas

### TEORIA DE LA CUENCA

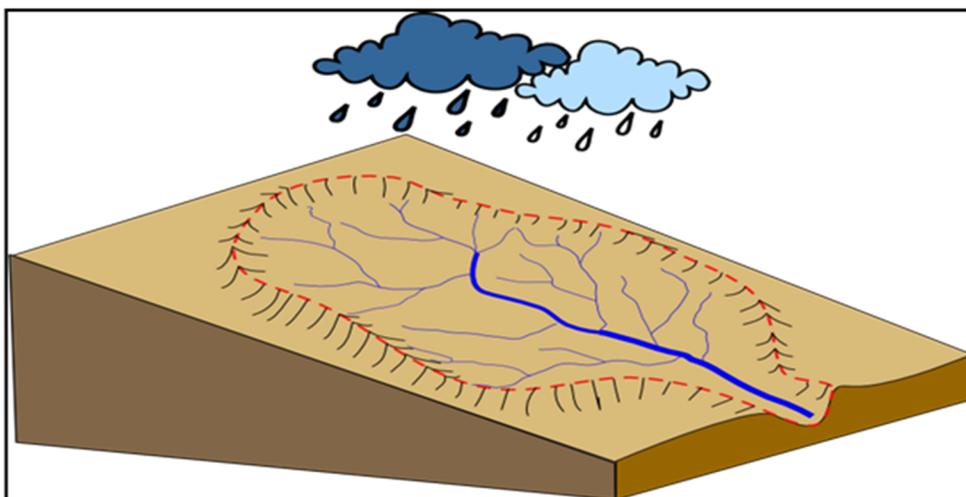
En esta primera sección se definirán todos los conceptos básicos para desarrollar este subcapítulo.

CUENCA: Según el Ing. German Monsalve, el define como cuenca

“Al área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, de modo que el caudal efluente es descargado a través de una salida”<sup>1</sup>.

Por otro lado, cabe resaltar que existen dos modelos para definir una cuenca. El primero es el modelo simple (ideal) el cual considera una superficie plana cerrada en la cual toda la precipitación se convierte en el caudal, el cual se descarga en un solo punto y el modelo practico, el cual es usado para realizar el balance hídrico ya que considera los fenómenos de precipitación, escorrentía, evaporación, evapotranspiración, infiltración, entre otros que serán explicados a mayor detalle más adelante.

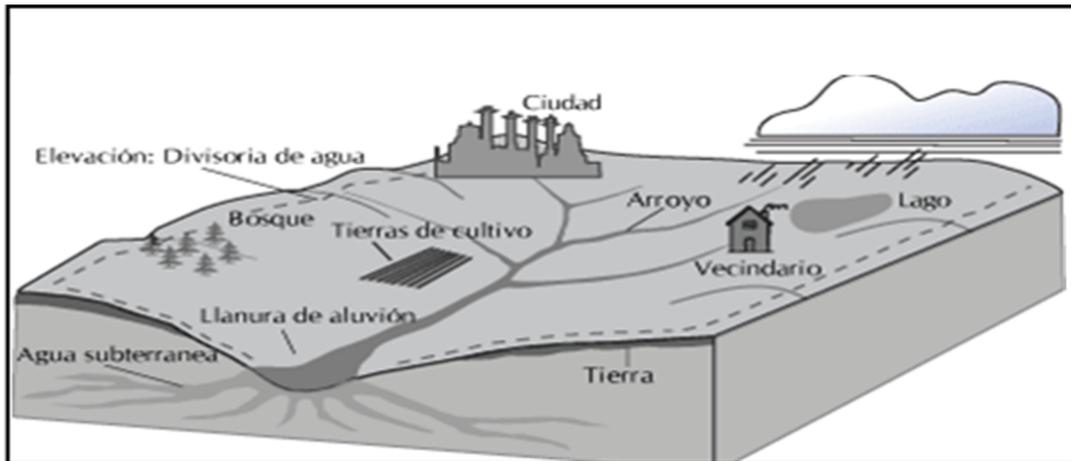
*Figura 1: Modelo del sistema hidrológico simple*



Fuente: Hidrología en la ingeniería de German Monsalve

<sup>1</sup> Cfr. Monsalve 1995 :35

Figura 2: Modelo del sistema hidrológico Real

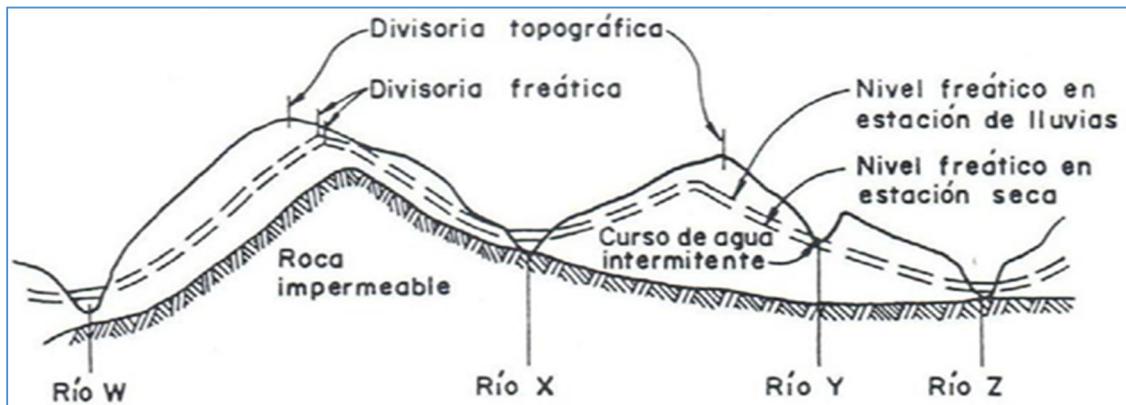


Fuente: Hidrología en la ingeniería de German Monsalve

#### A) DIVISORIAS:

Se definen como aquellas líneas que cumplen la función de separar y delimitar las precipitaciones que caen en cuencas vecinas. Existen dos tipos de divisorias, la primera es la topográfica o superficial y la otra es la freática o subterránea. Para el presente trabajo se usará las divisorias topográficas mediante los métodos que se explicarán más adelante.<sup>2</sup>

Figura 3: Corte transversal de una cuenca hidrográfica



Fuente: Hidrología en la ingeniería de German Monsalve

#### B) ÁREA DE DRENAJE (A)

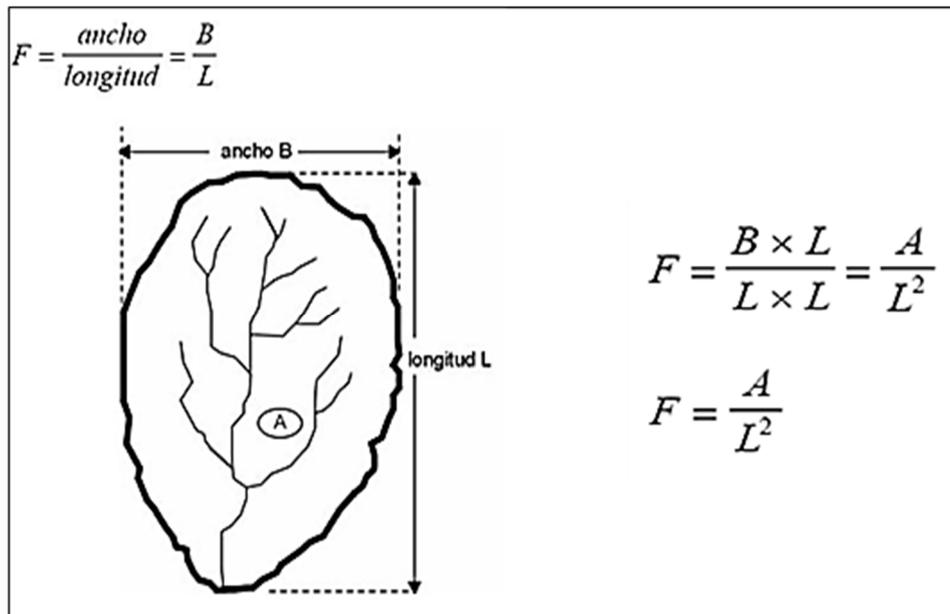
Es la superficie en Km<sup>2</sup> (proyección horizontal) que delimitan las divisorias topográficas (Monsalve 1995:37)

<sup>2</sup> Cfr. Monsalve 1995 :35

### C) FACTOR DE FORMA DE LA CUENCA

Es la relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud promedio del cauce principal. El ancho medio se obtiene dividiendo el área de la cuenca por la longitud del cauce principal.<sup>3</sup>

Figura 4: Relación entre el ancho promedio de la cuenca y la longitud del cauce



Fuente: Elaboración propia

NOTA: Una cuenca con factor de forma bajo esta menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño, pero con mayor factor de forma.

### D) ÍNDICE DE GRAVELIUS O COEFICIENTE DE COMPACIDAD (K<sub>C</sub>)

Se define a la relación entre el perímetro de la cuenca y la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual a la de la cuenca.<sup>3</sup>

$$K_C = 0.282 \frac{\text{Perímetro Cuenca}}{\sqrt{\text{Área de la Cuenca}}}$$

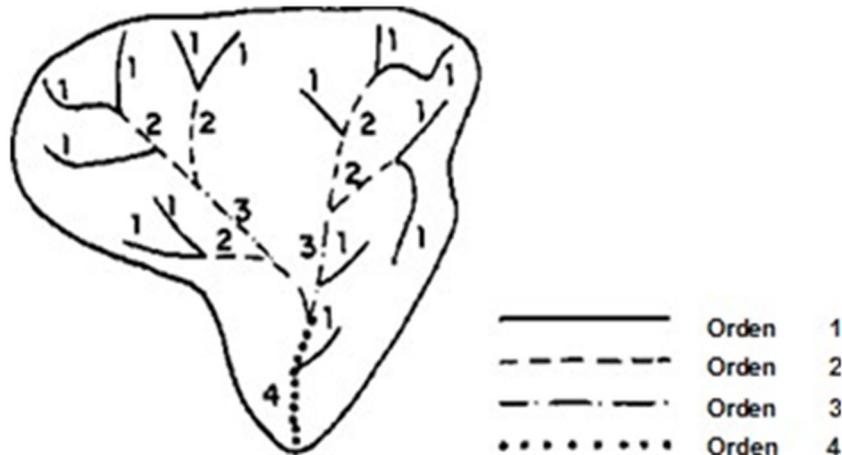
NOTA: Cuanto más irregular sea la cuenca mayor será su coeficiente de compacidad. Una cuenca circular posee el coeficiente mínimo, igual a uno. Hay mayor tendencia a las crecientes en la medida que K<sub>C</sub> sea próximo a la unidad.

### E) ORDEN DE LAS CORRIENTES DE AGUA

Refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca. (Monsalve 1995:38)

<sup>3</sup> Cfr. Monsalve 1995 :37

Figura 5: Clasificación de corrientes de agua.



Fuente: Hidrología en la ingeniería de German Monsalve

#### F) DENSIDAD DE DRENAJE (DD)

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y su área total.<sup>4</sup>

$$D_d = L/A$$

En donde:

L: longitud total de las corrientes de agua, en km

A: área total de la cuenca, en km<sup>2</sup>

### 2.3. Marco Conceptual (de las variables y dimensiones)

#### 2.3.1. Variable Independiente: ANÁLISIS HIDRÁULICO

El análisis hidráulico representa una rama esencial de la ingeniería que se dedica a comprender el comportamiento de los fluidos, centrándose principalmente en el agua, dentro de sistemas hidráulicos y estructuras afines. Su base conceptual se apoya en principios fundamentales de la mecánica de fluidos y la hidráulica, aplicando leyes como la conservación de la masa, la ecuación de continuidad y la ecuación de Bernoulli. Estos principios son cruciales para evaluar diversos parámetros asociados al movimiento del agua, tales como el flujo, la presión y la velocidad, proporcionando una comprensión profunda de los fenómenos hidráulicos. (Ramos, 2014)

<sup>4</sup> Cfr. Monsalve 1995 :39

El análisis hidráulico involucra la consideración de varios componentes clave. La geometría del sistema, que abarca la forma y disposición de tuberías o canales, influye directamente en la velocidad y presión del agua. Las propiedades del agua, como su viscosidad, densidad y temperatura, son factores fundamentales que afectan su comportamiento en el sistema. Asimismo, las condiciones de contorno, que incluyen la topografía del terreno y la demanda variable de agua, son cruciales para entender el entorno en el que se desarrolla el análisis.

Los objetivos del análisis hidráulico son variados. Se busca evaluar la eficiencia del sistema, minimizando pérdidas y garantizando una distribución adecuada del agua. Además, se enfoca en asegurar la integridad estructural de las instalaciones hidráulicas, previniendo riesgos de fallos o colapsos. La optimización del diseño es otro objetivo clave, buscando mejorar aspectos como la capacidad de caudal, la presión y la uniformidad en la distribución del agua. (Ramos, 2014)

## **DIMENSIONES DE LA VARIABLE**

### **Diagnostico situacional**

En general, se consideran obras hidráulicas (Zapata, 2020):

**Canales:** Son estructuras diseñadas para canalizar agua en losa libre. Estos son trabajos donde se debe considerar el diseño y la topografía (Sotelo, 2002). Estos a su vez pueden constar de diferentes elementos, por ejemplo:

- Compuerta de entrada.
- Dispositivos de seguridad.
- Dispositivos para el aforo.
- Elementos de derivación hidráulicos.
- Reguladores de nivel de agua en el canal.

**Balsas de agua:** Estos son estructuras diseñados para almacenar agua que provienen de otros lugares. Este suele ser un agujero hecho en el suelo que de alguna manera es impermeable. Deben tener algún tipo de sistema de entrada y salida para tener el control del agua.

***Presas:*** Funciona entre canales para hacer circular continuamente el agua y almacenarla para diversos fines. Esa categoría incluiría las llamadas represas, que son simplemente represas de baja altura cuyo objetivo principal es desviar parte del agua del canal hacia la carretera (Díes & Bueno, 2001). Pueden constar de las siguientes partes:

- Bocatomas de aspiración para diferentes usos del depósito.
- Contenedor de vaciado.
- Desagüe del fondo.
- Escalera para peces.
- Trabajos temporales durante la construcción.
- Vertedero o aliviadero.

***Estaciones de bombeo:*** Son estructuras destinados a albergar bombas hidráulicas y los motores que las accionan. Las centrales eléctricas que utilizan turbinas hidráulicas entrarían en esta categoría (Saldarriaga , 2016). Pueden constar de las siguientes partes:

- Bomba o equipo hidráulica
- Cámara de succión
- Canal de aproximación
- Dispositivos para atenuar el golpe de ariete.
- Línea de impulsión.
- Motor y equipos auxiliares tales como: estaciones de transformación de energía eléctrica; depósitos de combustible; etc.
- Rejas empleadas en el desbaste y en la retención de finos.

***Esclusas:*** Dispositivos que facilitan la navegación de las embarcaciones por el agua. Por lo general, no son útiles para el riego, por lo que no son relevantes el ahondar en esta investigación.

***Red de abastecimiento de agua potable:*** Instalación para la captación, gestión y distribución de agua destinada al consumo humano o animal. Esta categoría incluye los sitios de estructuras industriales agrícolas.

***Sistema de recogida de aguas residuales:*** Redes orientadas a la captación y gestión del agua posterior a su uso, tanto urbanas como redes animales.

**Sistemas de riego:** Redes especialmente diseñadas para atender las particularidades y características específicas de los sistemas de riego.

**Sistema de drenaje:** Redes especialmente diseñadas para recoger agua de riego o lluvia y redes que puedan estar en el suelo y sean perjudiciales para la actividad humana.

**Defensas ribereñas:** Obras destinadas a proteger las áreas aledañas al canal contra posibles cruces. Debido a su especial relación con la hidrología, se analizan en otro artículo.

**Recarga artificial de acuíferos, pozos de absorción:** Obras para el manejo de aguas subterráneas. Están estudiando en otro trabajo porque están interesados en el campo.

**Trasvase:** Son estructuras designadas a transportan agua de un río o lago a una cuenca adyacente.

Estas estructuras se utilizan para diversos fines tales como:

- Almacenamiento de agua y posterior generación de electricidad.
- Riego para varios tipos de cultivos.
- Transmisión de agua para consumo de seres vivos o industriales.

### **Estudios hidrológicos**

Se toma en consideraciones aspectos tales como:

1. *Del canal:* la capacidad dimensional de la carretera se determina en función de la demanda máxima de agua, la cual depende de:

- Del riego, cultivos, rotación de cultivos.
- Estimar también las pérdidas por infiltración construyendo presas a ambos lados del canal para medirlas directamente.
- Estime adicionalmente la tasa de evaporación para canales grandes con niveles de agua grandes en mm/km por canal.
- Pérdidas de agua y aplicación efectiva de plantas.
- Se deben evaluar las condiciones climáticas y las propiedades del suelo.

La ubicación de una línea de canal o línea en relación con la tierra irrigada depende principalmente de la topografía y las condiciones económicas. Por ejemplo, en el caso de un método de entrega, si no es posible por gravedad, el costo de bombeo debe ser considerado en el estudio económico (Ramos, 2014).

Cosas a considerar al elegir las propiedades hidráulicas del canal (Ramos, 2014):

- Consideraciones financieras en el proceso de construcción y mantenimiento.
- Eficiencia hidráulica  $dP/dy = 0$ .
- Estabilidad de taludes en los laterales.
- Flexibilidad de trabajo.
- Inclinación, forma, alineación.
- Las secciones transversales trapezoidales son mejores en términos de estabilidad que las rectangulares y deben tener mayor espesor.
- Las velocidades no deben ser superiores a 1 m/s en canales de tierra y 3–5 m/s en canales de hormigón.
- Necesidad de tapar el canal y tipo de tapa.
- Resistencia a la erosión del suelo en la caja del canal.
- Transporte de sedimentos: transporte y suspensión de capas que hacen que los sedimentos se acumulen en las estructuras y a su vez eleven el nivel del agua.

2. *Otras estructuras*: se consideran elementos como túneles, puentes y pasos de peces. Los túneles se utilizan donde son más económicos (para transportar agua sobre pendientes y caídas) que:

- a) Bombear agua sobre barreras.
- b) Dirigir el agua a través de pendientes y pendientes, o cuando la construcción de una sección del canal requiere un corte profundo.

Los puentes de conductos para vehículos se utilizan a menudo en conductos con caudales de aproximadamente 100 ft<sup>3</sup>/s o más (2,83 m<sup>3</sup>/s). Sin embargo, si el valor financiero de la elevación hidráulica del sistema de canales es particularmente alto, comparar los costos del puente y la estructura del paso a nivel puede asegurar que la pérdida de elevación a través de la tubería del paso a nivel puede ser significativa (Ramos, 2014).

La utilidad de estructuras cruzadas se utiliza en la gestión de líneas de gas, petróleo, agua, electricidad y comunicación. Los estanques de peces o escaleras y tamices son dispositivos especiales cerca de la fuente de agua del canal. Los mamparos evitan que los peces entren en el canal y las escaleras les permiten migrar entre canales naturales (Ramos, 2014).

### 3. Exploración *de suelos*:

- Debe incluir la ubicación de zonas rocosas y diferentes tipos de suelos.
- Elaborar perfiles longitudinales y transversales de acuerdo a la alineación seleccionada para determinar la profundidad de la excavación y las alturas del terraplén.
- Para canales principales e instalaciones, una zanja cada 300 metros con una profundidad mínima de 3 metros desde el fondo, si los canales son profundos.
- Se utilizan imágenes satelitales e imágenes aéreas para la clasificación de suelos.
- Todos los resultados de la investigación se organizan en perfiles.
- Se debe analizar la posibilidad de deslizamientos. Vienen con costos de mantenimiento.
- Al cruzar rocas, tenga cuidado con sus grietas.
- Requisito de levantamiento de suelo a lo largo del canal y en los sitios de construcción:
  - Clasificación de los suelos.

- Determinación de la adecuación de cimientos y/o cimientos para estructuras y revestimientos.
- Determinación de la estabilidad de canales y estructuras.
- Determinación del suelo para su posible uso como presa del canal y relleno estructural.
- Determinar la presencia de iones de sulfato solubles en agua (afectan al hormigón y lo debilitan).
- Encuentra las áreas de alquiler de materiales del terraplén del canal.
- Evaluar el grado de consolidación provocado por cargas efectivas y sobrecargas (ej. vehículos).
- Explicar que los drenajes deben construirse debajo de los canales, los niveles de agua deben monitorearse y los arroyos deben cruzarse.
- Identificación cualitativa del suelo excavado.
- Los suelos utilizados tanto en su estado natural como en terraplenes no deben ser expansivos, con suficiente  $\tau$  al adquirir una nueva forma, relativamente impermeables y resistentes a la erosión relativa.
- Para suelos de baja densidad, se puede cavar y rellenar con buena tierra, porque estos suelos son muy sensibles a la compactación del agua; Además, estime el nivel del agua subterránea.
- Propiedad del suelo que promueve la resistencia a la erosión hídrica
- El mapa del suelo debe cubrir 60 m más el ancho superior de la carretera.

### **Medición de caudal**

El diseño de estructuras hidráulicas debe estar adecuadamente dimensionado, teniendo en cuenta aspectos de diseño hidráulico, estructural y de estabilidad. (Ramos, 2014)

*Diseño hidráulico:* proporciona una capacidad de descarga adecuada en todos los diseños progresivos seleccionados hidráulicamente para un funcionamiento normal.

Diseño adecuado para caudales mayores causados por emergencia o falla de tubería. Relación estructural e hidráulica suficiente para disipar energía durante las transiciones con mínima turbulencia y mínima pérdida de energía.

*Diseño estructural:* proporciona suficiente voladizo y refuerzo a cada parte de la estructura para resistir los momentos, empujes y fuerzas cortantes causadas por las cargas aplicadas a la estructura.

*Diseño de estabilidad:* garantizar las dimensiones y el tipo de suelo– cimentación adecuados, la estructura debe deslizarse y caer, evitar la penetración de agua y la separación de los materiales de cimentación, las presiones de cimentación deben ser inferiores a las permitidas.

### Cargas

- **General:** Las cargas son aquellas que el canal y las estructuras pueden soportar, incluido el peso muerto, la tensión del puente, la presión lateral, las altas presiones y las fracturas, y las cargas de las ruedas.
- **Carga muerta:** Las cargas muertas comúnmente utilizadas para tuberías y estructuras pequeñas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1:  
Carga Muerta

Carga	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	Lb/pie <sup>3</sup>
agua	1000	62,4
<i>backfill</i>		
seco	1602	100
saturado	2003	125
<i>compacted backfill</i>		
seco	1923	120
saturado	2163	135
concreto	2404	150

Fuente: Diseño de Estructuras Hidráulicas I.(Ramos, 2014)

Para hacer una buena distinción en la masa del suelo entre el suelo por encima y por debajo del nivel freático, se utilizan los términos "saturado" y "seco".

Está claro que el suelo adyacente a la estructura no está seco y contiene algo de humedad. (Ramos, 2014)

***Puente en operación uniforme viva:***

*Cargas:* Los puentes están diseñados asumiendo una carga uniformemente distribuida de 150 libras por pie cuadrado o el equivalente a  $69 \text{ kg/m}^2$ . De lo contrario, carga uniforme  $100 \text{ lb/ft}^2$  ( $5,5 \text{ kg/m}^2$  empleados) (Ramos, 2014)

***Presión lateral:*** Las paredes de la estructura están sujetas a presión lateral de muchas fuentes. La armadura de hormigón debe ser capaz de soportar adecuadamente los esfuerzos provocados por estas presiones. (Ramos, 2014)

***Agua:*** Líquido comprimiendo  $1000 \text{ kg}$  por metro cuadrado. El diagrama de presión es triangular, donde la fuerza resultante actúa a un tercio de la altura de la parte inferior del diagrama de presión. (Ramos, 2014)

***CRITERIOS PARA DISEÑO DE CANALES ABIERTOS***

En un proyecto de riego, la parte definida por el enfoque hidráulico es de primordial importancia porque determina las estrategias de operación del sistema de riego (arranque, control –cauce abierto o presión–, regulación) Por eso es importante desarrollar un sistema hidráulico desde un enfoque donde el proyecto debe implementar los planes de infraestructura determinados en la fase de campo; canales, obras de arte (acueductos, canoas, desagües, aberturas laterales, etc.), obras especiales (trampas, desarenadores, túneles, sifones, etc.), etc. En la elaboración de planos de obras previstas, el caudal es el parámetro principal para determinar sus dimensiones y está relacionado con la disponibilidad de recursos hídricos (hidrología), tipo de suelo, a través del tipo de cultivo, condiciones climáticas, métodos de riego, etc., es decir. relación agua–suelo–planta. Por eso a la hora de diseñar un proyecto de riego es muy importante la formación y experiencia del diseñador, pues la ingeniería agrícola se distingue por esta especialidad en el campo de la ingeniería. (A.N.A., 2010)

***Canales de riego por su función***

Debido a sus diferentes funciones, los canales de riego tienen los siguientes nombres (A.N.A., 2010):

- ▲ **Canal de primario:** También se le llama primario o de derivación y siempre se traza con una pendiente mínima. Por lo general, solo se usa en un lado porque corre alto en el otro lado.
- ▲ **Canal secundario:** También llamados canales laterales, son los que salen del canal principal y el flujo que ingresa a ellos se distribuye hacia los lados inferiores. Un área de riego que sirve a un lateral se conoce como unidad de riego.
- ▲ **Canal terciario:** También llamados sub laterales y surgen de canales laterales, el caudal que ingresa a ellos se distribuye a las propiedades individuales a través de tomas solares, el área de riego que sirve al sub lateral se conoce como unidad de circulación.

Se puede concluir que varios dispositivos de circulación forman una unidad de riego, y varios nodos de riego forman un sistema de riego, el cual adopta el nombre de canal padre o primera etapa o codificación. (A.N.A., 2010)

### **Diseño geométrico y estructural**

Las obras hidráulicas, o infraestructura hidráulica definidas por (Zapata, 2020), se refieren a la construcción en los campos de la ingeniería civil, la ingeniería agrícola y la ingeniería hidráulica, que están esencialmente relacionadas con el agua. Las instalaciones hidráulicas forman así un conjunto de estructuras construidas para el control del agua, independientemente de su origen.

Es un conjunto de redes de transporte y equipos fijos que permiten el abastecimiento de agua a los usuarios y con ello la prestación de servicios. En esta obra tienen prioridad las obras destinadas al riego, aunque la mayoría de las mencionadas en esta clasificación pueden estar relacionadas con ellas de una forma u otra (Cadavid, 2006).

Los tipos de estructuras hidráulicas en un sistema de riego requiere varios tipos de estructuras para administrar el agua de manera eficaz y eficiente, regular y medir la escorrentía de canales y proteger las estructuras de daños internos y externos (Ramos, 2014).

## **Estructuras de conducción**

Además del canal, generalmente se requieren otras instalaciones debido a la topografía del canal o las condiciones de ingeniería existentes utilizadas en el canal que transporta el agua a lo largo de la ruta. Tales estructuras incluyen (Ramos, 2014):

1. Acueductos.
2. Cascadas: Desplazarse con seguridad de un cauce a otro nivel inferior.
3. Cruces de vías: Para transportar agua bajo caminos y pistas.
4. Rápidos: Para transportar agua en pendientes pronunciadas.
5. Sifones Inversos: Sirven para transportar agua bajo cauces naturales.
6. Succión.
7. Túnel.

## **Estructuras de regulación**

Son quienes regulan la descarga de los canales al inicio de la entrega de recursos. Estos pueden ser canales aguas abajo que operen junto a una presa de liberación, o pueden estar juntos a lechos de ríos o estaciones de bombeo (Ramos, 2014).

El agua abajo se utiliza para dividir los canales en varias direcciones donde se regula la descarga. También se utilizan para controlar los flujos de los canales cuando crecen y superan la capacidad diseñada.

El objetivo es regular el nivel del agua y el caudal para que siempre circule el caudal previsto y se elimine el exceso de caudal (Ramos, 2014).

- a. Partidores.
- b. Aliviadero lateral.
- c. Cheks, o compuertas que sirven para elevar el nivel.

## **Estructuras de medición**

La gestión eficaz de un sistema de riego requiere medir la cantidad y el caudal del agua suministrada. El primer aspecto es la distribución equitativa de los

usuarios. En segundo lugar, permite un volumen suficiente para evitar la pérdida de agua. Existen varios tipos de estructuras de medición de agua: las más comunes son canales, presas, cajas y boquillas tipo Parshall (Ramos, 2014).

- a. Vertederos
- b. Aforadores tipo Parshall
- c. Orificio de carga constante

### **Estructuras de protección**

Estas estructuras protegen el sistema de riego por fuera y por dentro; como protección en el exterior del cauce, se prevé la protección de sus laterales frente a los taludes donde se produzcan los desprendimientos del temporal. Internamente, protege el canal del exceso de agua que ingresa como resultado de la lluvia o fallas en el sistema. Para proteger el canal de influencias externas e internas, por ejemplo (Ramos, 2014):

❖ *Efecto externo*: Derrumbes o deslizamientos de tierra, lluvia que fluye por las laderas.

❖ *Efecto interno*: desbordamiento por falla de la compuerta.

- a. Edificaciones de alivio.
- b. Edificaciones de cruce, pueden conducir el agua por debajo o por encima del canal
- c. Edificaciones para el drenaje.

### **Componentes de las estructuras**

a) Tubería principal subterránea caracterizada por el hecho de que puede o no estar sujeta a presión hidrostática (carga); como sifón y desagüe. Los materiales de construcción pueden ser (Ramos, 2014):

- Concreto reforzado (CR)
- Asbesto cemento (AC)
- Acero soldado (AS)
- Metal corrugado (ARMCO)
- Mortero plástico reforzado.

Elementos complementarios de la tecnología de tuberías:

- Collares
  - Válvula de aire y de purga
  - Registro de limpieza y buzones.
- b) Transición: Son estructuras de conexión entre el canal a la entrada o salida de la estructura.
- c) Disipadores de energía: Se utilizan a la salida de los tubos de escape, a la salida de la pendiente en caso de caídas verticales e inclinadas.
- d) Elementos de seguridad: por ejemplo, redes en la entrada del sifón, rejillas de entrada o cables de seguridad.

### **Necesidad de revestir el canal**

La necesidad de construir un canal depende de los beneficios a lograr y beneficio económico (Ramos, 2014):

- Además, también evita que las sales sean arrastradas y dirigidas a los campos de regadío.
- Menores costos de mantenimiento y operación, principalmente por control de malezas, son muy altos en canales de tierra y se reduce mucho la limpieza de sedimentos.
- Prevención de pérdidas relacionadas con costos de drenaje (principalmente por inundación de terrenos adyacentes). Se debe analizar el drenaje natural del área y evaluar el potencial de los terrenos que pueden ser afectados por la intervención del canal y sus consecuencias económicas. Analizar también el aumento potencial de las aguas subterráneas.
- Previene pérdidas de agua al reducir las pérdidas causadas por el transporte de agua y la vegetación (60–80%). En canales pequeños, estas pérdidas son por ciento más altas. Este criterio es más importante en áreas donde la demanda de agua es alta y el suministro es insuficiente.
- Reducción de corte por menores pérdidas de energía por rozamiento y mayor velocidad admisible. También permite una reducción de la tierra ocupada y reduce los derechos de paso. Al aumentar la velocidad los

sedimentos son suspendidos y arrastrados por el agua y por lo tanto se reducen los costos de mantenimiento.

- Seguridad estructural que permite una mejor estabilidad lateral del caballo, un problema común en suelos arenosos o fangosos.

#### A. Tipos de revestimiento

- Rígidos: hormigón, bloques de hormigón, suelo cemento, hormigón asfáltico, ladrillos, piedras y mortero.
- Flexible: membranas, asfalto, bentonita, tierra compactada.

B. *Selección del tipo de revestimiento*: Dado que el revestimiento de canales requiere *una* gran inversión, el tipo de revestimiento debe seleccionarse cuidadosamente:

- Debido a la topografía, principalmente la pendiente de la carretera, los revestimientos flexibles no permiten altas velocidades.
- Disponibilidad de material cerca del sitio de construcción
- Duración.
- Las características del suelo, como suelos arcillosos expansivos o calizas cavernosas (que provocan desgaste), es mejor usar revestimiento del tipo flexible.
- Nivel freático, si hay una superficie más alta en el fondo del canal, este factor puede transferir presión al canal y crear fuerzas externas que lo debiliten.
- Uso y mantenimiento, los revestimientos duros son los más adecuados para los cambios de nivel del agua durante el uso, ya que este cambio afecta a los flexibles.

C. *Selección de una transición*: Si existe una estructura en el recorrido del cauce y se debe cambiar su sección transversal a la entrada de la estructura, se utiliza una transición para tal fin.

D. *Estructuras de desnivel*: si necesita conectar el nivel superior con uno gradualmente inferior, estas pueden ser: caídas verticales o inclinadas, amortiguadores y pendientes rápidas:

- Se utilizan desniveles verticales para reducir la pendiente, se eleva hasta una altura máxima de 2 metros.
- Se utilizan pendientes con alturas de 0,90– 5 m y distancias relativamente cortas.
- Los taludes húmedos se utilizan para el descenso irregular de agua en lugares donde la caída es costosa y se produce erosión.
- La velocidad se utiliza para caídas de más de 5 metros y el agua se mueve mucho en una pendiente pronunciada. Elegir entre caídas verticales rápidas o secuenciales requiere un estudio hidráulico y económico. La mala distribución de la gota puede crear salidas de pulsos u ondas en el canal que no alcanzarán la profundidad normal, causando daños al canal y problemas en la excavación. En el estudio económico, los costos de construcción y mantenimiento deberían ser, por lo general las series de choque son más costosas de mantener.

E. *Estructura de cruce de vías:* ay un sifón o desagüe entre ellos. Primero depende del nivel de la calzada, porque si es más bajo que el nivel del canal, el sifón es lo mejor, pero si es alto y permite al menos 60 cm de llenado, la solución es un bidón. En general, factores como el caudal, la altura hidráulica disponible y el precio permiten decidir sobre la rentabilidad de un canal o un puente de tambor, se puede considerar que incluso en canales con un caudal inferior a 3 m<sup>3</sup>/s es más ventajoso utilizar un tambor. Son más fáciles de instalar porque la base es más simple y requiere menos mantenimiento.

F. *Estructura de cruce de quebradas:* si el canal cruza un arroyo o río, se puede utilizar un acueducto o sifón, cuya elección depende de la cantidad y el precio del agua; En general, a caudales bajos, el acueducto es más económico, a menos que se requieran obras adicionales que lo encarecen.

G. *Estructuras de aforo:* Permite regular la cantidad de agua que circula por los canales y se presenta en tres tipos: medidores Parshall, medidores de cuello y rebosaderos. La selección se basa en el flujo, la carga hidráulica disponible, la durabilidad, la mano de obra y el mantenimiento, y el costo.

Las presas son prácticas y económicas siempre que tengan suficiente altura. Las tablas Parshall son adecuadas para casi todas las condiciones de flujo-caudal y sus principales ventajas son la baja pérdida de energía, una precisión razonable para una amplia gama de flujos, la sensibilidad a la velocidad de aproximación y el efecto inducido por sedimentos. (Ramos, 2014)

### **2.3.2. Variable Dependiente: SISTEMA DE RIEGO**

Un sistema de riego es un conjunto organizado de estructuras, dispositivos y técnicas diseñados para suministrar de manera controlada y eficiente agua a los cultivos, con el objetivo de optimizar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos sistemas son fundamentales en la agricultura para compensar la falta de lluvias o para mejorar la distribución uniforme del agua en áreas donde la precipitación natural es insuficiente o irregular.

Los sistemas de riego pueden adoptar diversas formas, desde métodos tradicionales como el riego por surcos y el riego por inundación, hasta enfoques más avanzados y tecnológicamente sofisticados, como el riego por goteo, el riego por aspersión y el riego subterráneo. Cada tipo de sistema se adapta a diferentes condiciones climáticas, tipos de suelo y necesidades específicas de los cultivos.

Estos sistemas no solo buscan proporcionar la cantidad adecuada de agua para el crecimiento de los cultivos, sino que también buscan maximizar la eficiencia hídrica, reduciendo las pérdidas por evaporación y escorrentía. Además, permiten una gestión más precisa de los recursos hídricos, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y económica en la producción agrícola.

#### **DIMENSIONES DE LA VARIABLE**

##### **➤ Eficiencia del sistema de riego (Efr):**

La eficiencia de un sistema de riego se menciona en (MINAGRI, 2015); en la que señala que dicha eficiencia es la relación entre el agua utilizada por las plantas y la cantidad de agua que pasa por la captación. La cantidad de agua recolectada de la fuente natural del sistema de riego se canaliza a través

del canal del sistema de riego y luego el agua se canaliza a través del canal de distribución y finalmente el agua se canaliza a uno de los cultivos del agricultor a nivel de parcela. Finalmente, el caudal de entrada estima la cantidad de agua que se utiliza para regar los cultivos, y para eso es importante determinar la eficiencia de riego para determinar la demanda de agua necesaria en un proyecto de riego, que es un factor importante, mientras se calcula el requerimiento de agua de cualquier proyecto de riego.

La eficiencia de riego consiste en la eficiencia de conducción del canal principal, la eficiencia de distribución de los canales laterales y la eficiencia de volumen a nivel del área de prueba, el producto de estos tres factores de eficiencia determina la eficiencia de riego del sistema. (MINAGRI, 2015).

$$\mathbf{Efr = Efc \times Efd \times Efa}$$

Donde:

**Efc** = Eficiencias conducción.

**Efd** = Eficiencia de distribución.

**Efa** = Eficiencia de aplicación.

#### ➤ **Eficiencia de conducción (Efc)**

La eficiencia de conducción permite estimar la pérdida de agua del canal principal desde el punto de succión hasta el punto final del canal principal.

Hay casos en los que no es posible cerrar los puertos de los canales laterales de distribución L1, L2, L3,..., Ln, los mismos que se consideran en el cálculo de la eficiencia de conducción.

**Efc** = [(Caudal que llega al final del Canal principal +  $\sum$  caudales de distribución) / Caudal de agua que entra al canal principal] x 100

*\* Si las compuertas están cerradas, se supone que la suma de los canales de distribución es cero.*

Si la eficiencia es alta, significa que las pérdidas de agua son mínimas debido al buen estado del canal de agua principal. Esto significa lo siguiente (MINAGRI, 2015):

- ❖ El canal principal está preferentemente revestido para evitar pérdidas por penetración.
- ❖ No tiene grietas en la base, taludes o bordes.
- ❖ Para que no haya una gran masa de agua sujeta a evaporación.
- ❖ Para que no haya hurto o hurto de agua en la ruta, ej. de usuarios no oficiales, carga de agua en un tanque, suministro continuo para uso del ganado, etc.
- ❖ Los caudales mínimos técnicamente recomendados están dirigidos para que su velocidad sea aceptable y no provoque sedimentación que reduzca la capacidad del cauce o erosión que cambie la forma de la sección y deje una mayor área de infiltración.

➤ **Eficiencia de Distribución (Efd)**

Se obtiene de todos los canales de distribución de 1er, 2do, 3er, etc, orden, que emplean para distribuir el agua a las parcelas o chacras de los usuarios. Mide la pérdida que se produce entre la entrada o toma lateral del canal principal, hasta la distribución a los usuarios de la zona de riego (MINAGRI, 2015).

La Ecuación para determinar la eficiencia del canal de distribución se presenta de la siguiente manera:

$$Efd = [(Caudal que llega al final del Canal de Distribución + \sum \text{Caudales de los laterales}) / \text{Caudal de agua que entra al canal lateral}] \times 100$$

Por tanto, dado que se trata de un sistema de riego que contiene varios canales de distribución, su eficiencia viene determinada por la siguiente ecuación:

$$Efd = (\text{Sumatoria de eficiencias de Distribución de 1er. 2do, 3er, 4to, "n" orden}) / \text{Número total de canales de Distribución}$$

Al igual que el canal de conducción, la distribución debe ser de alta eficiencia con mínimas pérdidas por filtración, cuanto mayor sea el valor de esta eficiencia, mejor será el estado de los canales y estructuras de distribución. Esto significa:

- ❖ Que no existan fugas en las estructuras de succión y barrera, grietas y otros, que en ocasiones son causados por daños causados por los propios usuarios.
- ❖ Se programan uno, dos o tres canales con caudal suficiente para turnos de riego y no todos los canales a la vez, con caudales muy pequeños resultando en velocidades muy bajas.

➤ **Eficiencia de Aplicación (E<sub>a</sub>)**

La eficiencia del riego es la cantidad de agua útil para el cultivo que permanece en el suelo después del riego en comparación con el agua utilizada. En general, se mide como un porcentaje del agua disponible del suelo, o en litros por cada 100 litros (MINAGRI, 2015).

El valor de la relación de beneficio se ve afectado por el área del lote a la que es proporcional. Con esto en mente, la siguiente ecuación se utiliza para gráficos múltiples:

$$\text{EFICIENCIA DE APLICACIÓN (Ea \%)} = \frac{A_1 * Er_1 + A_2 * Er_2 + \dots + A_n * Er_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

A<sub>n</sub> = Área de Parcela

Er<sub>n</sub> = Eficiencia de riego en parcela

Mejorar la eficiencia del riego es mejorar el riego, por lo que se recomienda:

- ❖ Apoyar el sistema radicular de los cultivos sin exceso o insuficiencia de agua.
- ❖ Cultivar cultivos.
- ❖ Evitar encharcamientos en los sectores bajos de la finca, previniendo así hinchazón de las plantas y enfermedades del cuello.
- ❖ Reduce los problemas de drenaje.
- ❖ Regar varias áreas con la misma agua que llega a la propiedad.

Cuando se aplica agua al suelo, puede comportarse de una de las siguientes maneras:

- ❖ Caudal superficial existente fuera del sector de riego: Esta agua suele provocar inundaciones, conocidas como caudal superficial.

- ❖ Este tipo de pérdida se denomina percolación profunda.
- ❖ Infiltrarse en el suelo y filtrarse en la zona de raíces del cultivo: esta es agua útil para las plantas y debe ser tratada para que la mayor parte del agua llega a esta zona por igual.
- ❖ Planta más profunda que el suelo: las plantas no utilizan esta agua.

## DETERMINACIÓN DE EFICIENCIAS

Debe disponerse de información suficiente y representativa para realizar los cálculos para determinar la eficiencia en los diferentes niveles de la red de riego (MINAGRI, 2015):

- ❖ Aforos

Si no se cuenta con datos históricos de medición, el cálculo de la eficiencia se realiza con la medida dada en este manual y para el canal o canales para los cuales se determinó la eficiencia.

- ❖ Generación de información histórica

Estos datos se almacenan y tabulan a lo largo del tiempo, proporcionando datos históricos para cada temporada para su uso al final del mes de campaña agrícola, para el año agrícola según sea necesario, calculando y ponderando los resultados para que pueda avanzar. y calcule la eficiencia.

- ❖ Tratamiento de la información

Luego del procesamiento de los datos, se determina la eficiencia de manejo y distribución por sub períodos hasta el final de la campaña o año agrícola. No se debe esperar hasta el final del año o la campaña agrícola para determinar solo la eficiencia.

## 2.4. Términos básicos

**CANALES:** estructura diseñada para transportar un líquido, generalmente agua, y a diferencia de una tubería, es libre. (Quispe, 2020)

**CAUDAL:** Es la cantidad o volumen de agua que pasa por una tubería, canal o sección transversal del canal por unidad de tiempo y se mide en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) y también se puede expresar en litros por segundo, por minuto, etc. (Gobierno de México, 2017)

**COMPUERTA:** son dispositivos mecánicos que se utilizan para controlar y mantener el flujo de agua en varios proyectos de ingeniería, como represas, canales y proyectos de riego. Existen diferentes tipos y se pueden clasificar de forma diferente según su forma, función y movimiento. (Universidad de la Costa, 2022)

**EFICIENCIA HIDRÁULICA:** Es hidráulicamente eficiente si es capaz de drenar la máxima cantidad de agua con la menor circunferencia posible, lo que está directamente determinado por la disposición geométrica de la pieza. (Martins, 2020)

**ESCLUSA:** Tradicionalmente, esta es una barrera de madera o metal que se desliza en ranuras ubicadas a cada lado del canal y puede considerarse como una abertura en la parte inferior de la pared. Las compuertas son una de las estructuras hidráulicas más comunes utilizadas para controlar o medir el flujo en canales abiertos, por ejemplo, para controlar el nivel y la velocidad del agua en ríos y canales. (AcademiaLab, 2022)

**HEC-RAS:** (Hydrological Engineering Center River Analysis System); Es un software libre (gratuito) para la modelización hidráulica y es imprescindible en proyectos hidrológicos e hidráulicos. En este curso podrá modelar y analizar caudales y niveles de inundación en canales naturales o artificiales. (García, 2022)

**INFILTRACIÓN:** Movimiento multidireccional del agua en el suelo debido a las fuerzas capilares y la gravedad, generalmente hacia abajo. (Mundo, 2018)

**REVESTIMIENTO:** Es un revestimiento fabricado con materiales como mampostería, tierra de cemento, hormigón hidráulico, hormigón lanzado, hormigón asfáltico, especies vegetales y plantas o malla geosintética para proteger la superficie del canal de la erosión. (FAO, 2023)

**SIFÓN:** En un sentido más estricto, el término se refiere específicamente a un tubo en forma de "U" invertida. Esta forma hace que el líquido fluya hacia arriba sin una bomba por encima de la superficie del depósito. Está alimentado solo por un líquido que cae y fluye a través de un tubo bajo la influencia de la gravedad. (Fundación Aequae, 2022)

**TALUD:** Es la pendiente que registra la superficie de un muro o superficie. Este elemento permite que la pared resista la presión que ejerce la tierra detrás de ella. (Vestalia, 2022)

**TRASVASES:** son obras hidráulicas, cuyo objeto es aumentar la cantidad de agua disponible en una zona determinada, para transportar agua de una cuenca hidrológica a otra. El agua obtenida puede ser utilizada para diversos fines, como abastecimiento de población, riego o uso industrial. (Iagua, 2011)

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis General**

El diseño hidráulico incide significativamente en las obras de captación y conducción en la mejora de la eficiencia del canal de riego, en la localidad de tres de diciembre.

#### **3.2. Variables (definición conceptual y operacional)**

– **Variable Independiente:** Análisis hidráulico

Es un conjunto de redes de transporte y equipos fijos que permiten el abastecimiento de agua a los usuarios y con ello la prestación de servicios. En esta obra tienen prioridad las obras destinadas al riego, aunque la mayoría de las mencionadas en esta clasificación pueden estar relacionadas con ellas de una forma u otra (Cadavid, 2006).

– **Variable dependiente:** Sistema de riego

Es la relación entre el agua utilizada por las plantas y la cantidad de agua que pasa por la captación. La cantidad de agua recolectada de la fuente natural del sistema de riego se canaliza a través del canal del sistema de riego y luego el agua se canaliza a través del canal de distribución y finalmente el agua se canaliza a uno de los cultivos del agricultor a nivel de parcela. (MINAGRI, 2015)

### 3.3. Operacionalización de las variables

**VARIABLE INDEPENDIENTE (X):** Análisis hidráulico y proyecto Hidráulico

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	ESCALA
Es un conjunto de redes de transporte y equipos fijos que permiten el abastecimiento de agua a los usuarios y con ello la prestación de servicios. En esta obra tienen prioridad las obras destinadas al riego, aunque la mayoría de las mencionadas en esta clasificación pueden estar relacionadas con ellas de una forma u otra (Cadavid, 2006).	Mediante el análisis del diagnóstico situacional, estudios básicos y estudio hidrológicos se estimará el caudal requerido y con este elaborar el diseño hidráulico permitiendo de esta manera un diseño estructural de las obras de arte.	Diagnostico situacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>⤴ Aspectos Identificados y Analizados</li> <li>⤴ Aspectos Potenciales en la Situación</li> </ul>	Ficha de observación	Nominal o razón
		Estudios hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>⤴ Datos Hidrológicos Recopilados</li> <li>⤴ Parámetros Hidrológicos Relevantes</li> </ul>		
		Medición de caudal	<ul style="list-style-type: none"> <li>⤴ Datos del caudal medido</li> <li>⤴ Datos del caudal esperado</li> </ul>		
		Diseño geométrico y estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>⤴ Adecuación del Diseño a las Condiciones Locales</li> <li>⤴ Parámetros de Diseño Hidráulico y Estructural</li> </ul>		

**VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Sistema de riego**

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	ESCALA
Es la relación entre el agua utilizada por las plantas y la cantidad de agua que pasa por la captación. La cantidad de agua recolectada de la fuente natural del sistema de riego se canaliza a través del canal del sistema de riego y luego el agua se canaliza a través del canal de distribución y finalmente el agua se canaliza a uno de los cultivos del agricultor a nivel de parcela. (MINAGRI, 2015)	La eficiencia del canal está dada por la relación entre la cantidad de agua que entra al canal y la cantidad de agua que sale del canal.	Eficiencia del sistema de riego	$\text{Eficiencia del Sistema de Riego} = \left( \frac{\text{Agua Utilizada por los Cultivos}}{\text{Agua Total Aplicada}} \right) \times 100$	Ficha de observación	Razón
		Eficiencia de conducción	$\text{Eficiencia de Conducción} = \left( \frac{\text{Agua Llegada a la Zona de Aplicación}}{\text{Agua Inicialmente Extraída o Bombeada}} \right) \times 100$		
		Eficiencia de distribución	$\text{Eficiencia de Distribución} = \left( \frac{\text{Uniformidad de Distribución del Agua}}{\text{Uniformidad Máxima Posible}} \right) \times 100$		
		Eficiencia de aplicación	$\text{Eficiencia de Aplicación} = \left( \frac{\text{Agua Absorbida por los Cultivos}}{\text{Agua Llegada a la Zona de Raíces de los Cultivos}} \right) \times 100$		

## CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

### 4.1. Método de Investigación

Método científico, esto debido a la aplicación de conocimiento.

### 4.2. Tipo de Investigación

El tipo de esta investigación fue descriptivo no experimental.

Descriptivo porque examina en detalle las valiosas características de los diversos fenómenos que son estudiados en la zona seleccionada.

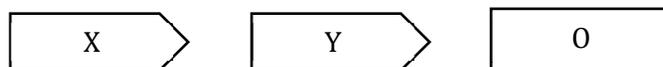
La investigación estuvo sujeta a ser no experimental porque se sugieren que solo podemos utilizar la observación del fenómeno tal como se presenta en su originalidad, y no manipular nuestras variables arbitrariamente.

### 4.3. Nivel de Investigación

Nivel Exploratorio: dado que se desea ampliar o profundizar el conocimiento mediante la aplicación de las bases teóricas o información poco consolidada

### 4.4. Diseño de la Investigación

Tuvo que ser una investigación no experimental: se muestra el esquema que responde al diseño de la investigación:



X: Canal de riego, distrito de tres de diciembre

Y: Diseño Hidráulico de obras de captación y conducción

O: Resultados

#### **4.5. Población y muestra**

##### **Población**

Para (López, 2004) es el grupo de personas o cosas sobre las que está interesado en aprender más durante una investigación. Las personas, los animales, los registros de nacimiento, las muestras de laboratorio, los accidentes de tráfico y otras cosas pueden incluirse en la población o el universo. por lo mencionado líneas anteriores la población de estudio es el distrito de Tres de Diciembre, provincia de Chupaca.

##### **Muestra**

Es el espacio donde trabajarás y contiene componentes para el área de estudio. La sección que se está mirando es en los efectos. (López, 2004)

Fueron las áreas donde existe canales de riego en el sector de Churampi y la zona denominada la jungla del mono, perteneciente a la comunidad campesina huamancaca grande.

#### **4.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

##### **La Técnica**

Dado que es un conjunto de procedimientos organizados metódicamente conocidos como técnicas de investigación sirven como hoja de ruta para el investigador a medida que profundizan su comprensión y sugieren nuevas direcciones de investigación. (Maya, 2014)

Como resultado, las siguientes técnicas de recopilación de datos se utilizarán en la presente investigación: OBSERVACIÓN, VISITA AL SITIO. Para la correcta recopilación de datos necesarios para la creación de este proyecto de investigación. ANÁLISIS DE CONTENIDO: Evaluación e interpretación precisa de la información recopilada.

##### **Instrumento**

Se denominan técnicas de recolección de datos a los diversos métodos o formas de recolección de información a través de la observación directa, encuestas orales o

escritas, cuestionarios, entrevistas, análisis documental, análisis de contenido, entre otros. (Arias, 2012). Por lo tanto, los instrumentos a emplearse en esta investigación serán:

- Diseño en mecánica de suelos.
- Programas de cómputo
- Topografía

#### **4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

##### **Estudios topográficos**

El levantamiento topográfico permitió observar las características del relieve y del terreno de la zona. De la misma manera, registramos el inicio y la conclusión del estudio. Cuya pendiente varía a lo largo del recorrido del cauce. Conoce los cultivos a los que está dirigido este canal de proyectos.

##### **Trabajo de campo**

Se reconoce el lugar donde se levantará la toma y el canal a lo largo de un recorrido de 2,5. Kilómetros dentro del distrito.

Se contó con un guía que conocía la región para el levantamiento topográfico.

Búsqueda y colocación de puntos BM.

Se utilizará como instrumento de investigación que permita la recogida de datos equipo de radiocomunicación y una estación total.

Cada 20 metros se registraban puntos en los lugares más destacados, así como en los que lo tenían. alto relieve cada 5 metros.

##### **Trabajo de escritorio**

El trabajo se realizó en oficina utilizando los datos de campo, incluyendo la descarga de los datos de la memoria del equipo de la estación total y su procesamiento con Word, Excel y AutoCAD civil 3d 2020.

Con estos conocimientos se pasa al diseño, que se plasma en planos a varias escalas, planos en planta, alzados y con las secciones correspondientes.

## **Estudio de mecánica de suelos**

Del estudio de mecánica de suelos se crearon nueve calicatas, nueve de las cuales fueron para el canal de riego y las otras seis para la bocatoma. cuyos pozos tenían una profundidad de 3 metros. margen natural de los canales. maquinaria usada:

- a. 01 wincha 8m de mano
- b. Pala
- c. Cuaderno de apuntes
- d. Cámara
- e. Aplicativo de gps

## **Trabajo de laboratorio**

Se han realizado con las muestras que se tomaron para el estudio de suelos.

Se envió al laboratorio de suelos con la intención de ser estudiado, según se determinó. con miras al objetivo final.

Para identificar el tipo de suelo usando estándares aceptados como:

- a. NTP 339.127 (ASTM D2216) Porcentaje de humedad.
- b. (NTP 339.128) Análisis de tamiz (ASTM D422).
- a) (NTP 339.129) (ASTM D4318). Límites plásticos y líquidos.
- c. SUCS (NTP 339.134) (ASTM D2487 (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

## **Perfil estratigráfico**

El perfil estratigráfico se establecerá a partir del estudio de suelos, realizado en el laboratorio de suelos, cuyas muestras se tomarán de las calicatas del terreno en estudio. Para cada uno de los pozos excavados para luego formar la columna estratigráfica, se decidirá.

### **4.8. Aspectos éticos de la Investigación**

Según Aliaga (2017, p. 53), se destacan los siguientes procedimientos esenciales relacionados con los aspectos éticos de la investigación:

- a) Respetar la individualidad y la personalidad de cada sujeto, incluyendo su dignidad, privacidad, creencias religiosas, inclinaciones políticas y prácticas culturales, siempre honrando su capacidad de elección.
- b) Mantener una actitud de buena voluntad hacia todos los involucrados en la investigación.
- c) Fomentar la equidad en las relaciones entre las entidades pertinentes, los investigadores y los participantes en el estudio.
- d) Evaluar la adecuación de la investigación en función de la proporcionalidad y la razonabilidad.
- e) Evitar revelar detalles que puedan conllevar riesgos o perjuicios tanto para los participantes como para los propios investigadores.
- f) Mantener una comunicación honesta y transparente entre todas las partes involucradas en la investigación.
- g) Abstenerse de realizar estudios que puedan afectar negativamente la calidad de vida, la seguridad o la protección de poblaciones vulnerables y dependientes.

En este proyecto de investigación, se consideran estos principios fundamentales con la orientación de expertos en el campo, y su implementación se basa en referencias y normativas que contribuyen a la construcción de la nación. El cumplimiento del Código Ético es de suma importancia para proteger los derechos de los participantes y garantizar la integridad del estudio.

## CAPÍTULO V RESULTADOS

### 5.1. Consolidación de datos

*Tabla 2.*  
*Registro de precipitación mensual(mm)*

**PROYECTO DE INVESTIGACION: "ANÁLISIS HIDRÁULICO Y PROYECTO HIDRÁULICO DE OBRAS DE  
CAPTACIÓN Y TRASLADO PARA EL USO DE UN NUEVO SISTEMA DE RIEGO"**

**REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)**

Estacion: Huamanag Distrito: Tres de Diciembre Altitud: 3193 msnm  
Provincia: Chupaca Latitud: 12°06'34"S  
Departamento: Junín Longitud: 75°14'44"W

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1997	129.20	37.10	28.80	20.70	12.30	7.60	10.70	3.30	12.00	37.30	62.00	44.70
1998	84.00	79.40	93.00	61.10	8.70	2.50	7.50	-	18.60	16.80	26.50	89.10
1999	107.30	65.40	116.50	4.90	16.00	1.60	-	3.20	33.00	27.80	29.09	51.20
2000	76.60	98.70	94.50	11.40	5.60	6.60	-	8.00	11.10	7.00	142.00	143.10
2001	60.20	57.90	107.00	98.70	17.50	26.00	10.50	16.50	15.00	40.00	53.60	15.50
2002	104.90	64.20	53.50	17.00	9.20	10.00	6.00	26.00	13.00	24.00	28.50	25.50
2003	125.00	100.00	94.00	34.50	8.00	7.00	15.00	16.50	26.00	22.00	75.00	116.00
2004	115.50	140.00	102.00	30.00	6.50	3.00	-	6.50	9.80	19.40	49.30	88.00
2005	157.40	128.90	123.30	12.50	16.50	0.50	2.00	5.60	9.70	34.30	78.70	48.50
2006	75.20	126.80	99.00	43.80	-	-	-	16.70	25.30	20.80	22.30	61.90
2007	136.80	122.60	78.10	25.40	2.90	-	2.00	20.20	38.70	25.40	75.30	98.90
2008	117.40	109.50	95.90	7.20	0.40	6.20	-	3.90	19.60	46.20	32.40	42.60
2009	107.30	144.70	91.50	29.00	2.60	0.60	4.80	-	57.70	13.20	91.60	59.30
2010	130.20	176.00	91.50	6.00	14.60	10.80	55.80	12.70	4.40	66.00	26.90	79.20
2011	161.90	101.90	86.50	23.00	23.20	4.40	24.30	12.60	7.70	31.90	62.60	80.90
2012	105.70	141.80	91.00	21.00	15.10	5.70	25.80	19.30	42.80	22.50	58.60	102.40
2013	76.60	154.90	121.50	77.50	20.60	-	-	30.60	27.20	11.60	28.00	83.80
2014	69.60	149.10	83.00	29.80	11.30	10.70	26.30	7.50	16.10	26.60	39.70	162.20
2015	46.70	69.80	78.40	11.70	0.20	-	2.60	-	5.40	47.20	29.70	87.40
2016	107.40	102.30	151.50	21.30	1.20	13.20	0.20	23.00	18.10	47.10	72.10	107.70
2017	71.20	69.60	151.50	38.40	2.50	-	6.40	1.00	13.60	39.50	86.30	104.70
Prom	103.15	106.70	96.76	29.76	9.28	5.54	9.52	11.10	20.23	29.84	55.72	80.60
Max	161.90	176.00	151.50	98.70	23.20	26.00	55.80	30.60	57.70	66.00	142.00	162.20
Min	46.70	37.10	28.80	4.90	-	-	-	-	4.40	7.00	22.30	15.50

Nota: Estación meteorológica Huaytapallana

Tabla 3.  
Registro de temperatura media mensual (C°)

PROYECTO DE INVESTIGACION: "ANÁLISIS HIDRÁULICO Y PROYECTO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y TRASLADO PARA EL USO DE UN NUEVO SISTEMA DE RIEGO"  
REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Estacion: Huamanag Distrito: Tres de Diciembre Altitud: 3193 msnm  
Provincia: Chupaca Latitud: 12°06'34"S  
Departamento: Junín Longitud: 75°14'44"W

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	85.7	89.5	91.3	90.8	84.3	85.6	81.8	82.6	77.2	75.8	71.2	69.6
1993	75.4	79.3	77.4	70.3	65.4	52.9	50.9	59.5	64.9	65.8	68.6	72.1
1994	72.4	74.4	71.9	70.4	52.1	47.9	52.2	48.4	51.6	50.5	57.6	64.5
1995	66.9	71.8	71.2	65.8	50.2	41.5	36.9	51.9	47.4	47.6	50.3	62.7
1996	69.9	71.5	58.7	S/D	S/D	S/D	S/D	42.6	50.0	47.8	54.0	54.1
1997	68.5	74.1	66.5	67.6	63.6	53.2	50.6	60.3	57.9	56.8	65.6	67.0
1998	75.8	74.6	76.6	66.0	52.6	59.8	53.9	58.1	54.7	S/D	S/D	S/D
<b>PROM.</b>	<b>73.5</b>	<b>76.5</b>	<b>73.4</b>	<b>71.8</b>	<b>61.4</b>	<b>56.8</b>	<b>54.4</b>	<b>57.6</b>	<b>57.7</b>	<b>57.4</b>	<b>61.2</b>	<b>65.0</b>
<b>HRmin</b>	<b>66.9</b>	<b>71.5</b>	<b>58.7</b>	<b>65.8</b>	<b>50.2</b>	<b>41.5</b>	<b>36.9</b>	<b>42.6</b>	<b>47.4</b>	<b>47.6</b>	<b>50.3</b>	<b>54.1</b>
<b>Hrmax</b>	<b>85.7</b>	<b>89.5</b>	<b>91.3</b>	<b>90.8</b>	<b>84.3</b>	<b>85.6</b>	<b>81.8</b>	<b>82.6</b>	<b>77.2</b>	<b>75.8</b>	<b>71.2</b>	<b>72.1</b>

Nota: Estación meteorológica Huaytapallana

Tabla 4.  
Registro de humedades relativas diarias (%)

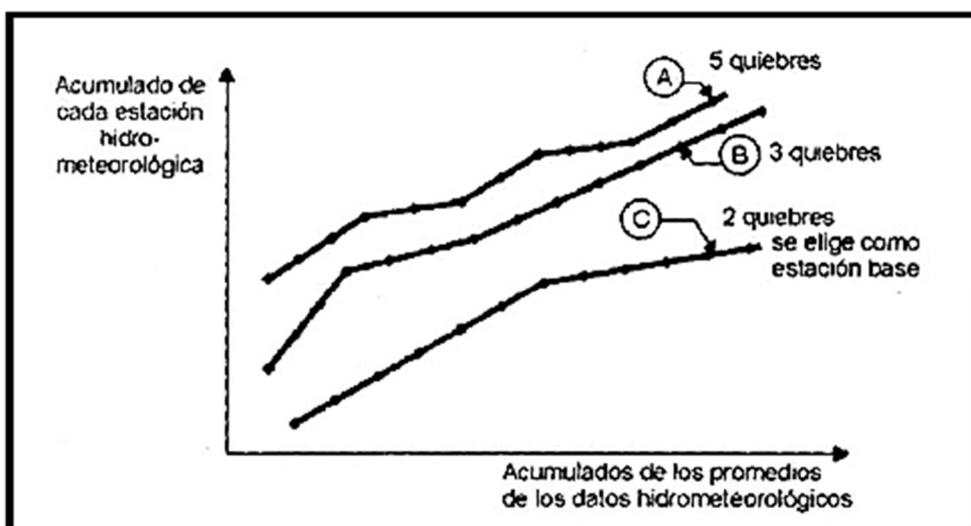
PROYECTO DE INVESTIGACION: "ANÁLISIS HIDRÁULICO Y PROYECTO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y TRASLADO PARA EL USO DE UN NUEVO SISTEMA DE RIEGO"  
REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Estacion: Huamanag Distrito: Tres de Diciembre Altitud: 3193 msnm  
Provincia: Chupaca Latitud: 12°06'34"S  
Departamento: Junín Longitud: 75°14'44"W

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	85.7	89.5	91.3	90.8	84.3	85.6	81.8	82.6	77.2	75.8	71.2	69.6
1993	75.4	79.3	77.4	70.3	65.4	52.9	50.9	59.5	64.9	65.8	68.6	72.1
1994	72.4	74.4	71.9	70.4	52.1	47.9	52.2	48.4	51.6	50.5	57.6	64.5
1995	66.9	71.8	71.2	65.8	50.2	41.5	36.9	51.9	47.4	47.6	50.3	62.7
1996	69.9	71.5	58.7	S/D	S/D	S/D	S/D	42.6	50.0	47.8	54.0	54.1
1997	68.5	74.1	66.5	67.6	63.6	53.2	50.6	60.3	57.9	56.8	65.6	67.0
1998	75.8	74.6	76.6	66.0	52.6	59.8	53.9	58.1	54.7	S/D	S/D	S/D
<b>PROM.</b>	<b>73.5</b>	<b>76.5</b>	<b>73.4</b>	<b>71.8</b>	<b>61.4</b>	<b>56.8</b>	<b>54.4</b>	<b>57.6</b>	<b>57.7</b>	<b>57.4</b>	<b>61.2</b>	<b>65.0</b>
<b>HRmin</b>	<b>66.9</b>	<b>71.5</b>	<b>58.7</b>	<b>65.8</b>	<b>50.2</b>	<b>41.5</b>	<b>36.9</b>	<b>42.6</b>	<b>47.4</b>	<b>47.6</b>	<b>50.3</b>	<b>54.1</b>
<b>Hrmax</b>	<b>85.7</b>	<b>89.5</b>	<b>91.3</b>	<b>90.8</b>	<b>84.3</b>	<b>85.6</b>	<b>81.8</b>	<b>82.6</b>	<b>77.2</b>	<b>75.8</b>	<b>71.2</b>	<b>72.1</b>

Nota: Estación meteorológica Huaytapallana

Figura 6.  
Análisis de doble masa

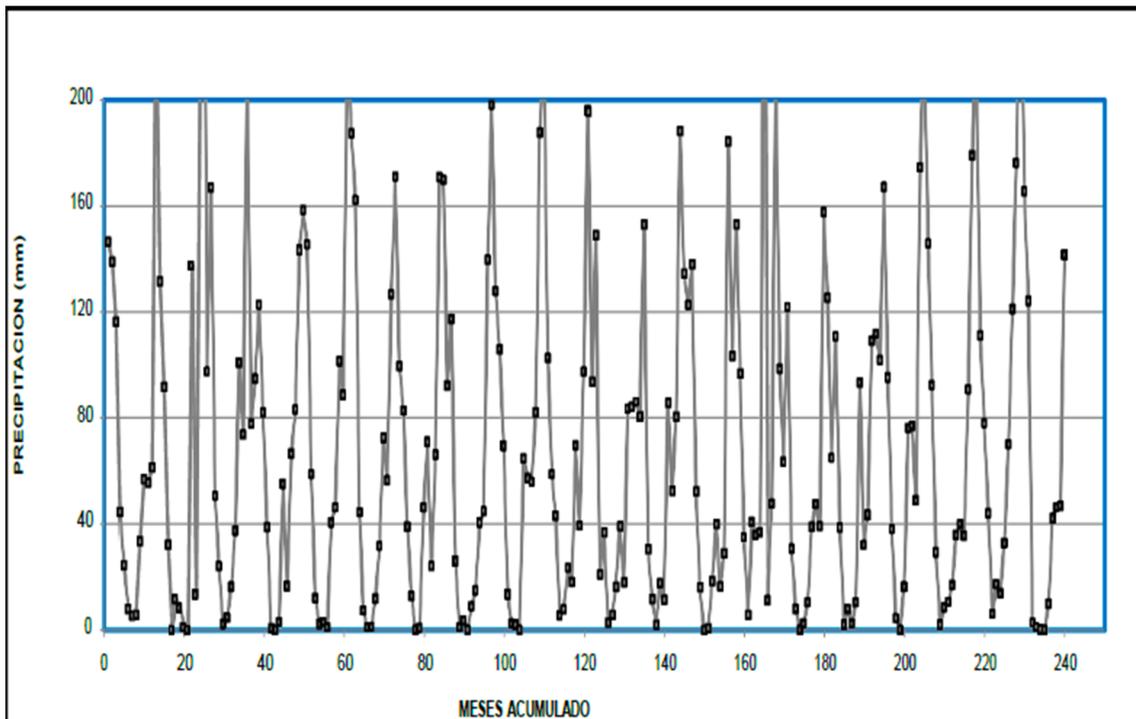


Fuente: Lenin Alighieri Honorio Urbina.

Tabla 5.  
Registro pluviométrico Chupaca

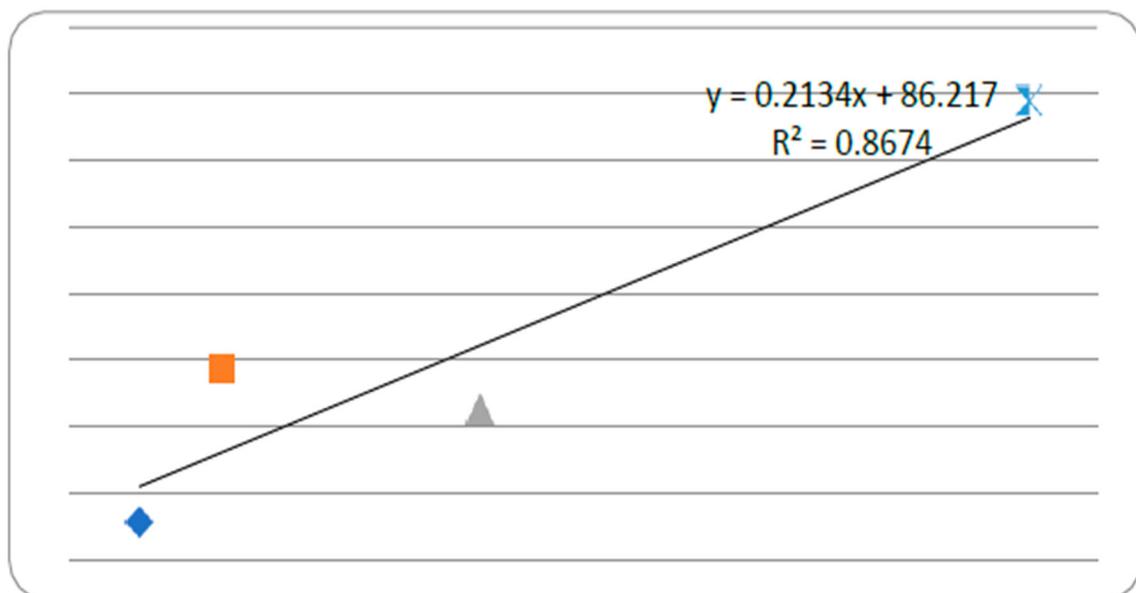
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2003	146.4	138.9	116.3	44.6	24.4	8.1	5.5	5.8	33.6	57.0	55.6	61.4	697.46
2004	238.7	131.5	91.8	32.2	0.0	11.7	8.4	1.0	0.0	137.1	13.4	213.6	879.42
2005	358.9	97.3	166.5	50.5	24.1	2.2	4.7	16.3	37.4	100.7	73.6	219.9	1151.88
2006	77.6	94.7	122.4	81.8	38.7	0.7	0.0	3.1	54.9	16.6	66.4	83.1	639.99
2006	143.0	158.0	145.1	58.7	12.0	2.3	3.1	1.0	40.6	46.2	101.2	88.4	799.43
2007	226.1	186.9	161.7	44.4	7.5	1.0	1.3	11.9	31.6	72.3	56.2	126.4	927.24
2008	170.6	99.3	82.6	39.0	12.8	0.0	0.9	46.2	70.8	24.0	66.1	170.3	782.53
2009	169.4	91.9	117.0	26.0	1.0	3.6	0.0	9.0	15.0	40.4	44.8	139.3	657.56
2010	197.6	127.6	105.6	69.3	13.4	2.3	2.1	0.0	64.7	57.1	55.7	81.8	777.15
2011	187.1	222.3	102.3	58.8	43.0	5.5	7.9	23.6	18.1	69.6	39.4	97.3	874.71
2012	195.5	93.7	148.9	20.9	36.8	2.8	5.6	16.3	39.2	18.1	83.3	83.9	745.05
2013	85.8	80.2	153.0	30.5	11.6	2.1	17.6	11.4	85.7	52.5	80.6	188.1	799.20
2014	134.4	122.7	137.9	52.3	16.2	0.0	0.7	18.5	39.9	16.5	28.8	184.3	752.16
2015	103.3	153.1	96.7	34.8	5.8	40.7	35.9	36.9	320.6	11.3	47.6	216.6	1103.22
2016	98.3	63.4	121.5	30.7	8.0	0.0	2.5	10.5	39.0	47.5	39.2	157.2	617.72
2017	125.0	64.8	110.5	38.5	2.0	8.0	2.5	10.5	93.1	32.0	43.4	109.0	639.30
2018	111.6	101.6	166.8	95.0	38.0	4.5	0.0	16.3	76.0	76.8	48.8	174.1	909.43
2019	224.7	145.4	92.0	29.2	2.0	8.6	10.8	16.9	35.9	40.0	35.4	90.5	731.42
2020	178.5	224.0	110.8	77.8	44.0	6.0	17.2	13.8	32.7	69.9	120.8	175.6	1071.05
2021	271.2	164.9	123.8	2.8	1.2	0.2	0.0	9.9	42.0	46.1	46.6	141.3	850.06
MEDIA	172.18	128.11	123.66	45.89	17.12	5.52	6.33	13.94	58.54	51.57	57.34	140.11	820.30
NUMERO	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	
SUMA	3443.5	2562.2	2473.1	917.8	342.5	110.4	126.6	278.7	1170.8	1031.4	1146.8	2802.1	
MAXIMO	358.9	224.0	166.8	95.0	44.0	40.7	35.9	46.2	320.6	137.1	120.8	219.9	
MINIMO	77.6	63.4	82.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	13.4	61.4	
MEDIANA	170.0	125.1	119.2	41.7	12.4	2.6	2.8	11.7	39.5	46.8	52.2	140.3	
DESVIAC.	69.5	46.7	26.1	22.6	15.3	8.9	8.7	11.5	66.0	30.9	25.2	51.1	
VARIANZA	4824.6	2179.9	681.6	510.3	233.7	80.0	76.5	131.2	4355.3	957.5	636.9	2611.1	

Figura 7.  
Histograma Histórica de Precipitación



Fuente: Estación meteorológica Huaytapallana

Figura 8.  
Curva Altitud – Precipitación



Fuente: de la Histograma histórica de precipitación

Tabla 6.  
Regionalización de la precipitación – Cuenca del río Mantaro (3192 msnm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
2003	142.37	161.77	107.20	52.68	32.88	14.25	12.54	9.07	31.73	65.03	54.98	59.04	743.55
2004	228.92	152.37	117.26	38.97	0.00	23.01	20.33	4.01	0.58	154.07	15.95	201.50	956.96
2005	352.30	116.41	201.28	63.50	32.77	3.84	11.03	24.08	35.33	111.50	72.05	203.19	1227.27
2006	78.91	107.52	140.89	93.05	51.17	0.00	0.00	4.25	51.52	18.04	76.04	74.75	696.14
2007	138.13	172.86	172.99	67.12	16.18	3.92	6.25	1.58	38.75	49.10	95.50	82.80	845.18
2008	216.82	208.68	190.12	55.33	10.43	2.07	2.74	16.62	29.45	79.11	56.68	116.01	984.05
2009	168.42	112.71	95.66	45.41	16.66	0.00	1.85	67.11	69.40	26.66	64.13	154.65	822.65
2010	160.60	108.50	134.68	31.37	1.52	5.63	0.00	11.97	15.19	44.45	44.11	132.52	690.54
2011	189.38	148.55	123.43	79.19	17.93	3.76	4.17	0.24	60.94	65.61	53.77	154.54	901.51
2012	179.35	251.62	181.36	57.19	57.90	8.69	17.75	30.80	17.26	120.92	22.16	114.21	1059.21
2013	262.10	126.16	207.27	46.32	73.92	9.11	25.84	25.36	36.06	41.93	77.44	67.00	998.51
2014	91.23	167.22	123.30	46.28	12.27	1.22	25.12	23.66	66.46	38.85	74.43	151.08	821.14
2015	106.91	148.41	126.92	61.42	15.92	12.12	12.16	26.77	34.82	48.95	33.33	122.31	750.05
2016	65.26	184.53	129.15	43.39	4.92	36.71	19.45	29.24	192.89	22.27	50.38	197.43	975.62
2017	93.44	95.28	141.27	33.48	12.90	0.00	11.90	24.40	82.24	67.06	44.88	157.99	764.85
2018	164.09	101.06	144.41	51.37	0.00	9.75	0.00	30.92	71.39	55.57	68.40	106.17	803.12
2019	145.56	97.23	208.64	84.84	28.91	2.62	3.18	15.05	88.17	87.14	47.78	160.78	969.89
2020	225.18	175.38	125.25	35.08	13.10	13.02	8.51	11.80	31.62	39.51	53.91	117.45	849.82
2021	202.83	183.71	114.88	72.14	39.14	6.77	26.32	12.60	42.51	49.45	94.51	132.82	977.68
2022	230.93	146.74	152.02	41.40	12.38	0.76	0.28	7.72	32.17	41.84	42.08	134.36	842.69
Media	172.14	148.34	146.90	54.98	22.54	7.86	10.47	18.86	51.42	61.35	57.13	132.03	884.02
Max	352.30	251.62	208.64	93.05	73.92	36.71	26.32	67.11	192.89	154.07	95.50	203.19	1755.32
Min	65.26	95.28	95.66	31.37	0.00	0.00	0.00	0.24	0.58	18.04	15.95	59.04	381.42
PP(75%)	200.27	174.75	179.27	66.21	32.86	11.53	19.02	26.42	68.67	76.10	73.84	157.16	

Fuete: Ana 2023

## 5.2. Modelados según requerimientos

### MODELO DE LUZT SCHOLZ

Este modelo hidrológico que permite determinar los caudales medios mensuales.

Ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes.

Contando la información requerida es posible su aplicación.

Información requerida:

- a) Caudales observados. (m<sup>3</sup>/s)
- b) Precipitación media areal de la cuenca (mm/año)
- c) Precipitación total mensual

- d) Temperatura máxima media mensual
- e) Temperatura mínima media mensual

Parámetros del modelo:

- a) Abastecimiento y el gasto de la retención (A–R) (mm/mes).
- b) Coeficiente de agotamiento (k)
- c) Coeficiente de escorrentía (C)
- d) Retención de la cuenca (R) (mm/año)

Luego de haber analizado los datos mediante el análisis de consistencia con concluye que están son fiables y consistentes.

Asimismo, haciendo uso del METODO DE LUTZ SCHOLZ se determinó que el caudal de estiaje es de 2 m<sup>3</sup>/s.

### APLICACIÓN DE METODO DE LUZT SCHOLZ

MES	PRECIPITACIONES (1991 - 2010)					CAUDAL AFORADO	
	P	PE1	PE2	PE3	PE	Q	CM
	mm/mes					m <sup>3</sup> /s	mm/mes
Ene	200.27	83.7	112.9	77.1	161.6	0.00	0.00
Feb	174.75	54.1	88.4	102.4	145.4	0.00	0.00
Mar	179.27	58.8	92.9	101.5	149.7	0.00	0.00
Abr	66.21	2.5	9.7	16.9	21.7	0.00	0.00
May	32.86	0.3	3.4	6.7	8.6	0.00	0.00
Jun	11.53	0.0	1.3	2.7	3.5	0.00	0.00
Jul	19.02	0.0	2.0	4.1	5.4	0.00	0.00
Ago	26.42	0.1	2.7	5.5	7.1	0.00	0.00
Set	68.67	2.8	10.4	18.1	23.2	0.00	0.00
Oct	76.10	3.8	13.0	22.1	28.3	0.00	0.00
Nov	73.84	3.4	12.2	20.8	26.7	0.00	0.00
Dic	157.16	38.2	70.7	96.3	124.9	0.00	0.00
	1086.09	247.6	419.6	474.0	706.0	0.00	0.00

Descripción	Valor del Coeficiente		
	Curva I	Curva II	Curva III
a <sub>0</sub>	-0.01800	-0.02130	-0.0280
a <sub>1</sub>	-0.01850	0.13580	0.2756
a <sub>2</sub>	0.001105	-0.002296	-0.004103
a <sub>3</sub>	-1.20E-05	4.35E-05	5.53E-05
a <sub>4</sub>	1.44E-07	-8.90E-08	1.24E-07
a <sub>5</sub>	-2.85E-10	-8.79E-11	-1.42E-09

c =	0.65
-----	------

c<sub>1</sub> = -1.67

c<sub>2</sub> = 2.67

---

c<sub>1</sub> + c<sub>2</sub> = 1.00

### CALCULO DE LA RETENCION

Descripción	Pendiente de la Cuenca	Lámina de Agua	Area	Retención Anual
	%	mm/año	Km2	m3/año
Napa Freática (Acuíferos)	5.48	273.9	5	1.37E+06
Lagunas		500	3	1.50E+06
Nevados		500	0	0.00E+00
TOTAL				2.87E+06

Retención total = 2.8695      MMC = 1.7      mm/año

### CALCULO DEL COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO

#### CRITERIO N° 1

A = Area (Km<sup>2</sup>)  
 EP = 479.73 Evapotranspiración (mm/año)  
 T = 183 Días de la estación seca (días)  
 R = 1.7 Retención anual (mm/año)

$$a = 3.1249 \times 10^{67} A^{-0.1144} EP^{-19.336} T^{-3.369} R^{-1.429} =$$

#### CRITERIO N° 2

Clase de Cuenca : 2  
 Coeficiente b : 0.030

$$a = -0.00252 \ln A + b = 0.01132$$

Coeficiente de Agotamiento : a = 0.01132

RAZON DE AGOTAMIENTO MENSUAL:  $b_0 = e^{-a \cdot t}$

Razón Mensual : t = 30 días

$$b_0 = 0.712$$

GASTO DE RETENCION EN EL PERIODO SECO :

$$b_{mes\ i} = b_0^i e^{-a \cdot t}$$

Período Seco :

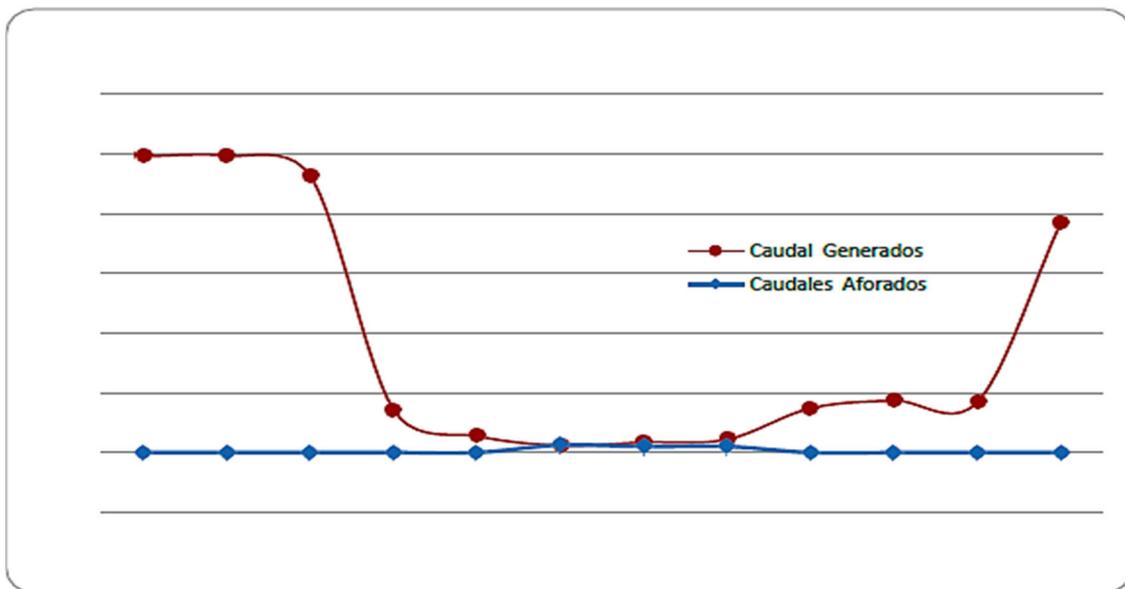
Mes inicial = Abril  
 Mes final = Octubre

N°	N°	Mes	$b_{mes\ i}$	$G_{mes\ i}$ mm/mes	Ai Región 5	$A_{mes\ i}$ mm/mes
1		enero			65.0	1.1
2		febrero			15.0	0.3
3		marzo			5.0	0.1
4	1	abril	0.71	0.55	-	-
5	2	mayo	0.51	0.39	-	-
6	3	junio	0.36	0.28	-	-
7	4	julio	0.26	0.20	-	-
8	5	agosto	0.18	0.14	-	-
9	6	septiembre	0.13	0.10	-	-
10	7	octubre	0.09	0.07	10.0	0.2
11		noviembre			-	-
12		diciembre			5.0	0.1
TOTAL			2.24	1.73	100.00	1.73

**CALCULO DE CAUDALES**

N°	Mes	N° Días	PE	Gasto de Retención	Abastecimiento de la Retención	Caudal Generados		Caudales Aforados
				G <sub>r</sub> (mm/mes)	A <sub>r</sub> (mm/mes)	mm/mes	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
1	Ene	31	161.58	0.00	1.13	160.45	99.14	0.00
2	Feb	28	145.42	0.00	0.26	145.16	99.31	0.00
3	Mar	31	149.73	0.00	0.09	149.64	92.46	0.00
4	Abr	30	21.69	0.55	0.00	22.24	14.20	0.00
5	May	31	8.56	0.39	0.00	8.95	5.53	0.00
6	Jun	30	3.48	0.28	0.00	3.75	2.40	2.50
7	Jul	31	5.38	0.20	0.00	5.58	3.45	2.00
8	Ago	31	7.07	0.14	0.00	7.21	4.46	2.00
9	Sep	30	23.19	0.10	0.00	23.30	14.87	0.00
10	Oct	31	28.30	0.07	0.17	28.20	17.42	0.00
11	Nov	30	26.66	0.00	0.00	26.66	17.02	0.00
12	Dic	31	124.90	0.00	0.09	124.82	77.13	0.00
	Año	365	705.96	1.73	1.73	58.83	37.28	0.54

Figura 9.  
Calibración del modelo



Fuente: Elaboración propia del criterio 2

**USO Y DEMANDA DEL AGUA**

Se sabe que el caudal aguas arriba totaliza  $Q=255$  l/s, que es la cantidad utilizada.

Resumen de las bondades

Caudal de estiaje: 2 m<sup>3</sup>/s

Caudal de uso y demanda: 0.57 m<sup>3</sup>/s

Caudal para el proyecto: 0.05 m<sup>3</sup>/s

Tabla 7.  
Oferta mensual de los afluentes subterráneos

CÁLCULOS	M E S E S												PROMEDIO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
N° de días/mes (días)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Q. demanda (lit/seg)	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00
Q. demanda (m³/seg)	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
Volumen neto (m³)	1,526,688.00	1,378,944.00	1,526,688.00	1,477,440.00	1,526,688.00	1,477,440.00	1,526,688.00	1,526,688.00	1,477,440.00	1,526,688.00	1,477,440.00	1,526,688.00	1,497,960.00
Volumen neto (MMC)	1.53	1.38	1.53	1.48	1.53	1.48	1.53	1.53	1.48	1.53	1.48	1.53	1.50

## CAUDAL ECOLÓGICO

Se trata de preservar lo que se denomina caudal ambiental con el fin de proteger el agua para las diversas especies que se pueden encontrar en la tierra. Los siguientes son los cálculos para el caudal ecológico:

Caudal ecológico (meses de avenida): 10% de caudales medios mensuales

Caudal ecológico (época de estiaje): 15% de caudales medios mensuales

Tabla 8.  
Caudal ecológico

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
N° de días por mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Oferta río Cachi (m³/s)	99.14	99.31	92.46	14.20	5.53	2.40	3.45	4.46	14.87	17.42	17.02	77.13	37.28
Caudal ecológico (m³/s)	9.91	9.93	9.25	1.42	0.55	0.24	0.35	0.45	1.49	1.74	1.70	7.71	3.73
Volumen neto (m³)	26,553,657.60	24,025,075.20	24,764,486.40	3,680,640.00	1,481,155.20	622,080.00	924,048.00	1,194,566.40	3,854,304.00	4,665,772.80	4,411,584.00	20,658,499.20	9,736,322.40
Volumen Disp (MMC)	26.55	24.03	24.76	3.68	1.48	0.62	0.92	1.19	3.85	4.67	4.41	20.66	9.74

Según la información proporcionada en la tabla 20, podemos observar que el caudal ecológico oscila entre 0.24 y 9.93 metros cúbicos por segundo (m³/s), con un promedio anual de caudal de 37.28 m³/s.

Tabla 9.  
La demanda de agua de los cultivos

Ubicación														
Departamento:	Junín	Latitud:	12°	06'	34.0"	→	13.08							
Provincia:	Chupaca	Altitud:	3,193.00 msnm											
Distrito:	Tres de Diciembre	Eficiencia de Riego:	75%											
Localidad:	C.P Huamancaca Grande													
Información Referencial														
Descripción	Unidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Precipitación Promedio Mensual	mm	99.05	114.11	96.51	28.49	14.92	6.44	9.88	8.93	18.64	27.64	46.03	78.25	548.88
Precipitación Total Mensual al 90%	mm	82.80	72.62	47.88	11.06	3.00	2.42	2.82	3.06	5.68	5.12	11.11	43.00	
Precipitación Total Mensual al 75%	mm	79.40	84.90	80.25	15.45	8.35	3.40	3.85	4.80	10.30	15.50	27.85	59.45	

INFORMACION REFERENCIAL														14.12		
Descripción	Unidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Temperatura Media Mensual	°C	14.12	15.26	16.24	16.20	16.42	17.85	18.15	18.52	17.12	17.52	16.52	16.48			
Precipitación Efectiva Mensual al 75%	mm	66.26	69.94	50.56	9.93	1.28	-	-	-	5.04	9.98	21.52	49.90			
(HS) Para calcular en función a Porcentajes de Horas de Sol Posibles, Radiación Extraterrestre y Temperatura																
Horas de Sol, Total Mensual	H	179.97	126.03	141.47	180.97	239.47	238.67	238.15	231.50	193.05	206.97	200.95	169.13			
Horas de Sol, Promedio Diario Mensual	H	5.8	4.5	4.6	6.0	7.7	8.0	7.7	7.5	6.4	6.7	6.7	5.5			
(HR) Para el calcular en función a Humedad Relativa y Temperatura																
Humedad Relativa	%	74	76	73	72	61	57	54	58	58	57	61	65			
<b>Cédula De Cultivo</b>																
Ingreso para cada mes Kc y modalidad de cultivo (base "B", de rotación "R") correspondientes.																
CULTIVOS BASE	ÁREA		Modalidad de Cultivo												CULTIVOS DE ROTACIÓN	ÁREA Há
	Há	%	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N			
1 Papa	8.00	13.91%	B	B	B	B	R	R	R	R	R		B		B	hortalizas Peq
2 Maiz	12.00	20.87%	B	B	B	B	R	R	R	R	R	R	B	B	Papa	6.50
3 Quinua	5.00	8.70%	B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	B	B	alfalfa	0.50
4 Trigo	4.50	7.83%	B	B	B	R	R	R	R	R	R	R	B	B	Maiz	8.00
5 Alfalfa	10.00	17.39%	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
6 Avena	18.00	31.30%	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
<b>Cultivado (há)</b>	<b>57.50</b>	<b>100.00%</b>	<b>57.5</b>	<b>57.5</b>	<b>53.0</b>	<b>56.5</b>	<b>48.5</b>	<b>48.5</b>	<b>48.5</b>	<b>48.5</b>	<b>35.0</b>	<b>57.5</b>	<b>57.5</b>		<b>20.50</b>	
CULTIVOS BASE	Kc de los Cultivos											CULTIVOS DE ROTACIÓN				
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		D			
1 Papa	1.22	1.21	0.96	0.75	0.70	0.95	1.02	1.03	0.95		0.55	0.92	hortalizas Peq			
2 Maiz	1.17	1.20	1.05	1.05	0.55	0.92	1.22	1.21	0.96	0.75	0.51	0.90	Papa			
3 Quinua	0.80	0.35	0.55	1.22	0.80	0.35	0.55	1.22	0.80	0.35	0.55	1.22	Frijol			
4 Trigo	1.08	1.06	0.95	0.51	0.90	1.17	1.20	1.05	1.05		0.70	0.95	Maiz			
5 Alfalfa	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75				
6 Avena	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85				
<b>Kc ponderado</b>	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>	<b>0.90</b>	<b>0.82</b>	<b>0.78</b>	<b>0.90</b>	<b>0.95</b>	<b>0.93</b>	<b>0.89</b>	<b>0.80</b>	<b>0.68</b>	<b>0.89</b>				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.  
Demanda hídrica para el proyecto de irrigación: Descripción Meses

DESCRIPCIÓN	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
CAUDAL (m³/s)													PROM
Oferta Río Cachi	99.1400	99.3100	92.4600	14.2000	5.5300	2.4000	3.4500	4.4600	14.8700	17.4200	17.0200	77.1300	37.2825
Otros Usos y Demandas Actuales	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300
Caudal Ecológico Río Cachi	9.9140	9.9310	9.2460	1.4200	0.5530	0.2400	0.3450	0.4460	1.4870	1.7420	1.7020	7.7130	3.7283
Demanda Agrícola	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425
<b>SUPERÁVIT</b>	<b>88.7535</b>	<b>88.9065</b>	<b>82.7415</b>	<b>12.3075</b>	<b>4.5045</b>	<b>1.6875</b>	<b>2.6325</b>	<b>3.5415</b>	<b>12.9105</b>	<b>15.2055</b>	<b>14.8455</b>	<b>68.9445</b>	<b>33.0818</b>
CAUDAL (l/s)													PROM
Oferta Río Cachi	99140.0000	99310.0000	92460.0000	14200.0000	5530.0000	2400.0000	3450.0000	4460.0000	14870.0000	17420.0000	17020.0000	77130.0000	37282.5000
Otros Usos y Demandas Actuales	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000
Caudal Ecológico Río Cachi	9914.0000	9931.0000	9246.0000	1420.0000	553.0000	240.0000	345.0000	446.0000	1487.0000	1742.0000	1702.0000	7713.0000	3728.2500
Demanda Agrícola	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000
<b>SUPERÁVIT</b>	<b>88753.5000</b>	<b>88906.5000</b>	<b>82741.5000</b>	<b>12307.5000</b>	<b>4504.5000</b>	<b>1687.5000</b>	<b>2632.5000</b>	<b>3541.5000</b>	<b>12910.5000</b>	<b>15205.5000</b>	<b>14845.5000</b>	<b>68944.5000</b>	<b>33081.7500</b>
VOLUMEN (m³)													TOTAL
Oferta Río Cachi	265.5366	240.2508	247.6449	36.8064	14.8116	6.2208	9.2405	11.9457	38.5430	46.6577	44.1158	206.5850	1168.3587
Otros Usos y Demandas Actuales	1.1517	1.0403	1.1517	1.1146	1.1517	1.1146	1.1517	1.1517	1.1146	1.1517	1.1146	1.1517	13.5605
Caudal Ecológico Río Cachi	26.5537	24.0251	24.7645	3.6806	1.4812	0.6221	0.9240	1.1946	3.8543	4.6658	4.4116	20.6585	116.8359
Demanda Agrícola	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	1.3660
<b>SUPERÁVIT</b>	<b>237.7174</b>	<b>215.0826</b>	<b>221.6148</b>	<b>31.9010</b>	<b>12.0649</b>	<b>4.3740</b>	<b>7.0509</b>	<b>9.4856</b>	<b>33.4640</b>	<b>40.7264</b>	<b>38.4795</b>	<b>184.6609</b>	<b>1036.6221</b>

Fuente: Elaboración propia

## DESARROLLO DEL METODO FLOTADOR PARA HALLAR EL CAUDAL

FORMULA:  $Q = V * A$

Q: caudal  
 A: Area de la seccion  
 V: velocidad del agua

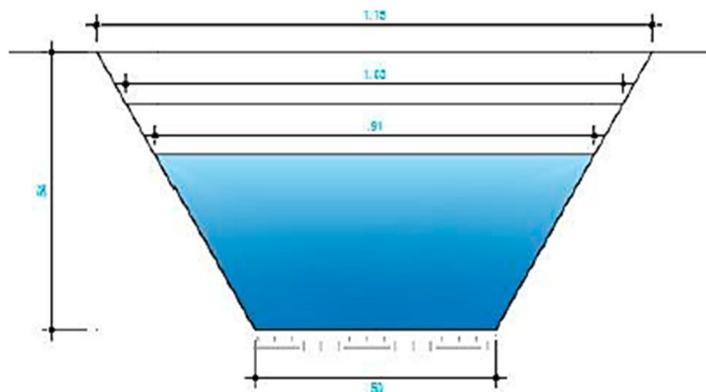
lanzamiento	tiempo(S)	distancia(m)
1	12.36	10.00
2	11.24	10.00
3	13.52	10.00
4	12.92	10.00
5	13.98	10.00
6	12.36	10.00
7	13.1	10.00
8	11.5	10.00
9	15.72	10.00
10	12.66	10.00
11	13.72	10.00
12	13.92	10.00
13	13.86	10.00
14	12.12	10.00
15	13.86	10.00
<b>Promedio</b>	<b>13.123</b>	<b>10.00</b>

a.- calculo de velocidad superficial y velocidad media

$V_{superficial} = 0.714 \text{ m/s}$

$V_{media} = 0.572 \text{ m/s}$

b.- area de la seccion del canal



$A = 0.23 \text{ m}^2$

c.- calculo de caudal

$Q_i = 0.16422 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_i = 164.22 \text{ lts/s}$

$Q_f = 0.13156 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_f = 131.56 \text{ lts/s}$

## DESARROLLO DE METODO DEL VERTEDERO DE SECCION TRAPEZOIDAL

Formula:

$$Q = \frac{2}{3} \times \sqrt{2 \times g} \times l \times h^{3/2} \times u$$

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s)

**L:** Ancho de la cresta (m)

**h:** carga del vertedero(m)

**g:** aceleracion gravitacional (9.81m/s<sup>2</sup>)

**u:** coeficiente de gasto

**u:** 0.6

CALCULO DE CAUDAL DE ENTRADA							
fecha	base del vertedero (B)	umbral del vertedero (w)	longitud de la cresta (L)	carga hidraulica	coheficiente de gasto(u)	caudal de ingreso	
UND	m	m	m	m		m <sup>3</sup> /s	l/s
sabado 05-08-23	0.60	0.25	0.65	0.118	0.6	0.051	51.00
domingo 06-08-23	0.60	0.25	0.65	0.119	0.6	0.052	52.00
sabado 12-08-23	0.60	0.25	0.65	0.121	0.6	0.053	53.00
domingo 13-08-23	0.60	0.25	0.65	0.134	0.6	0.062	62.00
sabado 19-08-23	0.60	0.25	0.65	0.138	0.6	0.064	64.00
domingo 20-08-23	0.60	0.25	0.65	0.14	0.6	0.066	66.00

CALCULO DE CAUDAL DE SALIDA							
fecha	base del vertedero (B)	umbral del vertedero (w)	longitud de la cresta (L)	carga hidraulica	coheficiente de gasto(u)	caudal de ingreso	
UND	m	m	m	m		m <sup>3</sup> /s	l/s
sabado 05-08-23	0.50	0.30	0.70	0.100	0.6	0.039	39.00
domingo 06-08-23	0.50	0.30	0.70	0.101	0.6	0.040	40.00
sabado 12-08-23	0.50	0.30	0.70	0.102	0.6	0.041	41.00
domingo 13-08-23	0.50	0.30	0.70	0.103	0.6	0.039	39.00
sabado 19-08-23	0.50	0.30	0.70	0.105	0.6	0.038	38.00
domingo 20-08-23	0.50	0.30	0.70	0.107	0.6	0.039	39.00

CALCULO DE LA EFICIENCIA			
fecha	caudal de ingreso (m3/s)	caudal de salida (m3/s)	Efc(%)
sabado 05-08-23	0.051	0.039	76.47%
domingo 06-08-23	0.052	0.04	76.92%
sabado 12-08-23	0.053	0.041	77.36%
domingo 13-08-23	0.062	0.039	62.90%
sabado 19-08-23	0.064	0.038	59.38%
domingo 20-08-23	0.066	0.039	59.09%
<b>promedio:</b>			68.69%

### 5.3. Desarrollo de los diseños geométrico y estructural

#### DISEÑO GEOMÉTRICO DE CANAL ABIERTO:

El tirante en m. = y  
 Ancho en el fondo en m = b  
 Área mojada en m<sup>2</sup> = A  
 Perímetro mojado en m. = X= b/y  
 Relación fondo – tirante = B = b+2zy  
 Talud de escarpas = Z  
 Borde libre en m. = B.L.  
 Profundidad Total = H  
 Ancho de corona en m. = C  
 Tirante crítico = Yc  
 Pendiente en m/m = S

#### DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL ABIERTO:

Según Manning:

Caudal o gasto en m<sup>3</sup>/s :  $Q = A \times R^{2/3} \times S^{1/2}/n$   
 Velocidad media m/s:  $V = \frac{Q}{A} = \frac{1}{N} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$   
 Coeficiente de rugosidad = n  
 Pendiente hidráulica  $S = hf/L$

**CRITERIOS DE DISEÑO:** en general los factores a considerar en el diseño de canales son:

**Material:** material q se utilizará para el revestimiento

**Caudal de diseño (Q):**0.057

**Talud:** vinculado a características geotécnicas del terreno. Permite determinar la sección. Si tendrá paredes restas o inclinadas. Tipo de material (tierra suelta arenosa)

**borde libre:** altura adicional alas paredes, busca evitar el desborde y trabajen como resguardo

**Pendiente(S): 0.002:** está de acuerdo a la topografía del terreno

**Coefficiente de rugosidad (n): 0.014** concreto;

**régimen de flujo:** SUBCRITICO

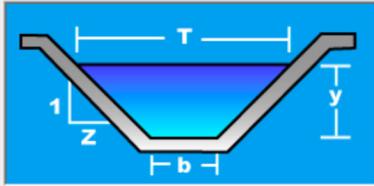
**velocidad mínima permisible:** se busca que el agua tenga la velocidad para llegar a la zona de riego.

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	3 DE DICIEMBRE	Proyecto:	P.I.
Tramo:	VARIABLE	Revestimiento:	CONCRETO

**Datos:**

Caudal (Q):	0.057	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	0.3	m
Talud (Z):	0.5	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.002	m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):	0.1987	m	Perímetro (p):	0.7443	m
Area hidráulica (A):	0.0794	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.1066	m
Espejo de agua (T):	0.4987	m	Velocidad (v):	0.7182	m/s
Número de Froude (F):	0.5749		Energía específica (E):	0.2250	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Limpia la pantalla para realizar nuevos cálculos 14:13 17/03/2022

## DISEÑO DE ESPESOR DEL CANAL TRAPEZOIDAL

### PROYECTO DE INVESTIGACION: "ANÁLISIS HIDRÁULICO Y PROYECTO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y TRASLADO PARA EL USO DE UN NUEVO SISTEMA DE RIEGO"

#### Solicitaciones:

1. Por flexión
2. Por cortante

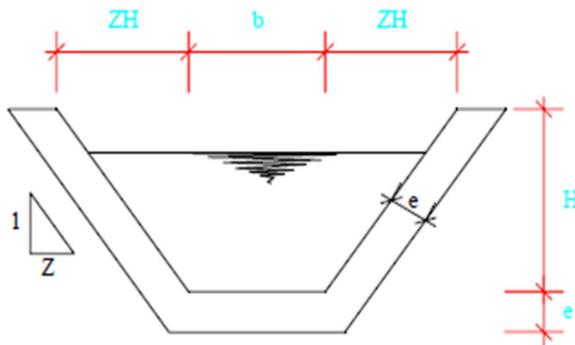
El diseño se realiza para un canal en condiciones críticas siendo esto cuando esta vacío, anтуando las fuerzas de empuje producidas por el terreno y el agua.

#### Datos:

Altura del canal,	H	0.30 m
Talud del canal.	Z	0.50 m
Espesor de la losa.	e	0.120 m
Peso específico del concreto	Pc	2400.0 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico natural del suelo.	Ps	1672.0 kg/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción, °	ø	30.00
Capacidad portante del terreno. Coeficiente de fricción entre concreto y suelo	Tt	10.3 Tn/m <sup>2</sup>
Peso específico del agua.	u	0.50
Angulo de inclinación de talud del canal, °	&	27.00
Resistencia del concreto.	f <sub>c</sub>	175.0 kg/cm <sup>2</sup>
Base del canal.	b	0.30 cm

Cálculo del coeficiente de empuje  
de empuje  $K_a = \text{Tg}(45^\circ - \text{ø}/2)$  Coeficiente

$K_a$  0.333



#### Cálculo de las fuerzas y momento de volteo

Condición crítica en que el canal este vacío y con empuje hidrostático

Fuerza por empuje del terreno  $F = 0.50 * K_a * P_s * H^2 * \text{sen } \&$

**F1 = 11.39**

Fuerza por empuje hidrostático  $F = 0.50 * P_a * H^2$

**F2 = 45.00**

Fuerzas perpendiculares a la losa  $F = F1 + F2$

**F = 56.39**

FUERZAS FV		BRAZO	MOMENTO MV
F1 =	11.39	0.100	0.73
F2 =	45.00	0.064	4.50
	56.39	TOTALES	5.23

#### Cálculo de las fuerzas verticales y momento resistente

Peso de la losa =  $(H / \text{sen } \alpha * e) * P_c$   
 Peso de la losa = 190.31

Para un metro lineal de los:

Fuerzas	Brazo	Momento
P	190.31	0.30
Fy =	190.31	Mr =
		56.52

#### Verificación del espesor por esfuerzo flexo compresión

$f_c = 0.45 * f_{c'} = 0.45 * 140 = 78.75 \text{ kg/cm}^2$   
 $e = 6 * M_v / (b * f_c)^{1/2} = 11.53 \text{ cm}$

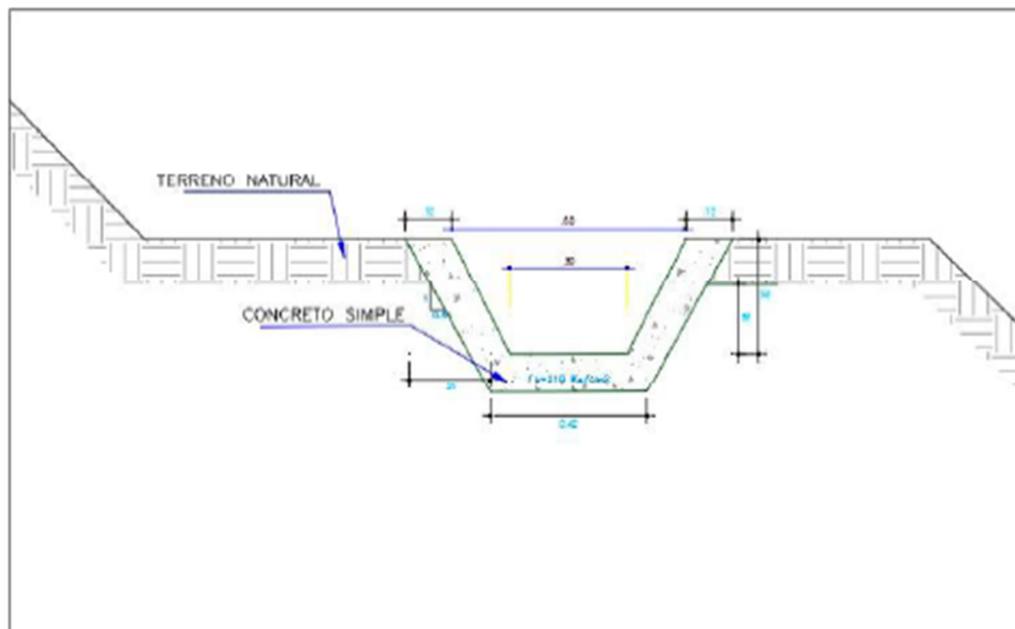
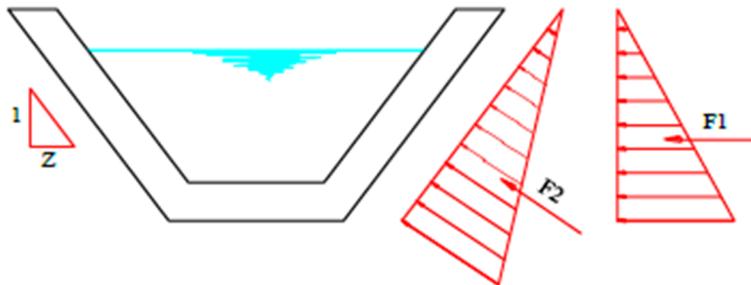
#### Verificación del espesor por esfuerzo cortante

$v_c = 0.35 * (f_c)^{1/2} (3 * F_v / (2 * b * v_c)) = 4.63 \text{ kg/cm}^2$   
 $60.89 \text{ cm}$

#### Conclusión

El espesor asumido de 0,135 m. es correcto porque:

$11.53 < 12.00 \text{ cm} \quad \text{¡¡OK!!}$



## DISEÑO DE LA BOCATOMA LATERAL

DATOS :

Qcaptado = 0.05755 m<sup>3</sup>/s  
 Qmáximo = 11.800 m<sup>3</sup>/s

ANCHO DE ENCAUZAMIENTO SEGUN BLENCHE

$$B = 1.81 * \left[ \frac{FB}{FS} \right]^{0.5} * Q$$

Siendo

FB = Factor de Fondo (material grueso = 1.2)

FS = Factor de orilla (material Arena = 0.1)

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

Q m <sup>3</sup> /s	FB	FS	B m
11.80	1.2	0.1	21.54

ANCHO DE ENCAUZAMIENTO SEGUN PETIT

$$B = 2.45 * [Q]^{0.5}$$

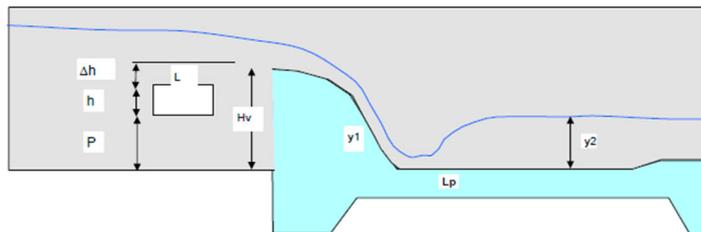
Siendo :

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

Q m <sup>3</sup> /s	B m
11.80	8.42

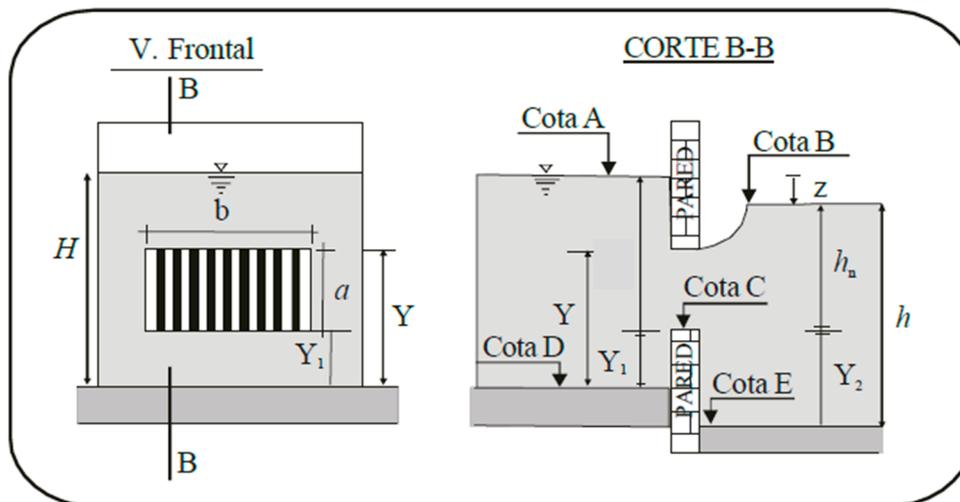
Asumir ancho de Encauzamiento 14.98 m  
 15 m

CALCULO DE ELEVACIONES EN EL BARRAJE Y TOMA DE CAPTACION



## DISEÑO DE LA VENTANA DE ENTRADA

### REJA O VENTANA DE CAPTACIÓN



DONDE :

**H** = Carga de Agua Sobre la Cresta. del vertedero.

**Y1** = Elevación de la Cresta Sobre el Fondo Aguas Arriba.

**Y2** = Elevación de la Cresta Sobre el Fondo Aguas Abajo.

**Z** = Diferencia de elevación de la Superficie de Agua Arriba y Aguas Abajo (Pérdida de Carga)

**hn** = Elevación del Agua bajo el Vertedero sobre la cresta Aguas abajo.

**h** = Tirante Normal del Canal Aduptor o Tirante del desripiador.

**K** = Coeficiente de Correccion a la contraccion lateral debido a la ubicación de loa barrotes.

**Db** = Distanciamiento de Barrotes, Como Mínimo 0,20m.

**Q** = Caudal a captarse por la ventana. m<sup>3</sup>/sg.

**Ab** = Ancho de Barrotes del Mercado, Normal es de 0,10 m.

**Vec** = Velocidad de Entrada al canal. m/sg

INGRESE DATOS DE ACUERDO AL GRAFICO:

Cota A = 10.20 m  
Cota B = 10.10 m  
Cota C = 9.20 m  
Cota D = 8.20 m  
Cota E = 8.20 m

Q = 0.05755 m<sup>3</sup>/sg  
Db = 0.200 CUMPLE  
Ab = 0.100 m  
Vec = 0.450 m/sg  
Gravedad = 9.810 m/sg  
K = 0.850

Y1 = 1.00  
H = 1.00  
Z = 0.10  
Y2 = 1.00  
hn = 0.90  
h = 1.90 = 1.90 CONFORME

1.- Hallando Factor (M)

KONOVALOF

M = 2.038

BAZIN

M = 2.056

2.- Para considerar sumergido el vertedero debe de cumplir las siguientes condiciones:

A.- h > Y2  
1.90 > 1.00 CUMPLE Y EXISTE SUMERSION

B.- Z/Y2 < 0.70  
0.10 < 0.70 CUMPLE Y EXISTE SUMERSION

3.- Existe Sumerción, hallamos factor (S).

S = 0.3996

4.- Cálculo (b) sin barrotes.

b = 0.08 m = 0.08

5.- Número de Espacios de la Ventana (Ne)

Ne = 0.41

0.40 Espacios tendra nuestro diseño.

6.- Número de Barrotes (Nb)

Nb = 0.21

7.- Espacio Total de Barrotes (Eb).

Eb = Nb \* Ab

Eb = 0.02

8.- Ancho Total de la Ventana de Captación (B).

B = 0.8 m.

## DISEÑO DE DESARENADOR DE SECCION RECTANGULAR

### DATOS:

Caudal de conducción (Q)

Altura del canal de ingreso (h)

Tirante del agua en el canal de ingreso (Y)

Ancho de sección del canal de ingreso (b) Angulo de divergencia de transición ( $\beta$ ) Velocidad longitudinal en el desarenador (V) Diámetro mín. de las partículas a decantar ( $\phi$ ) Ancho desarenador en relación altura de agua B = Coeficiente de seguridad (C)

### CALCULOS:

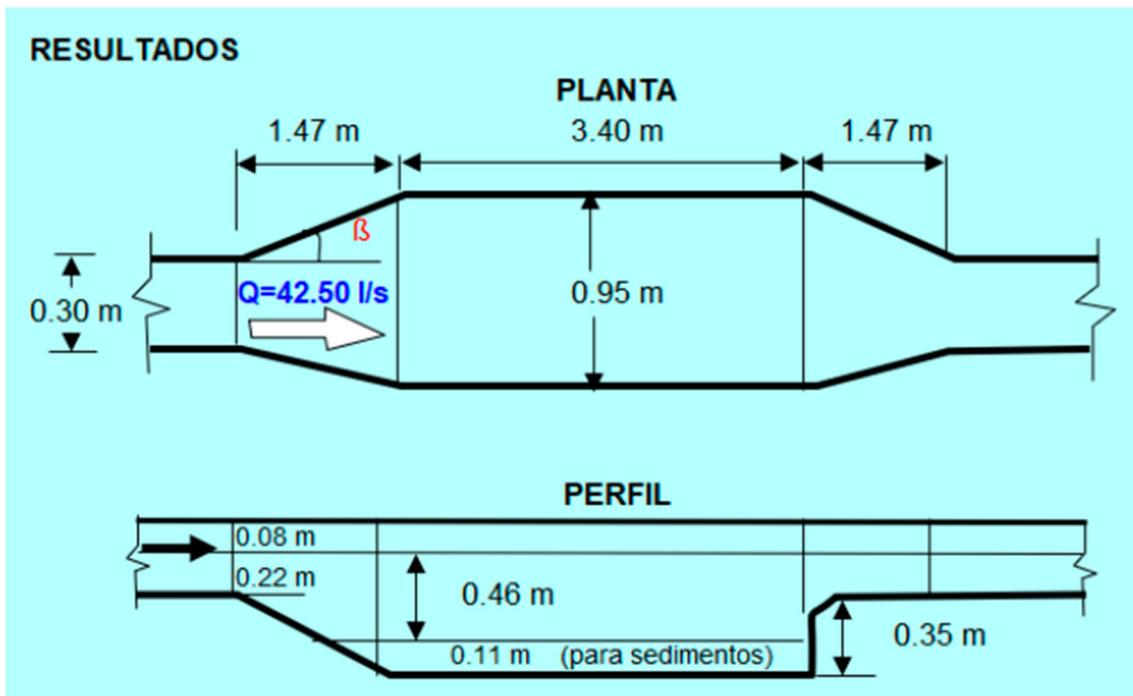
La altura de aguas (H) en el desarenador d el caudal (Q) y el ancho (B) del de ecuación de continuidad  $Q = V \cdot B \cdot H$

Luego, el ancho del desa

La velocidad de decanta según el dato experi

Según la ecuació

el componen siguiente



**DISEÑO HIDRÁULICO - CANOA L=5.0M**  
**DATOS CONSIDERADOS (HIDRÁULICOS Y TOPOGRÁFICOS)**

TIPO DE CANOA	V	LONGITUD =	5.0	m
Caudal de diseño	Q =	0.05	m <sup>3</sup> /seg	
Base del canal	b =	0.40	m	
Talud del Canal	Z =	0.00		
Coefficiente de Manning	n =	0.035		
Pendiente	S =	0.060		

**CALCULOS CONSIDERADOS**

Usando la formulade Manning

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Despejando en funcion del area y el perimetro tendremos:

$$C = \left(\frac{Q \cdot n}{S^{1/2}}\right)^3 = \frac{(b \cdot y)^5}{(b + 2y)^2}$$

Resolviendo por tanteos tendremos:

y	f(y)	y	f(y)	
0.17000	0.000003	0.370000	0.000055	
0.19000	0.000004	0.390000	0.000066	
0.21000	0.000006	<b>0.410000</b>	<b>0.000080</b>	
0.23000	0.000009	0.430000	0.000095	Constante de igualdad
0.25000	0.000012	0.450000	0.000112	C = 0.000000
0.27000	0.000017	0.470000	0.000131	
0.29000	0.000022	0.490000	0.000152	
0.31000	0.000028	0.510000	0.000175	
0.33000	0.000036	0.530000	0.000201	
0.35000	0.000044	0.550000	0.000229	
0.37000	0.000055	0.570000	0.000260	

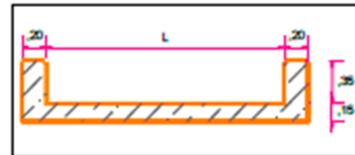
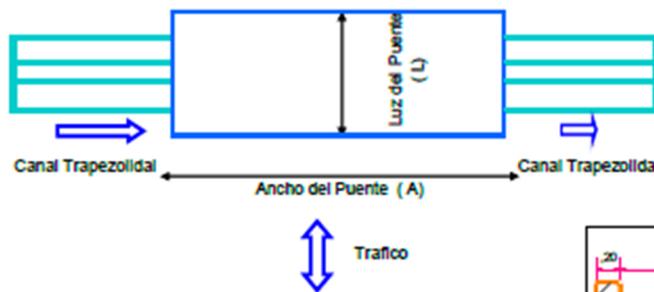
**RESULTADOS**

Ancho de la canoa (Espejo de agua)	b =	0.400	m
Tirante del flujo	y =	0.410	m
Area hidraulica	A =	0.164	m <sup>2</sup>
Perimetro mojado	P =	1.220	m
Radio Hidráulico	R =	0.134	m
Espejo del agua	T =	0.400	m
Altura total de la canoa	H =	0.547	
	H diseño =	0.600	
Bordo Libre	fb =	0.137	m
Velocidad de flujo	v =	0.274	m/s
Numero de Froude	Fr =	0.137	
Tipo de flujo		Subcrítico	
Energia Especifica	E =	0.414	m-kg/kg

LAS DIRECCIONES DE LAS ALETAS SE VEN EN LOS PLANOS TOPOGRAFICOS ADJUNTOS

DISEÑO POR ESFUERZO DE TRABAJO

ESQUEMA



CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL CR

LUZ (L) 20.0 Ancho Mayor del Canal de Riego  
 ANCHO (A) 5.0 Ancho de la calzada o del cruce

(\*) Si (L) es < de 10 se recomienda diseñar un tipo de puente tipo losa

CUADRO DE DIMENSIONAMIENTO DE LA PASARELA

L =	20.00 m
d =	0.20 m
Fy	4,200 kg/cm <sup>2</sup>
fc	210 kg/cm <sup>2</sup>
b =	100 cm

DISEÑO ESTRUCTURAL

A.- PREDIMENSIONAMIENTO

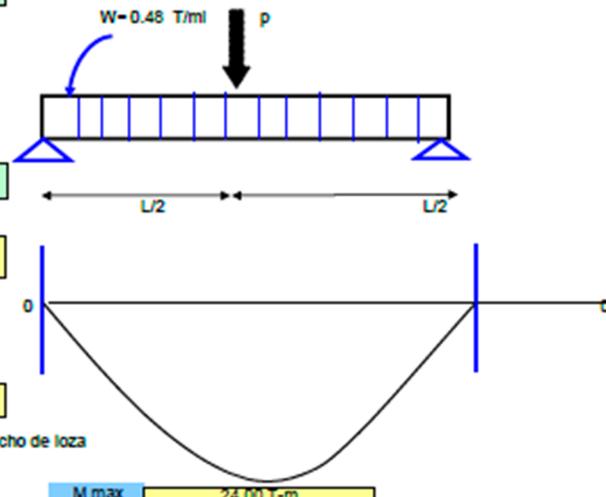
Considerando que el puente se encuentra simplemente apoyado, entonces el peralte de la losa se puede considerar:

$H = 1/15 \times LUZ$	1.33 m
Consideraremos 0.15 m de peralte	0.20 m OK

1. METRADO DE CARGA POR PESO PROPIO : ( Tomando 1 m x 1 m del tablero del puente)

1.- Peso unitario del Concreto Armado

Peso específico = 2400 kg/cm <sup>3</sup> =	2.40 T/m <sup>3</sup>
D = carga muerta	
$2.4 \text{ T/M}^3 \times (1 \text{ m}) \times (0.15 \text{ m}) \times (1 \text{ m de longitud})$	0.48 T/ml



2.-Momento maximo peso propio ( MD)

$M \text{ max} = 1/8 \times$	24.00 T-m
------------------------------	-----------

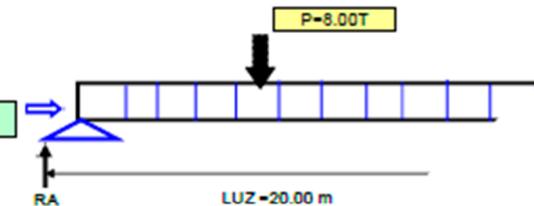
Momento maximo por peso propio por 1 metro de ancho de losa

2.- ANALISIS DE SOBRECARG

\* Por tratarse de una estructura de puente alcantarilla transitable se considerar una sobrecarga de:

8 Toneladas **	8.00T
----------------	-------

\*\*Considerando un rodillo de 8 Tn al compactado



A Reacciones

Como la carga puntual esta ubicado en el centro de la luz

$RA = RB = P/2$	4.00 T
-----------------	--------

B Fuerza Cortante Maxima

$V \text{ max} = P/2$	4.00 T
-----------------------	--------

C Momento Flector Maximo

\* Momento Maxim  $M \text{ maximo} = P \times L / 4$

\* El momento negativo teoricamente es Igual = 0,

\* Momento Negativa \_\_\_\_\_

## E CALCULO Y CHEQUEO DEL PERALTE ( d )

### VERIFICACION DEL PERALTE

\* Momento Resistente o de Diseño

$$Mu = Ku \times fc \times bd^2$$

Donde

Mu Momento ultimo resistente  
ku factor adimensional tabla  
fc Resistencia del concreto a la compresion  
b base de la loza (100 cm, de analisis)  
d peralte efectivo de la loza

\* De donde

$$b \times d^2 = Mu / ( Ku \times fc)$$

293270.28  
cm<sup>3</sup>

## F CHEQUEO DEL PERALTE

Calculo del Acero

Calculo de la cuantia balanceada

$$\rho_b = \frac{\beta \times 0.85 \times f_c \times (6000)}{f_y \times (6000 + f_y)} \quad 0.021$$

$$A_s = \frac{M_{max}}{\phi \times f_y \times 0.9 \times d} \quad 211.444 \text{ cm}^2$$

Calculo de la cuantia

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d} \quad 0.1057221$$

Verificacion por Cuantia

$$\rho_{max} = 0.75 \times \rho_b \quad 0.016$$

Entonces

$$\rho_m > \rho \quad \text{Se acepta el Prediseño}$$

## **Análisis y discusión de resultados**

## Conclusiones

1. La determinación de la incidencia del diseño hidráulico en las obras de captación y conducción para mejorar la eficiencia del canal de riego en la localidad de tres de diciembre en el 2023 es esencial para garantizar un suministro eficiente y sostenible de agua. Un diseño hidráulico adecuado no solo optimiza la distribución del recurso hídrico, minimizando pérdidas, sino que también contribuye a la eficacia del canal de riego, asegurando que la infraestructura sea capaz de satisfacer las demandas de manera óptima. Este enfoque no solo mejora la productividad agrícola, sino que también promueve la gestión responsable de los recursos hídricos, impactando positivamente en la sostenibilidad ambiental y económica de la comunidad.
2. La realización del análisis hidráulico en la dimensión de diagnóstico situacional resulta crucial para el éxito de un proyecto hidráulico en el distrito de tres de diciembre en el 2023. Un diagnóstico situacional exhaustivo proporciona la base necesaria para identificar de manera precisa los desafíos, oportunidades y requisitos específicos de la región. Este enfoque integral permite adaptar las soluciones hidráulicas a las condiciones locales, asegurando que el nuevo sistema de riego no solo sea eficiente desde el punto de vista técnico, sino también contextualmente relevante. Además, facilita la anticipación de posibles obstáculos, permitiendo una planificación más efectiva y una implementación exitosa del proyecto.
3. Llevar a cabo el análisis hidráulico en la dimensión de estudios hidrológicos es un componente esencial para el desarrollo exitoso de un proyecto hidráulico en el distrito de tres de diciembre en el 2023. Estos estudios proporcionan una comprensión detallada de los patrones de flujo de agua, la disponibilidad de recursos hídricos y las características hidrológicas específicas de la región. La aplicación de estos conocimientos no solo asegura la eficiencia en el uso del agua, sino que también permite anticipar y gestionar de manera efectiva los eventos hidrológicos extremos, contribuyendo así a la resiliencia del sistema de riego y a la mitigación de posibles impactos ambientales.
4. La realización del análisis hidráulico en la dimensión de medición de caudal desempeña un papel fundamental en el éxito de un proyecto hidráulico en el distrito de tres de diciembre en el 2023. La medición precisa del caudal proporciona datos esenciales para comprender la cantidad de agua disponible, su variabilidad y su

distribución en el sistema. Este enfoque no solo optimiza la planificación y la gestión de los recursos hídricos, sino que también garantiza un suministro adecuado de agua a lo largo del tiempo. Además, la medición de caudal es esencial para evaluar la eficiencia del sistema de riego, permitiendo ajustes o mejoras continuas en la operación y el diseño.

5. La realización del análisis hidráulico en la dimensión de diseño geométrico y estructural es crucial para el éxito de un proyecto hidráulico en el distrito de tres de diciembre en el 2023. Un diseño cuidadoso y preciso garantiza la eficiencia en el transporte y distribución del agua, minimizando pérdidas y maximizando la utilidad de la infraestructura. Además, el enfoque en la adecuación del diseño a las condiciones locales asegura la resistencia estructural y la durabilidad de las obras hidráulicas, mitigando riesgos de fallos o deterioro prematuro. Este análisis proporciona una base sólida para el desarrollo de un sistema de riego efectivo, sostenible y adaptado a las necesidades específicas de la comunidad.

## Recomendaciones

1. Se recomienda establecer un programa de monitoreo a largo plazo que permita evaluar el rendimiento del diseño hidráulico en diferentes condiciones operativas y climáticas. Este programa debería incluir análisis de datos en tiempo real, inspecciones regulares de la infraestructura y evaluaciones de la eficiencia del sistema. Asimismo, se aconseja la implementación de tecnologías emergentes, como sensores inteligentes y sistemas de gestión centralizados, para facilitar ajustes rápidos y mejorar la adaptabilidad del sistema a cambios imprevistos.
2. Se recomienda fomentar la colaboración entre ingenieros hidráulicos, expertos en ciencias sociales y la comunidad local durante el proceso de diagnóstico situacional. La inclusión de diferentes perspectivas y conocimientos enriquecerá la comprensión de las necesidades y desafíos locales. Además, se sugiere establecer un mecanismo de actualización continua del diagnóstico, incorporando retroalimentación de stakeholders clave, para garantizar que el proyecto hidráulico permanezca relevante y adaptado a las dinámicas cambiantes de la comunidad.
3. Se recomienda integrar tecnologías avanzadas, como modelos hidrológicos predictivos y sistemas de teledetección, para mejorar la precisión y la anticipación en los estudios hidrológicos. La implementación de una red de monitoreo hidrológico robusta, respaldada por datos en tiempo real, permitirá una gestión más eficaz de los recursos hídricos. Además, se sugiere establecer protocolos de respuesta a eventos extremos basados en los resultados de estos estudios, mejorando así la resiliencia del sistema de riego frente a condiciones climáticas adversas.
4. Se recomienda invertir en la adquisición de equipos de medición de caudal de alta precisión y en la implementación de un programa de calibración regular. La capacitación constante del personal encargado de realizar mediciones es esencial para garantizar la fiabilidad y consistencia de los datos. Asimismo, se sugiere la implementación de tecnologías innovadoras, como sensores automáticos, para facilitar la recopilación continua de información y minimizar posibles errores humanos en la medición del caudal.
5. Se recomienda establecer un plan integral de mantenimiento preventivo y correctivo para las obras hidráulicas, priorizando la inspección regular y la reparación oportuna. La implementación de prácticas de gestión de activos garantizará la durabilidad y la

eficiencia continua de las estructuras hidráulicas. Además, se sugiere la realización periódica de evaluaciones de riesgos estructurales y la aplicación de tecnologías de inspección avanzadas para detectar posibles problemas antes de que se vuelvan críticos.

## Referencias Bibliográficas

- A.N.A. (2010). *Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulacion de proyectos hidráulicos*. Lima: Autoridad Nacional del Agua – A.N.A. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/3135/ANA0001746.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AcademiaLab. (29 de Abril de 2022). *Esclusa*. Recuperado el Marzo de 2023, de AcademiaLab: <https://academia-lab.com/enciclopedia/esclusa/>
- Aldana, O. S. (2021). *Propuesta de un diseño hidráulico para la captación y almacenamiento del agua que utiliza el acueducto de la Vereda Balsal, (Villeta de San Miguel Arcángel, Municipio de Cundinamarca)*. Universidad Antonio Nariño, Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá: Universidad Antonio Nariño. Recuperado el Marzo de 2023, de <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/5172/3/2021OswaldSneiderAldanaTinoco.pdf>
- Arias, F. (2012). *Introducción a la Técnica de Investigación en ciencias de la Administración y del Comportamiento* (Sexta ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme. Recuperado el Marzo de 2023, de [http://www.formaciondocente.com.mx/06\\_RinconInvestigacion/01\\_Documentos/El%20Proyecto%20de%20Investigacion.pdf](http://www.formaciondocente.com.mx/06_RinconInvestigacion/01_Documentos/El%20Proyecto%20de%20Investigacion.pdf)
- Asalde, J. W. (2020). *Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software HEC-RAS, del tramo Km 0+000 al Km 3+085, en el distrito de Salas, Región Lambayeque*. Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura –Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima: Universidad de San Martín de Porres. Recuperado el Marzo de 2023, de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6942/asalde\\_yjw.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6942/asalde_yjw.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cadavid, J. H. (2006). *Hidráulica de canales: fundamentos* (Primera ed.). Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://books.google.com.pe/books?id=3gqME66cnhwC&pg=PA170&dq=estructuras+hidraulicas+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjR953N9cX9AhWRA9QKHZm0DhQQ6AF6BAgBEAI#v=onepage&q=estructuras%20hidraulicas%20definicion&f=false>
- Castro Gonzales, M. A., & Navarro Pereyra, J. D. (2020). *Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco*. Lima: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.
- Celi Yanchapanta, K. A. (2021). *Estabilización De Suelos Granulares De Subrasante Con Finos De Tereftalato De Polietileno (Pet), Polipropileno (Pp) Y Polietileno (Pe)*. Ambato: Universidad Técnica De Ambato.

- Días, J., & Bueno, F. (2001). *Ingeniería de Presas: Presas de Fábrica*. Cantabria: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://books.google.com.pe/books?id=I4ucSGLyfkgC&pg=PA436&dq=presas+para+canales+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjYvf-F-8X9AhUUJLkGHXMHDQwQ6AF6BAGIEAI#v=onepage&q=presas%20para%20canales%20definicion&f=false>
- FAO. (18 de Enero de 2023). *Estructuras de conducción del agua*. Recuperado el Marzo de 2023, de [https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6708s/x6708s08.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s08.htm)
- Fiestas, E. M., & Segura, H. O. (2020). *Diseño de un canal de riego para el Caserío Acequia Alta, Distrito de Cascas, Provincia Gran Chimú, Región La Libertad*. Facultad de Ingeniería– Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo: Universidad César Vallejo. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48724>
- Fundación Aquae. (17 de Enero de 2022). *El sifón hidráulico*. Recuperado el Marzo de 2023, de Fundación Aquae: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/el-sifon-hidraulico/#:~:text=En%20un%20sentido%20m%C3%A1s%20estricto,la%20fuerza%20de%20la%20gravedad.>
- García, E. (26 de Septiembre de 2022). *Modelamiento Hidráulico de ríos y canales con HEC-RAS 1D*. Recuperado el Marzo de 2023, de Help Gis: [https://helpgis.com/cursos/modelamiento-hidraulico-con-hec-ras-1d/#:~:text=HEC%20DRAS%20\(Hydrological%20Engineering%20Center,natural%20o%20un%20canal%20artificial.](https://helpgis.com/cursos/modelamiento-hidraulico-con-hec-ras-1d/#:~:text=HEC%20DRAS%20(Hydrological%20Engineering%20Center,natural%20o%20un%20canal%20artificial.)
- Gobierno de México. (27 de Mayo de 2017). *Terminología*. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://app.conagua.gob.mx/spr/glosario.html#:~:text=Gasto%3A%20Conocido%20tambi%C3%A9n%20como%20caudal,segundo%2C%20por%20minuto%2C%20etc.>
- Guarachi, R. (2018). *Optimización del sistema de riego usando tecnologías apropiadas (Automatización)*. Facultad de Tecnología– Carrera de Construcciones Civiles. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21148/PG-2195.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, P., & Llamatumbi, R. (2020). *Diseño de la captación de agua para la Junta De Regantes Del Barrio Salazar Gómez en la quebrada La Retraída*. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental . Quito: Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21202/1/CD%2010719.pdf>
- Guevara, E. (2021). *Diseño del canal de riego doña Ana A, Centro Poblado Campamento, distrito de Chota, Cajamarca*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura– Escuela

- Profesional de Ingeniería Civil. Chiclayo: Universidad César Vallejo. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58748>
- Iagua. (20 de Noviembre de 2011). *Trasvases– gestión del agua*. Recuperado el Marzo de 2023, de Iagua: <https://www.iagua.es/noticias/trasvases>
- Leiva Gonzales, R. R. (2016). *Utilización De Bolsas De Polietileno Para El Mejoramiento De Suelo A Nivel De La Subrasante En El Jr. Km 0+000 Arequipa, Progresiva Km 0+100, Distrito De Orcotuna, Concepción*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro.
- López, P. L. (2004). Población muestra y muestreo. *Punto Cero*, IX(8), 69–74. Recuperado el Marzo de 2023, de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=Es%20el%20conjunto%20de%20personas,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=Es%20el%20conjunto%20de%20personas,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22).
- Martins, C. (2020). *La capacidad hidráulica en las redes de agua potable y su influencia en el proceso de sectorización*. Departamento de ingeniería hidráulica y medio ambiente. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el Marzo de 2023, de U Docz: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/159938/Martins%20-%20LA%20CAPACIDAD%20HIDR%C3%81ULICA%20EN%20LAS%20REDES%20DE%20AGUA%20POTABLE%20Y%20SU%20INFLUENCIA%20EN%20EL%20PROCESO%20DE%20S....pdf?sequence=1>
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación – Una propuesta ágil para la presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el Marzo de 2023, de [http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos\\_y\\_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20comprenden,de%20nuevas%20l%C3%ADneas%20de%20investigaci%C3%B3n](http://www.librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2418/metodos_y_tecnicas.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20comprenden,de%20nuevas%20l%C3%ADneas%20de%20investigaci%C3%B3n).
- MINAGRI. (18 de Enero de 2015). *Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego*. (A. Nuñez, Ed.) Recuperado el Marzo de 2023, de Ministerio de Agricultura y Riego: [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)
- Montalvo, F. R. (2020). *Diagnóstico y propuesta tecnológica para la automatización del sistema de riego existente en la florícola Lotus Flowers*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Recuperado el Marzo de 2023, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10288/2/04%20MEL%20083%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Moya, R., & Álvarez, W. A. (2018). *Modelación hidráulica de un canal urbano en la ciudad de Bogotá, caso de estudio: Canal Rio Negro*. Facultad de Ingeniería – Programa de Ingeniería Civil. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Recuperado el Marzo de 2023, de

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/51a4a127-6378-44f3-ac48-cb9df631ae57/content>

- Mundo, M. D. (2018). *Métodos empíricos para estimar la velocidad de infiltración en suelos agrícolas y cuencas hidrológicas pequeñas* (Primera ed.). México, México: Universidad Autónoma de Chiapas. Recuperado el Marzo de 2023, de [https://spacemode.net/web\\_riego/libros/Velocidad\\_de\\_infiltracion\\_en\\_suelos\\_agricolas.pdf](https://spacemode.net/web_riego/libros/Velocidad_de_infiltracion_en_suelos_agricolas.pdf)
- Parra Melgar, E. (2018). *Sustitución Parcial Del Asfalto En Una Mezcla Para Pavimento A Base De Polimeros Reciclados*. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Quispe, I. (1 de Agosto de 2020). *¿Qué es la hidráulica de canales?* Recuperado el Marzo de 2023, de Arcux: <https://arcux.net/blog/que-es-la-hidraulica-de-canales/#:~:text=Dentro%20de%20la%20ingenier%C3%ADa%20civil,encuentra%20libre%20a%20la%20atm%C3%B3sfera>.
- Ramírez, M. A. (2020). *Diseño del mejoramiento del canal de riego del caserío El Rosal, distrito de Julcan, provincia de Julcan – La Libertad*. Trujillo: Universidad César Vallejo. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61710>
- Ramos, C. L. (2014). *Diseño de Estructuras Hidráulicas* (Primera ed.). (J. C. Vilcapoma, Ed.) Lima, Perú: Fondo Editorial – UNALM. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/DISEÑO-DE-ESCTRUCTURAS.pdf>
- Saldarriaga, J. (2016). *Hidráulica de tuberías: Abastecimiento de agua, redes y riegos* (Tercera ed.). Bogotá: Alfaomega. Recuperado el Marzo de 2023, de [https://books.google.com.pe/books?id=iNh0EAAAQBAJ&pg=PA744&dq=Estaciones+de+bombeo:+s+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjv1Kqb\\_MX9AhWoG7kGHZwOBnQQ6wF6BAgIEAE#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=iNh0EAAAQBAJ&pg=PA744&dq=Estaciones+de+bombeo:+s+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjv1Kqb_MX9AhWoG7kGHZwOBnQQ6wF6BAgIEAE#v=onepage&q&f=false)
- Sotelo, G. (2002). *Hidraulica de Canales. Capitulo 5 Del Manual de Ingenieria de Rios* (Primera ed.). México: Facultad de Ingeniería. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://books.google.com.pe/books?id=rahezSjGp3wC&pg=PA2&dq=canales+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwieq4O098X9AhXxHLkGHSG6AhkQ6AF6BAgEEAI#v=onepage&q=canales%20definicion&f=false>
- Torres Peña, M. Á. (2021). *Evaluación Experimental Del Efecto De Disipación De Esfuerzos Producido Por Geoceldas Sobre Suelos Blandos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Universidad de la Costa. (7 de Septiembre de 2022). *Compuertas y vertederos*. Recuperado el Marzo de 2023, de Universidad de la Costa: <http://hidraulica-cuc.blogspot.com/2018/11/compuertas-y-vertederos.html>

- Vargas, R. A., & Salvador, L. S. (2020). *Diseño hidráulico de la bocatoma en la quebrada san francisco y estructuras de conducción para el riego por gravedad en el Caserío Pampamarca– Santiago de Chuco*. Facultad de Ingeniería –Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado el Marzo de 2023, de [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6923/1/REP\\_ROGER.VARGAS\\_LEISTER.SALVADOR\\_DISE%C3%91O.HIDRAULICO.DE.LA.BOCATOMA.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6923/1/REP_ROGER.VARGAS_LEISTER.SALVADOR_DISE%C3%91O.HIDRAULICO.DE.LA.BOCATOMA.pdf)
- Vestalia. (22 de Agosto de 2022). *Qué es un talud y para qué sirve*. Recuperado el Marzo de 2023, de Vestalia: <https://vestalia.es/actualidad/que-es-un-talud-y-para-que-sirve/#:~:text=Un%20talud%20en%20construcci%C3%B3n%20es,la%20tierra%20detr%C3%A1s%20de%20%C3%A9l.>
- Zapata, A. (2020). *Dimensionamiento hidráulico de obras de regadío*. Almería, España: Editorial Universidad de Almería. Recuperado el Marzo de 2023, de <https://books.google.com.pe/books?id=xNjuDwAAQBAJ&pg=PA1&dq=estructuras+hidraulicas+definicion&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiRnMuel8H9AhXxLrkGHcDiATEQ6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=estructuras%20hidraulicas%20definicion&f=false>

## **ANEXOS**

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

Titulo: ANÁLISIS HIDRÁULICO Y PROYECTO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y TRASLADO PARA EL USO DE UN NUEVO SISTEMA DE RIEGO				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>	Variable X: Análisis hidráulico y proyecto Hidráulico  Dimensiones: – Determinantes – Acopio de Datos – Detalles geográficos  Variable Y: Sistema de riego  Dimensiones – Eficiencia de condición – Eficiencia de distribución – Eficiencia de aplicación	Método: Científico  Tipo de investigación: Descriptiva no experimental  Nivel de estudio Nivel explicativo  Diseño de la investigación No experimental  Población Sistemas de riego de la provincia de Chupaca  Muestra Análisis y mejorar del sistema de riego del distrito de tres de diciembre
¿Cómo incide el diseño hidráulico de las obras de captación y conducción en la mejora de la eficiencia del canal de riego, en la localidad de tres de diciembre?	Determinar la incidencia del diseño hidráulico de las obras de captación y conducción en la mejora de la eficiencia del canal de riego, en la localidad de tres de diciembre.	El diseño hidráulico incide significativamente en las obras de captación y conducción en la mejora de la eficiencia del canal de riego, en la localidad de tres de diciembre.		
<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>			
– ¿Cómo incide el diagnóstico situacional y estudios básicos en el diseño hidráulico de obras de captación y conducción para mejorar la eficiencia del canal de riego?	– Realizar un diagnóstico de situación e investigación básica en hidráulica en obras de captación y diseño de tuberías para mejorar la eficiencia del canal de riego.			
– ¿Cómo inciden los estudios hidrológicos en el diseño hidráulico de obras de captación y conducción para	– Realizar estudios hidrológicos sobre el efecto del diseño hidráulico de obras de cuenca y drenaje en la			

<p>mejorar la eficiencia del canal de riego?</p> <p>— ¿Cómo incide la medición del caudal en obras de captación y conducción para mejorar la eficiencia del canal de riego?</p> <p>— ¿Cómo incide el diseño geométrico y estructural de obras de captación y conducción para mejorar la eficiencia del canal de riego?</p>	<p>mejora de la eficiencia del canal de riego.</p> <p>— Realización de mediciones de caudales en el diseño hidráulico de colectores y derivaciones incide en la mejora de la eficiencia de los canales de riego.</p> <p>— Realizar un diseño geométrico estructural e hidráulico en las obras de captación y conducción para el mejoramiento de la eficiencia del canal de riego.</p>			
--	---	--	--	--

Evidencias para sustento del informe

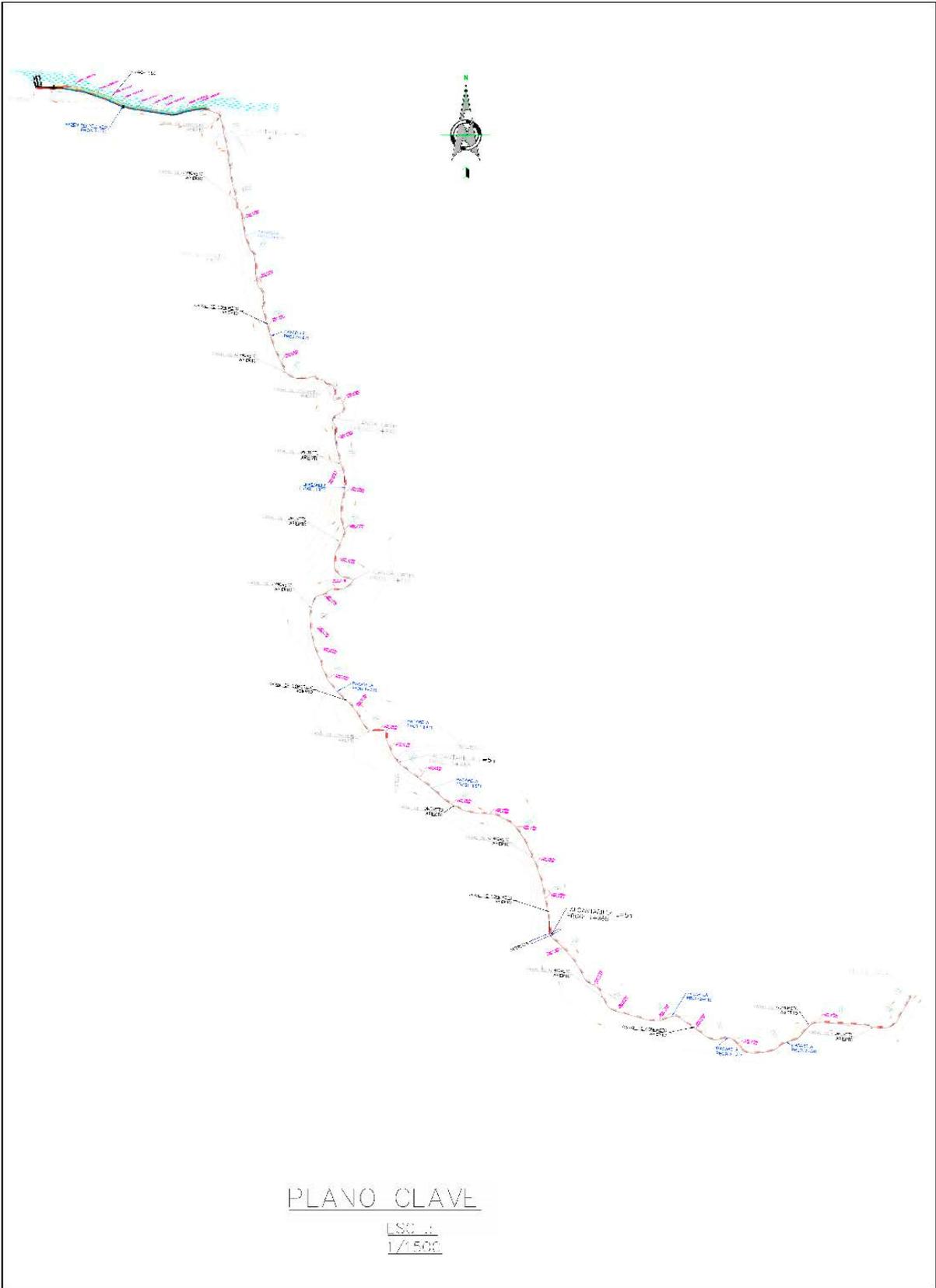
**PANEL FOTOGRAFICO**



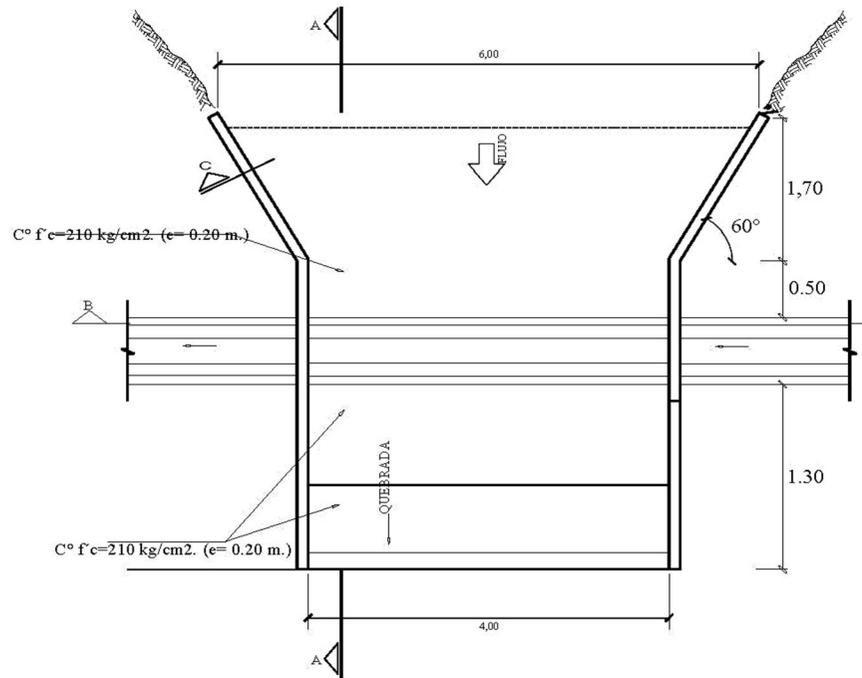
FOTO 01: Recurso hídrico disponible



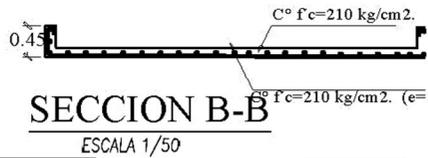
FOTO 02: Bocatoma artesanal



# CANOA 5 ML

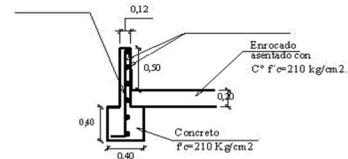


**PLANTA CANOA**  
ESCALA 1/50

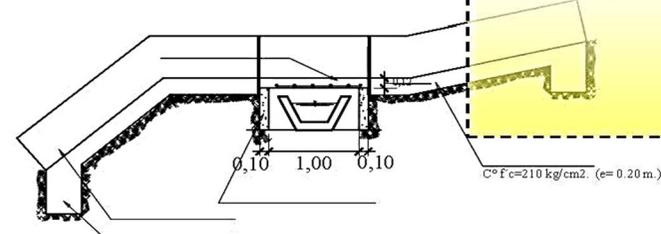


**SECCION B-B**  
ESCALA 1/50

UBICACIÓN CANOAS	
N°	PROGRESIVAS (Kms)
1	0+840
2	1+110



**SECCION C**  
ESCALA 1/50



**SECCION A-A**  
ESCALA 1/50

*AutoCAD SHX Text*  
2022-06-01 08:28:32

ESCALA 1/50

*AutoCAD SHX Text*  
2022-06-01 08:28:32

*AutoCAD SHX Text*  
2022-06-01 08:28:32

ESCALA 1/50

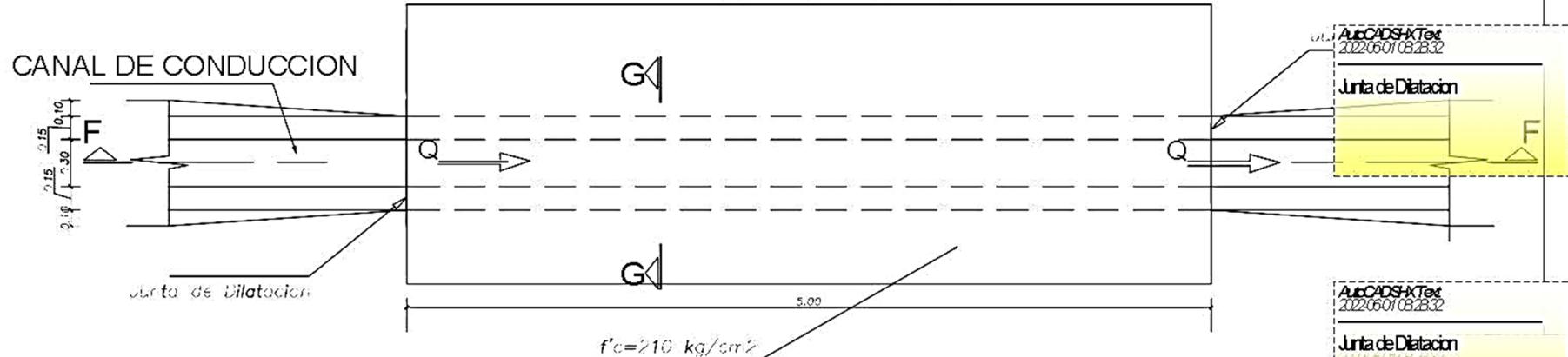
*AutoCAD SHX Text*  
2022-06-01 08:28:32

ESCALA 1/50

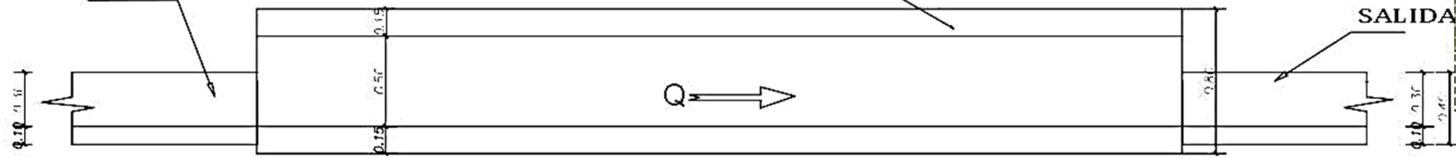
# CRUCEVEHICULAR-ALCANTARILLA L=5m

Progr.(0+310,1+488,1+868)

CANAL DE CONDUCCION



INGRESO



## CORTE F - F

Esc:1/20

ARMADURA

CORTE G - G

AutCADS-KTex  
20220601 08:28:32

Junta de Dilatacion

AutCADS-KTex  
20220601 08:28:32

Junta de Dilatacion

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

AutCADS-KTex  
20220601 08:28:32

AutCADS-KTex  
20220601 08:28:32

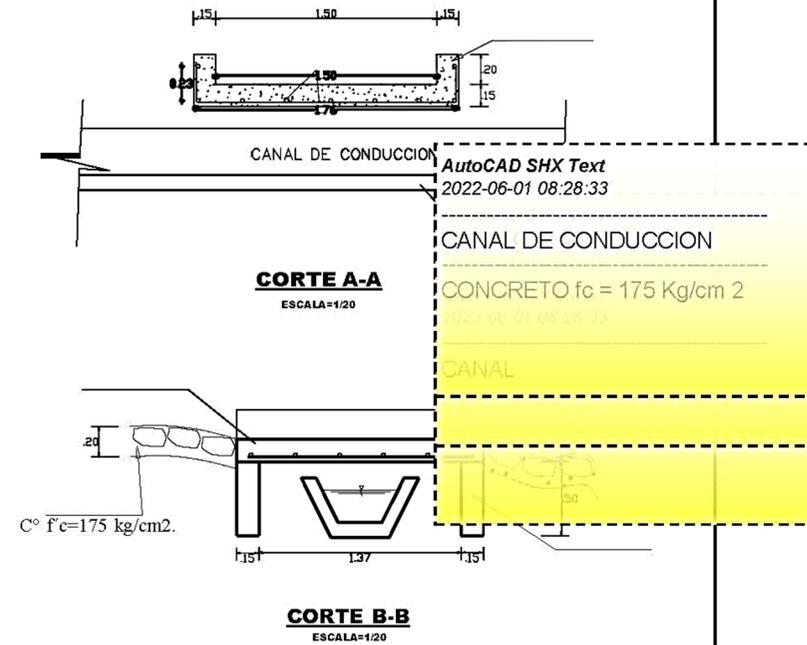
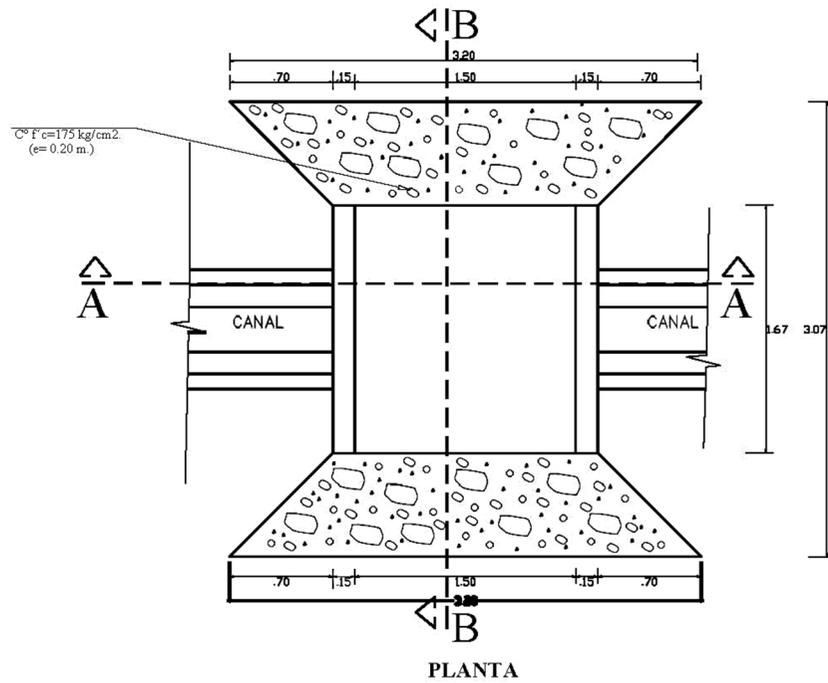
0.20

AutCADS-KTex  
20220601 08:28:32

0.20

# PASARELA

(Paso de animales mayores y menores en grupo)



UBICACIÓN PASARELAS	
Nº	PROGRESIVAS (Kms)
1	0+470
2	0+636
3	0+950
4	1+330
5	1+430
6	1+550
7	2+110
8	2+205
9	2+310