



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

Facultad de Ingeniería Civil  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

## **Análisis de comportamiento hidráulico y su relación con las patologías del canal de riego Santa Rosa – Aquia – Áncash - 2022**

### **Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

### **Autores**

Andres Hermes Palomino Callupe  
Lolo Rios Montalvo

### **Asesor**

M(o). Rony Geancarlo Perez Retuerto

**Huacho – Peru**

**2024**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licenci



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD: INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL

## INFORMACIÓN

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Andres Hermes Palomino Callupe	71654994	18/04/2024
Lolo Rios Montalvo	73784230	18/04/2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Rony Geancarlo Perez Retuerto	42212783	0009-0003-7870-2539
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Miguel Willian Silva Sanchez	15615449	0000-0002-2204-2127
Julio Cesar Barrenechea Alvarado	31923723	0000-0002-4865-3073
Emerson David Pozo Gallardo	42798750	0009-0006-3799-2797

# ANALISIS DE COMPORTAMIENTO HIDRAULICO Y SU RELACION CON LAS PATOLOGIAS DEL CANAL DE RIEGO SANTA ROSA-AQUIA ANCASH - 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	3%
3	<a href="https://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="https://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

**ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADOS**

---

**PRESIDENTE**

**Dr. SILVA SANCHEZ MIGUEL WILLIAN**

---

**SECRETARIO**

**M(o) BARRENECHEA ALVARADO JULIO CESAR**

---

**VOCAL**

**MG. POZO GALLARDO, EMERSON DAVID**

---

**ASESOR**

**M(o) PEREZ RETUERTO RONY GEANCARLO.**

## **DEDICATORIA**

*Expresamos nuestro profundo agradecimiento a nuestros padres, quienes han desempeñado un papel fundamental en la formación de nuestra identidad actual. Reconocemos que muchos de nuestros éxitos, incluido este, son resultado directo de su influencia. Nos guiaron con reglas y nos concedieron ciertas libertades, pero, en última instancia, siempre nos inspiraron a perseguir nuestros sueños de manera constante.*

*Andrés y Lolo*

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, expreso mi gratitud a la UNJFSC por habernos aceptado como parte de su comunidad académica y por habernos brindado la oportunidad de estudiar nuestra carrera en su entorno científico. Asimismo, agradezco a los diversos profesores que compartieron sus conocimientos y ofrecieron su respaldo, lo cual fue fundamental para seguir progresando a diario.*

*En conclusión, extendemos nuestro agradecimiento a todos aquellos que fueron nuestros compañeros de clase a lo largo de todos los niveles universitarios. El compañerismo, la amistad y el respaldo moral de ellos han contribuido significativamente a nuestro deseo continuo de avanzar en nuestra carrera profesional.*

*Andrés y Lolo*

## ÍNDICE

TITULO	
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRAC	xv
INTRODUCCION	xvi
CAPÍTULO I	1
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del Problema	3
1.2.1. Problema general.	3
1.2.2. Problemas específicos.	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general:	3
1.3.2. Objetivos específicos:	4
1.4. Justificación de la investigación	4
1.5. Delimitación de la investigación	6
1.6. Viabilidad del estudio	6
CAPÍTULO II	8
<b>MARCO TEÓRICO</b>	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. Investigaciones internacionales	8
2.1.2. Investigaciones nacionales	10
2.2. Bases teóricas	14
2.3. Bases filosóficas	29
2.4. Definición de términos básicos:	30
2.5. Formulación de hipótesis	31

2.5.1.	Hipótesis general	31
2.5.2.	Hipótesis específicas	31
2.6.	Operacionalización de las variables	32
<b>CAPÍTULO III</b>		<b>33</b>
<b>METODOLOGÍA</b>		<b>33</b>
3.1.	Diseño metodológico	33
3.1.1.	Tipo de investigación	33
3.1.2.	Nivel de investigación	33
3.1.3.	Diseño de investigación	34
3.1.4.	Enfoque de la investigación	34
3.2.	Población y muestra	35
3.2.1.	Población	35
3.2.2.	Muestra	35
3.3.	Técnicas de recolección de datos:	35
3.3.1.	Técnicas a emplear:	35
3.4.	Técnicas para el procesamiento de información:	36
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>38</b>
<b>RESULTADOS</b>		<b>38</b>
4.1.	Análisis de resultados	38
4.2.	Contrastación de hipótesis	50
<b>CAPITULO V</b>		<b>58</b>
<b>DISCUSIÓN</b>		<b>58</b>
5.1	Discusión de resultados	58
<b>CAPITULO VI</b>		<b>60</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>60</b>
6.1	Conclusiones	60
6.2	Recomendaciones	61
<b>CAPÍTULO VII</b>		<b>63</b>
<b>REFERENCIAS</b>		<b>63</b>

7.1	Fuentes documentales	63
7.2	Fuentes bibliográficas	65
7.3	Fuentes hemerograficas	65
ANEXOS		67

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Rugosidad .....	17
Tabla 2 Operacionalización de la variable .....	32
Tabla 3 Comportamiento hidráulico .....	38
Tabla 4 Caudal .....	39
Tabla 5 Velocidad .....	40
Tabla 6 Rugosidad .....	41
Tabla 7 Patologías del canal .....	42
Tabla 8 Fenómenos mecánicos .....	43
Tabla 9 Fenómenos físicos.....	44
Tabla 10 Tabla cruzada de Comportamiento hidráulico y Patologías del canal.....	45
Tabla 11 Tabla cruzada de Caudal y Patologías del canal.....	46
Tabla 12 Tabla cruzada de Velocidad y Patologías del canal.....	47
Tabla 13 Tabla cruzada de Rugosidad y Patologías del canal .....	48
Tabla 14 Prueba de Normalidad .....	49
Tabla 15 Correlación entre Comportamiento hidráulico y Patologías del canal .....	50
Tabla 16 Correlación entre Caudal y Patologías del canal .....	52
Tabla 17 Correlación entre Velocidad y Patologías del canal .....	54
Tabla 18 Correlación entre Rugosidad y Patologías del canal .....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento hidráulico .....	38
Figura 2. Caudal .....	39
Figura 3. Velocidad .....	40
Figura 4. Rugosidad.....	41
Figura 5. Patologías del canal.....	42
Figura 6. Fenómenos mecánicos .....	43
Figura 7. Fenómenos físicos.....	44
<i>Figura 8. Comportamiento hidráulico y Patologías del canal.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 9. Caudal y Patologías del canal.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 10. Velocidad y Patologías del canal.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 11. Rugosidad y Patologías del canal.....</i>	<i>48</i>
Figura 12. Correlación entre Comportamiento hidráulico y Patologías del canal.....	51
Figura 13. Correlación entre Caudal y Patologías del canal.....	53
Figura 14. Correlación entre Velocidad y Patologías del canal .....	55
Figura 15. Correlación entre Rugosidad y Patologías del canal.....	57

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia .....	67
Anexo 2: Instrumento para la toma de datos .....	68
Anexo 3: : Proceso de Baremación .....	71
Anexo 4 : Base de Datos .....	73

## RESUMEN

**Objetivo:** Identificar la relación entre el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022. **Metodología:** El estudio que se llevará a cabo será de naturaleza no experimental, adoptando una perspectiva descriptiva correlacional. Se pretende explorar la relación entre las variables "comportamiento hidráulico" y "patologías de canal", así como también sus respectivas dimensiones. La población objetivo está compuesta por 17 expertos del sector de estudio, y la muestra a analizar será también de 17 especialistas provenientes del sector de influencia donde se llevará a cabo la exploración. **Resultados:** Se halló que el 47% de expertos asegura que en el canal de riego de Santa Rosa se cuenta con un estudio deficiente del comportamiento hidráulico, es decir, que la medición llevada a cabo sobre el caudal, la velocidad, y la rugosidad del canal, no logran ser los más adecuados para la conservación y perduración de la infraestructura hidráulica. Sin embargo, el 41% asegura que se cuenta con estudio regular sobre comportamiento hidráulico sobre aquel canal de riego, y exclusivamente el 12% Confirma que se ofrece un análisis exhaustivo del comportamiento del agua en sistemas hidráulicos. Se halló también, que el 47% de especialistas asegura que en el canal de riego de Santa Rosa se cuenta con un análisis deficiente de patologías, es decir, que dentro de las evaluaciones que se realizaron sobre esta infraestructura, no se llegaron almar sobre el estado del canal ante la posibilidad de afrontar fenómenos mecánicos y fenómenos físicos. Sin embargo, el 41% asegura que se cuenta con análisis regular sobre patologías de aquel canal de riego, y exclusivamente el 12% Confirma que se ofrece una sólida evaluación de las anomalías o problemas presentes. **Conclusión:** los cálculos llevados a cabo sobre el caudal, la velocidad, y la rugosidad de dicho canal de riego, resultan ser insuficientes para la conservación y perduración de esta infraestructura hidráulica, y, por ende, la facultad de afrente ante fenómenos mecánicos y fenómenos físicos, resultar ser mesurada.

**Palabras clave:** Comportamiento hidráulico, patologías de canal, caudal, velocidad, rugosidad.

## ABSTRAC

**Objective:** Identify the relationship between hydraulic behavior and pathologies of the irrigation canal in Santa Rosa, Aquia, Ancash, 2022. **Methodology:** The planned study will be observational rather than experimental, taking a descriptive correlational approach. Its objective is to investigate the connection between the variables "hydraulic behavior" and "channel pathologies," along with their respective aspects. The study will involve a target population of 17 specialists from the specific area under examination, and the sample for analysis will also consist of 17 specialists from the region where the research will be conducted. **Results:** It was found that 47% of the specialists state that the Santa Rosa irrigation canal has a deficient hydraulic behavior study, i.e., that the calculations carried out on the flow, velocity, and roughness of the canal are not the most adequate for the conservation and durability of the hydraulic infrastructure. It was also found that 47% of specialists say that the Santa Rosa irrigation canal has a deficient analysis of pathologies, i.e., that the evaluations carried out on this infrastructure did not alarm about the condition of the canal in the face of the possibility of mechanical and physical phenomena. However, 41% of them say that there is a regular analysis of the pathologies of that irrigation canal, and only 12% say that there is a good analysis of pathologies. **Conclusion:** the calculations carried out on the flow, velocity and roughness of this irrigation canal prove to be insufficient for the conservation and durability of this hydraulic infrastructure, and, therefore, the ability to cope with mechanical and physical phenomena proves to be moderate..

**Keywords:** hydraulic behavior, canal pathologies, flow, velocity, roughness.

## INTRODUCCION

En la actualidad, los agricultores enfrentan el desafío de incrementar el suministro de agua con el fin de potenciar la producción agrícola, dado que una porción considerable de la economía peruana se sustenta en esta actividad. Esto implica la urgencia de optimizar las infraestructuras hidráulicas a lo largo y ancho del territorio peruano.

La escasez de agua es principalmente causada por la agricultura, ya que en Perú más del 80.5 % del agua se destina a la zona agrícola, pero se desperdicia en gran medida, utilizando solo el 30 % debido a la presencia de infraestructuras en mal estado. Sin embargo, hay soluciones viables para gestionar de manera más eficiente el agua destinada a la producción de alimentos.

Se prevé que la agricultura enfrentará importantes desafíos para el año 2050 debido al aumento proyectado de la población mundial a 9 mil millones de personas que necesitarán alimentación. Por consiguiente, será crucial aumentar la cantidad de agua utilizada en un 60.0 % para producir productos secundarios esenciales para la población. La FAO promueve el uso más eficiente, equitativo y sostenible del agua en la agricultura con el fin de contribuir a la seguridad alimentaria.

Los conductos de riego tienen la tarea de transportar el agua desde su origen hasta el área de cultivo correspondiente. Surge así la necesidad de una distribución eficiente

y la optimización del agua, lo cual hace imperativa una inspección del canal de irrigación, abordando tanto la conducción como el desgaste de la estructura. Este proceso busca prevenir la pérdida de fluido por filtraciones y el consumo excesivo del caudal causado por el deterioro del canal. La importancia de llevar a cabo estudios patológicos en los canales revestidos se manifiesta al analizarlos y proporcionar la información esencial. Posteriormente, los usuarios podrán llevar a cabo el mantenimiento correspondiente para garantizar que el canal funcione según lo previsto en su diseño inicial.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### Descripción de la realidad problemática

A nivel global uno de los principales contribuyentes a la escasez de agua es la agricultura, que representa el 20% de las tierras agrícolas y consume el 43% de toda el agua proporcionada por la naturaleza, pero esta proporción está infrautilizada debido al mal estado de las infraestructuras existentes, que presentan diferentes patologías por diversos motivos dentro de ellas encontramos, la causa del comportamiento hidráulico de los canales, el diseños y ejecuciones mal realizados. Sin embargo, se estima que para 2030, En naciones en desarrollo, se prevé un incremento del 34% en la extensión de áreas de riego, sin embargo, se anticipa que el aumento en el uso del agua para fines agrícolas será solo del 14%, gracias a la implementación de mejoras en la gestión y en las prácticas de riego en el ámbito técnico agropecuario. Para alcanzar esta proporción de utilización del agua, es imperativo implementar un modelo de infraestructura agrícola eficiente que potencie la productividad hídrica; sin embargo, esta infraestructura incluye canales degradados debido al vertido de residuos sólidos, la mala gestión, la mala operación, el mal diseño y el mal mantenimiento. Con el tiempo, esta condición puede alterar la calidad del agua, dañar y degradar significativamente la infraestructura de los canales, convertirla en un criadero de plagas, provocar el crecimiento de arbustos dentro del canal, dificultar el funcionamiento de la infraestructura e impactar negativamente la producción agrícola, especialmente en la economía mundial. (FAO, 2022)

Perú se enfrenta a unos problemas muy graves de administración del recurso hídrico, que se agudizarán especialmente en las próximas décadas en un escenario de demanda creciente y recursos limitados. Dichos factores están relacionados principalmente con la insuficiente inversión en el sector agrícola, el escaso mantenimiento de las infraestructuras existentes y, sobre todo, el uso insostenible del agua. El progreso del sector agrícola en Perú está claramente vinculado a los avances en la gestión del agua de riego. Los antiguos peruanos se tomaron en serio

el problema del recurso hídrico para riego, lo que probablemente desencadenó importantes cambios en el sector agrícola y la sociedad, una parte de los que todavía están vigentes hoy en día, ya que algunas de las infraestructuras de riego existentes tienen un origen prehispánico. En Perú, el 80% del agua se destina a la agricultura, pero sólo se aprovecha el 30% debido a la escasa infraestructura existente, así como también a las infraestructuras en malas condiciones, lo que supone un gran despilfarro del recurso hídrico. Se pueden identificar deficiencias notables en las obras hidráulicas en diversas regiones de Perú. Dichas fallas se producen por falta de mantenimiento, por malas prácticas durante la construcción o por la aplicación errónea de los procedimientos de diseño. (Loayza y Meza, 2022)

El departamento de Ancash está situado en las regiones central y occidental de Perú, con una superficie de 35.915 kilómetros cuadrados, de los cuales 150,700 hectáreas son tierras agrícolas en peligro y el resto son tierras inactivas o abandonadas. Ancash tiene un área agrícola potencial del 64% debido a varias razones, entre las que se encuentran las estructuras de riego mal implementadas y las estructuras existentes antiguas e inestables. La ciudad de Santa Rosa, situada a 3.829 metros de altitud, se encuentra en la provincia de Bolognesi, en la región de Aquia, cuya principal actividad económica es la agricultura. Cuenta con un gran canal con una infraestructura antigua y deteriorada que sirve no sólo al centro poblado sino también a la capital del distrito de Aquia y que beneficia alrededor de 1000 agricultores. (MIDAGRI, 2009)

Con el paso del tiempo, todas las estructuras de los canales de riego abiertos mostraron diferentes patologías como agrietamiento, sedimentación, bloqueo, desgaste, desprendimiento, grietas, separación de juntas y fragmentación. Éstas se ven afectadas fundamentalmente por factores como los errores en la fase de planificación, las altas velocidades, los cambios en las secciones, los procesos de construcción, los factores climáticos, los tipos de suelo, la falta de mantenimiento, etc. Todo esto influye en el envejecimiento de los canales abiertos, reduciendo su vida útil, su eficacia y su durabilidad.

Una planificación inadecuada y la falta de entendimiento del comportamiento hidráulico y sus patologías pueden dar lugar a diversos problemas, como por ejemplo

la falta de flujo de agua a lo largo del canal ha ocasionado una disminución de las zonas de cultivo, lo que ha llevado a un descenso del rendimiento medio de los principales cultivos en las zonas. Por eso, es importante que la zona disponga de una estructura eficiente y de agua suficiente para mejorar el riego de las tierras agrícolas de los usuarios directos del canal y debe Considerar las medidas adecuadas para ampliar las operaciones del mismo.

La propuesta del investigador es analizar el comportamiento hidráulico del canal, para conocer su influencia en las patologías del mismo, esta investigación servirá como base para estudios futuros, permitiendo que la población tenga conocimiento sobre los problemas de los canales, así como la implementación de soluciones.

## **Formulación del Problema**

### **1.1.1. Problema general.**

¿Cuál es la relación entre el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022?

### **1.1.2. Problemas específicos.**

¿Cuál es la relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022?

¿Cuál es la relación entre las velocidades en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022?

¿Cuál es la relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022?

## **Objetivos de la investigación**

### **1.1.3. Objetivo general:**

Identificar la relación entre el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

#### **1.1.4. Objetivos específicos:**

Identificar la relación entre el caudal del comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

Identificar la relación entre las velocidades del comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

Identificar la relación entre la rugosidad del comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

### **Justificación de la investigación**

#### **Justificación Teórica**

El proyecto de estudio propuesto trata de analizar, haciendo uso de la teoría y aplicando métodos, así como los conceptos primordiales del diseño hidráulico de canales, hallar el comportamiento hidráulico, así como las patologías que presentan los canales. De este modo, permitirá a investigadores a desarrollar estudios de encontrarse con canales en condiciones y características similares.

Asimismo, la investigación es una herramienta útil para aumentar el conocimiento de como el comportamiento hidráulico influye en las patologías de los canales y penetrar el tema aplicado en la carrera de ingeniería civil, suscitando debates y discusiones universitarias sobre el comportamiento hidráulico y los efectos que generan sobre los canales.

#### **Justificación Social**

La siguiente investigación se justifica de maneral social, debido a que, ante la problemática de nuestro país, de no contar estudios ni disposiciones para el mantenimiento, manejo y operación de los canales de riego, para mejorar el

comportamiento hidráulico, así como también evitar y prevenir patologías en los diferentes canales, esta investigación plantea evaluar nuevos métodos de conocimiento para el análisis de las problemáticas que generan el comportamiento hidráulico.

Del mismo modo, esta investigación hace recomendaciones sostenibles en beneficio de los residentes del lugar y de los nuevos investigadores, teniendo en cuenta que estos estudios servirán como guía para aplicar métodos de mantenimiento y prevención de patologías generado por el comportamiento hidráulico, los efectos finales de la exploración se pondrán a disposición de las entidades públicas o privadas, así como también a disposición de los pobladores del lugar para que puedan aplicarlo.

### **Justificación Practica**

Este proyecto tiene una justificación practica porque nace a raíz de una necesidad de conocer el comportamiento hidráulico y cómo influye en las patologías que presentan los canales y así buscar nuevas soluciones de diseño, mantenimiento y prevención. Por ende, mejorar el tiempo su duración de la infraestructura.

Por ello, hay que mencionar que esta investigación permitirá conocer con mayor precisión y exactitud de como el comportamiento hidráulico actúa frente a las patologías que presentan los canales. a través de los diferentes métodos de estudio, en los que se está determinando la influencia de comportamiento hidráulico en las patologías del canal de riego. Tanto si influye o no, se espera obtener resultados satisfactorios, ya que servirá de guía, vista desde otro punto de vista. De esta manera, se puede dejar un precedente de investigación para seguir investigando con sobre el comportamiento hidráulico y sus patologías. por otro lado, se va proporcionar conocimientos útiles para la resolución de las problemáticas de la ingeniería hidráulica, especialmente en el área de canales.

### **Justificación Metodológica**

Este estudio es metodológicamente sólido, ya que para lograr los objetivos propuestos se realizará un trabajo de campo utilizando instrumentos de medición de la tasa de movimiento del flujo, la velocidad, el caudal, la rugosidad, mediante el cual se calcula el comportamiento hidráulico, así como también el análisis de las patologías del canal. Todo el proceso implica el uso de registros de adquisición de datos, por lo que esto ayudará a proporcionar una nueva forma de evaluar el comportamiento hidráulico y su impacto en la patología del canal.

## **Delimitación de la investigación**

### **Delimitación Espacial**

La implementación se efectuará en el área urbana de Santa Rosa, situada en el distrito de Aquia, que forma parte de la provincia de Bolognesi, del departamento de Ancash.

### **Delimitación Temporal**

La exploración será realizada desde diciembre del 2022 hasta marzo del 2023

### **Delimitación Social**

La siguiente tesis en su mayoría se centrará en el análisis del comportamiento hidráulico y su influencia en las patologías del canal, Sin embargo, tendrá impacto en los residentes del área urbana de Santa Rosa, en el distrito de Aquia, perteneciente a la provincia de Bolognesi, departamento de Ancash.

## **Viabilidad del estudio**

### **Viabilidad Técnica**

Por ser un proyecto puramente de representación técnico, dicho trabajo es posible ser realizado por los profesionales de las ramas de la ingeniería civil.

### **Viabilidad Operativa**

Posee una viabilidad operativa puesto que hay medios humanos suficientes y utilizables para el propósito del proyecto por parte del investigador.

### **Viabilidad Financiera**

El proyecto se financiará en su totalidad por los desarrolladores de esta tesis.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Investigaciones internacionales

Tipantasig (2018) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil: “*Estudio y caracterización hidráulica del óvalo 17 al óvalo 20 del canal de riego Ambato – Huachi – Pelileo, Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua*”. Su objetivo era efectuar el estudio topográfico de la sección de 2,7 km del canal en la zona de estudio. Grabar las velocidades y los datos de la sección transversal a lo largo de la superficie del levantamiento topográfico, y realizar simulaciones y representaciones numéricas de una sección del canal de riego a distintas velocidades y regímenes. La metodología que se aplicó en el proyecto es correlacional, explicativa y experimental. Según el trabajo de campo, se concluye que la pendiente media de la sección medida es del 0,12%, que es la sección excavada por el canal. La geometría del corte transversal es trapezoidal, con variaciones significativas en el conjunto. La amplitud del canal oscila entre 2,2 m y 2,4 m, la altura global varía de 1,41 m a 1,15 m, y la inclinación de muros laterales va desde 1:0,45 comprendido a 1:0,60 a lo largo de toda la extensión. Además, se notó que las velocidades consignadas en seis puntos distintos a lo largo del tramo exhiben variaciones tal como vertical y de manera horizontalmente con respecto al corte transversal. Al analizar los valores de velocidad al 20%, 60% y 80% del calado, se pudo observar la distribución y funcionamiento de las velocidades en la zona donde el agua se encontraba dentro del tramo. Se evidenció que las velocidades más bajas estaban en el rango de 0,30 m/s a 0,40 m/s en las áreas contiguas a los muros y al fondo del canal, durante las velocidades más altas oscilaban entre 1,21 m/s y 1,58 m/s, ocupando superficies dentro de las curvas de dispersión del cauce y en zonas con distribuciones de 0,01 m<sup>2</sup> a 0,25 m<sup>2</sup> con una profundidad del 0,6% del calado.

Posteriormente, durante la inspección en el terreno, se constató su coeficiente de rugosidad de Manning original, que era de 0,0130 para el concreto nuevo, ha experimentado cambios a lo largo del tiempo. La variación no es uniforme, y ahora se puede observar que, en la sección de prueba, el cambio se debe a la introducción de aguas residuales, escombros sumergidos y taludes parcialmente derrumbados en el canal. Como resultado, el valor de la rugosidad aumenta a un nivel superior a 0,030, y las propiedades superficiales se caracterizan por una gran cantidad de maleza y sedimentos.

Salazar (2018) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil: “*Estimación de pérdidas de caudal y coeficiente de rugosidad del tramo comprendido entre el óvalo 12 al 19 del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo*”, Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. El propósito era calcular las pérdidas de flujo y el coeficiente de rugosidad en el segmento que va desde el Óvalo 12 hasta el 19 del Canal de Riego Ambato-Huachi-Pelileo, ubicado en el Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua. La metodología que se aplicó en el proyecto fue correlacional, explicativa y experimental. Se concluyó que en el Canal Ambato-Huachi-Pelileo, en el sector comprendido entre las elipses 12 a 19, el caudal medio y la velocidad de campo medidos por aforos fueron de 1,52 m<sup>3</sup>/s y 1,04 m/s, respectivamente, y el volumen estimado a lo largo de El valor máximo de la pérdida en la parte estudiada de la canalización es de 0. 158 m<sup>3</sup>/s-km, y la pérdida se sitúa en el tramo comprendido entre las elipses de riego 14 y 15, al igual que el coeficiente de rugosidad, calculado teóricamente mediante la fórmula y el método, se estima que el efecto oscila entre 0. 013 a 0,026, y Una pérdida volumétrica por infiltración estimada teóricamente con un valor máximo de 0,00504 m<sup>3</sup>/s-km, que define el rango límite de las pérdidas estimadas in situ, y por último la modelización numérica mediante el software HEC-RAS para calcular el comportamiento hidráulico del canal a partir del caudal medio v 1,52 m<sup>3</sup>/s y el coeficiente n de Manning para cada tramo, permitiendo la correlación con los datos obtenidos in situ.

Alberto y Duran (2018) En el trabajo de exploración para optar el título de Ingeniero Civil: “*Diagnóstico del sistema hidráulico para el distrito de Riego Asudra en el municipio de Abrego norte de Santander*”. El propósito fue llevar a cabo un examen de los componentes que conforman el sistema hidráulico presente en el

distrito de riego ASUDRA, utilizando como base consideraciones técnicas relacionadas con el comportamiento de los fluidos. La metodología empleada se define por su carácter descriptivo y cuantitativo, ya que implica la filiación de las propiedades inherentes de elementos que han experimentado fallos en el distrito de riego ASUDRA (Asociación de Usuarios del Distrito de Riego de Abrego). Posteriormente, se llevó a cabo una valuación hidráulica para diagnosticar el estado actual y plantear posibles mejoras con el objetivo de optimizar su rendimiento. Se concluyó en el diagnóstico existente de la zona de riego Asudra se ha encontrado, es conveniente mantener la capacidad de mantener la conductividad y el canal de distribución, porque no ha sucedido por un tiempo y la cantidad de los diversos sedimentos que se han instalado en el canal tanto que impide la operación hidráulica adecuada, pero, sin embargo. El estado actual en que los canales y las fuentes de las columnas de agua puede obtener más flujo que la licencia garantizada, Sin embargo, no es adecuado para cubrir las demandas de agua de la cultura de todos los beneficiarios. Cabe señalar que los canales de riego son olvidados por el gobierno Asudra, porque se conoce el deterioro de la infraestructura desafortunada y no hay ninguna acción para mejorar y mantenerlos, lo que significa el contenido. Con el tiempo, los problemas del distrito pueden ser peor antes, no hay agua para estos usuarios.

### **2.1.2. Investigaciones nacionales**

Sinche (2018) En el trabajo de exploración para obtener el título de Ingeniero Civil: “*Comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas - canal de San Lorenzo - Jauja, 2017*”. El objetivo fue investigar el comportamiento de los flujos hidráulicos, explorar cómo el tipo de revestimiento afecta dicho comportamiento, examinar cómo el flujo de agua influye en el comportamiento hidráulico, y detectar posibles fallas. Se empleó un enfoque metodológico científico de naturaleza aplicada, correspondiente a la investigación aplicada y con un diseño no experimental. Se concluyó que el flujo de entrada al canal debido a la lluvia es de 0.114 litros por segundo, representando el 0.02% del flujo total ingresado por la entrada principal.

El tipo de suelo emergió como un factor crucial en la generación de asentamientos, y el terreno incidió en la velocidad del flujo. Las condiciones climáticas contribuyeron al aumento del caudal y a la deformación de la losa de hormigón debido a las variaciones de temperatura. La pérdida por evaporación en el canal se estimó en 0,05 l/s, mientras que la pérdida de caudal por permeación en la dimensión del canal fue de 25,56 l/s. Por otro lado, el caudal ingresado al canal a través de la entrada primordial fue de 578 l/s. La pérdida por evaporación representó el 0,01% del caudal en la entrada principal, mientras que la pérdida por percolación a través de la junta fue del 4,42%. Se observó que el caudal ejerce influencia en el flujo y la velocidad, ya que un aumento en el caudal se traduce en un mayor flujo y velocidad. El factor de rugosidad se incrementa alrededor de 0,0032 año por año adicional de vida del canal abierto. Este efecto se produce por el desgaste, las grietas y el crecimiento de la vegetación en el material de revestimiento de la alcantarilla. Este incremento del factor de rugosidad se traduce a su vez en una reducción de la velocidad, que a su vez se traduce en una reducción de la velocidad del flujo, lo que reduce la eficiencia de la tubería a lo largo del tiempo.

Gálvez (2019). En el trabajo de exploración para obtenerla licencia de Ingeniero Civil: *“Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Pariacaca Pampamarca entre las progresivas 0+400 km – 1+400 km del caserío de Pariacaca, distrito y provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2019”*. El propósito fue identificar y examinar las patologías presentes en el concreto del canal de riego en el sector de Pariacaca, con el objetivo de evaluar el estado operativo del canal. Se implementó una metodología descriptiva con un enfoque mixto, de carácter no experimental, de corte transversal y nivel descriptivo.

Se determinó que el nivel de impacto es moderado, y se observó que la fisuración es la patología que más afecta al funcionamiento normal del canal, mostrando filtraciones durante el flujo de agua. Respecto a las patologías encontradas en el canal Pariacaca Pampamarca, entre los kilómetros 0+400 y 1+400, se destaca la fisuración como la que tiene un mayor impacto estructural, con un grado de

afectación moderado y la zona con mayor porcentaje de afectación, llegando al 23.61%.

En contraste, otras afecciones como el moho y la erosión, aun así cubren superficies más extensas, presentan grados de severidad leves. Situación similar se observa en patologías como el musgo, la descamación, el fisuramiento y el choque, las cuales afectan áreas más reducidas con grados de severidad leves, moderados y severos, pero no generan daños significativos en la estructura que puedan poner en riesgo su desempeño, como ocurre en el caso del fisuramiento.

Palomino (2021) en el trabajo de exploración para obtenerla licencia de Ingeniero Civil: “*Comportamiento hidráulico de flujos en canales de riego por cambios de rugosidad en zonas Altoandinas, Canal de Huajaqui, Anta, Cusco*”. El propósito fue analizar el comportamiento hidráulico de los caudales en los canales de riego del canal Huajaqui, ubicado en Anta, Cusco, mediante la variación de la rugosidad. Se utilizó un enfoque metodológico aplicado con un nivel explicativo y un diseño que no incluyó experimentación.

Se llegó a la conclusión de que la rugosidad es de 0,052, con un pico de velocidad de 0,730 m/s y una velocidad mínima de 0,590 m/s. El coeficiente de rugosidad de Manning alcanzó un valor de 0,06080, y el coeficiente de correlación fue de 0,91, indicando una relación fuerte. Esto sugiere que a medida que aumenta el coeficiente de rugosidad, la velocidad de flujo disminuye.

Además, los valores compuestos de rugosidad y velocidad de flujo, que oscilan entre 0,0386 y 0,0632, varían según la presencia de depósitos y el desgaste superficial, llegando a valores entre 0,25 y 0,36 m. El coeficiente de correlación en

este caso también fue alto, con un valor de 0,82, indicando una fuerte relación. En este contexto, se observó que a medida que aumenta el coeficiente de rugosidad, la velocidad de flujo tiende a incrementarse.

Se destaca que el valor de la dispersión, situado entre 0,315 y 0,462, es inferior a 1, lo que sugiere características de flujo subcrítico. La existencia de sedimentos, vegetación y desgaste superficial afecta la correlación, mostrando una tendencia decreciente debido a la rugosidad. Cuanto mayor es el factor de grado, más subcrítico es el flujo, y su valor debe ser inferior a 1. Finalmente, el estudio mostró que los valores de rugosidad obtenidos estaban entre 0,040 y 0,063, y la velocidad estaba entre 0,59 y 0,73 m/s.

Loayza y Meza (2022) en el trabajo de exploración para obtenerla licencia de Ingeniero Civil: “*Comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad canal Molino, Mito, Junin-2021*”. El propósito fue evaluar su comportamiento hidráulico del flujo de agua en canales de riego en áreas con características singulares. La metodología aplicada fue el método científico, adoptando un enfoque aplicado, con un nivel explicativo y un diseño experimental. Se llegó a la conclusión de que el comportamiento hidráulico de los canales es subcrítico ( $F < 1$ ). La velocidad promedio mínima en el canal con revestimiento fue de 0,27 m/s, mientras que la velocidad promedio máxima fue de 0,73 m/s. En el canal sin revestimiento, la velocidad mínima fue de 0,17 m/s y la máxima de 0,35 m/s. La deformación in situ varió de 0,273 m a 0,372 m en el canal revestido y de 0,298 m a 0,511 m en el canal sin revestimiento. Además, la deformación en la parte exterior de la curva fue 0,065 m mayor que en la parte interna. En cuanto a la rugosidad, se observó que en el canal revestido, la rugosidad teórica osciló entre 0,018 y 0,057, y la rugosidad real entre 0,018 y 0,056, con un error relativo promedio del 9,59%. En el canal sin revestimiento, la rugosidad teórica varió entre 0,041 y 0,107, y la rugosidad real entre 0,044 y 0,107, con un error relativo del 3,33%.

Finalmente, se evidenció que el comportamiento hidráulico en áreas de canales entubados y no entubados es subcrítico ( $F < 1$ ), ya que la velocidad media en el canal revestido osciló entre 0,7300 m/s y 0,2680 m/s, mientras que en el canal no revestido varió de 0,3680 m/s a 0,1670 m/s.

Rojas (2021) en el trabajo de exploración para obtenerla licencia de Ingeniero Civil: “*Comportamiento del flujo en canales abiertos por cambios de rugosidad – canal Sahuinto, Abancay, Apurímac, 2021*”. El propósito de este estudio fue investigar el impacto de las variaciones en la rugosidad en el comportamiento del flujo en canales abiertos. Se utilizó una metodología científica de carácter aplicado, con un enfoque descriptivo y explicativo. Se determinó que la cantidad máxima de sedimentos en el tramo del talud cortado, desde el kilómetro 2+000 hasta el kilómetro 2+300, es de 0,1923 metros cúbicos. Se observó que la geometría de la pendiente del suelo que invade el canal del río no es adecuada, lo que provoca el desprendimiento de partículas. En este tramo específico, del kilómetro 2+000 al kilómetro 3+050, se identificaron grietas, peladuras en las juntas (138) y grietas en los bordes (37). Ante esta situación de deterioro, se enfatiza la importancia de implementar un plan de conservación para asegurar la integridad del canal. En el segmento de estudio del kilómetro 2+000 al kilómetro 3+050, se encontraron calculos de rugosidad que oscilaron entre 0,011 y 0,058, y de Número de Froude (N. Froude) de 0,395 a 1,107, lo que generó flujos tanto subcríticos como supercríticos. El análisis indica que en el tramo del kilómetro 3+000 al kilómetro 3+050, con una rugosidad de 0,058 y un N. Froude de 0,395, se produce un flujo subcrítico. En contraste, en el tramo del kilómetro 2+500 al kilómetro 2+650, con una rugosidad de 0,017 y un N. Froude de 1,107, se produce un flujo supercrítico. Se destaca que la rugosidad es una variable temporal que puede tanto disminuir como aumentar, por lo que, en general, el comportamiento del canal estudiado tiende a ser subcrítico, siendo raramente supercrítico.

## **Bases teóricas**

### **Comportamiento Hidráulico**

Loayza y Meza (2022), consideran que el análisis del comportamiento se refiere a la utilización de cálculos hidráulicos para el diseño hidráulico, a partir de datos como: El comportamiento hidráulico en un canal abierto está influenciado por varios factores clave, entre los que se incluyen el caudal, clase de material, la pendiente y la rugosidad. Se hace mención especial a la pendiente, la cual está completamente determinada por las características mecánicas del material y su valor puede calcularse mediante la ecuación de Manning. La determinación del comportamiento hidráulico brinda información crucial sobre la relación entre la presión y el caudal, así como sobre el coeficiente de variación. La interacción entre la pegosidad y la gravedad, que afecta la fuerza de inercia del flujo, es crucial para comprender la condición del fluente en un canal abierto. Un aspecto clave en la dinámica del flujo hidráulico es el tirante, que indica la distancia desde el punto más profundo del corte hasta la zona liberada del agua. No obstante, suele ser menos relevante, este intervalo está vinculado con la profundidad del corte. Por experiencia, la profundidad de flujo en una sección específica se define como la medida perpendicular a la dirección del flujo o la profundidad de la sección en el canal de agua. Asimismo, la velocidad es otro factor determinante en la dinámica del flujo hidráulico, ya que las fluctuaciones en la posición o velocidad son aspectos del flujo que se ven afectados por las propiedades de la rugosidad del canal.

## **Fluidos**

Un fluido es un elemento líquido o gaseoso que adquiere la forma de un recipiente gracias a una baja cohesión molecular. Estos contenedores pueden categorizarse en canales o tuberías. En el primer caso, el área del fluido entra en fricción con la atmósfera, mientras que en el segundo, el líquido está contenido en el tubo, lo que resulta en la aplicación de presión sobre él. En el contexto de fluidos acuosos, la distinción significativa entre canales y tuberías no se limita simplemente a la forma, sino que también se extiende al comportamiento mismo del líquido en su interior. En las tuberías, los fluidos se desplazan debido a factores como la gravedad, la resistencia, la presión y la viscosidad. Además de estas fuerzas, en los canales también entran en juego la tensión superficial y las fuerzas relacionadas con los sedimentos que puedan arrastrarse. Los canales también tienen ciertas propiedades que deben tenerse en cuenta para comprender la dinámica de los fluidos que albergan.

Una de esas propiedades es el margen libre, que se determina según la distancia o altitud que hay desde la zona del fluido (generalmente agua) a la parte superior del canal. El margen libre se considera porque permite a las ondas de agua oscilar sin salir del canal. Otra de sus particularidades es la pendiente longitudinal del fondo del canal, necesaria para el flujo del agua. A la hora de construir canales de abastecimiento de agua hay que tener en cuenta éstas y otras particularidades. (Castellanos et al., 2020)

### **Caudal**

Sinche (2018), En términos agrícolas, se define el caudal como el conjunto de volumen de fluido que cruza una sección transversal en una unidad de tiempo. Su definición analítica abarca el caudal permanente, que representa la relación entre el volumen unitario que fluye y la unidad de tiempo necesaria para su salida. Para obtener el caudal, se calcula la velocidad del agua y se multiplica por el área de la sección transversal del canal. Las definiciones analíticas que incorporan caudales no constantes se refieren a la relación entre el volumen que atraviesa un elemento y el tiempo requerido para su disipación.

### **Velocidad**

Debido a la resistencia generada en las paredes laterales y la existencia de bordes libres, la velocidad en el canal no presenta una distribución uniforme. Por lo general, la velocidad máxima se registra por debajo del área libre, a profundidades que oscilan entre 0,05 y 0,25. La variación de la velocidad en un canal está condicionada por factores como la forma del corte transversal, la rugosidad interna del canal y la presencia o ausencia de curvas en la sección. En términos de la asignación vertical de la velocidad en un canal abierto, se puede asumir que es parabólica en condiciones de flujo laminar y logarítmica en presencia de flujo turbulento. (Loayza y Meza, 2022)

$$V = a.n + b$$

*V: Velocidad del agua m/s*

*n*: Número de vueltas de la hélice (s)

*a*: paso real de la hélice (m)

*b*: Velocidad de frotamiento (m/seg.s)

Dentro de nuestras regulaciones, específicamente en la sección relacionada con captar y conducir el agua destinada al consumo humano (OS.010), se establece que la velocidad del flujo en los canales debe evitarse para prevenir la sedimentación y erosión. En consecuencia, se especifica que la velocidad no debe ser menor en ningún escenario a 0.60 m/s.

### **Rugosidad**

La rugosidad es cualquier irregularidad que pueda presentar una superficie. En la práctica, los coeficientes de rugosidad para diseñar canales cubiertos de tierra o sin revestimiento varían entre 0,025 y 0,030, mientras que los valores para canales revestidos de hormigón oscilan entre 0,013 y 0,015. Las de canal pueden construirse de forma que las paredes y la base tengan calculos de rugosidad distintas, o pueden ser de hormigón con una rugosidad distinta de la de las canalizaciones sin revestimiento (de tierra); en otros casos, la rugosidad de la canalización principal puede ser inferior a la de la página del canal. El factor de rugosidad (*n*) representa la resistencia al flujo de agua creada por los laterales y el fondo del canal. A mayor valor de *n*, más rugosas serán las paredes del canal y más difícil será que el agua fluya por él. (Rodríguez, 2008)

**Tabla 1**  
*Rugosidad*

Clase de Materiales	Valuaciones		
	Mínimos	Normales	Máximos
Roca (saliente y sinusa)	.0350	.0400	.0500
Tepetat (liso y uniforme)	.0250	.0350	.0400
Tierra	.0170	.0200	.0250
Mampostería	.0250	.0300	.0330
Concrto	.0130	.0170	.0200
Polietilno (P.V.C)	.0070	.0080	.0009

**Nota.** Rodríguez (2008)

### **Tipos de flujo**

Sotelo (2002) menciona que la clasificación del flujo en canales responde a los principales principios de clasificación, basados en el hecho de que el flujo es unidimensional en todos los casos. Su relevancia reside en que la conducta hidráulica se analizará bajo diferentes conceptos o referencia de flujo, las hipótesis más realistas cuanto más difíciles sean.

De la misma forma Sotelo (2002), menciona los siguientes tipos de flujos que se describirán como siguen.

**Flujos permanentes y no permanentes:** Esta clasificación se basa en el tiempo. Una determinada sección es permanente si su velocidad media permanece constante en el tiempo o durante un periodo determinado ( $\partial V/\partial t=0$ ). Lo contrario ocurre cuando es transitoria o no permanente ( $\partial V/\partial t \neq 0$ ). La situación de flujo inestable o no permanente más común se da en canales por los que circulan ondas de crecida, por ejemplo, en ríos o cunetas o bordes de carreteras.

En todo tipo de flujo y en cualquiera de las secciones del canal, el caudal  $Q$  se manifiesta de la forma siguiente:  $Q = V \cdot A$  siendo  $V$ , la velocid. media del fluyente en (m/s) y  $A$ , la superficie de la sección transversal (m<sup>2</sup>).

**Flujo uniforme y variado:** Esta clasificación se fundamenta en el empleo del estension como variable clave. El flujo continuo se manifiesta cuando la velocidad promedio es constante en todas las secciones del canal, es decir, ( $\partial V/\partial x=0$ ). Esto implica que tanto el área hidráulica como el tirante se mantienen invariables incluso con cambios en la posición "x". En contraste, al variar el flujo, sucede lo contrario. La característica de distribución uniforme solo se cumple en canales prismáticos, es decir, en canales artificiales y no naturales. Cuando la velocidad aumenta a valores elevados (superiores a 6 m/s), se forman bolsas de aire en el flujo, las cuales son estrictamente no permanentes o pulsantes. Además, a velocidades anormalmente altas, del orden de 30 m/s, el aumento del área hidráulica debido al aire arrastrado puede llegar a representar hasta el 50% del área original.

El flujo varía con la velocidad promedio a lo largo de cada sección del canal, de modo que, ( $\partial V/\partial x \neq 0$ ). Por la misma razón, posee propiedades opuestas a las del flujo

uniforme. Los cambios de velocidad se utilizan para acelerar o disminuir el desplazamiento y suceden mediante alteraciones en la sección, cambios de pendiente o la presencia de estructuras hidráulicas como vertederos ubicados en la línea de flujo o compuertas. El flujo cambiante, a su vez, puede clasificarse como gradual, rápido y espacialmente cambiante. En el flujo gradual, la variación ocurre de manera progresiva a lo largo del canal. En contraste, situaciones de cambio rápido, como los resaltos hidráulicos, implican alteraciones abruptas. Cuando la variación se produce en el espacio, la velocidad del flujo experimenta cambios a lo largo del canal o de una sección específica.

**Flujo laminar y turbulento:** El desplazamiento del agua en un canal depende de la influencia de la viscosidad o la gravedad frente a la inercia. La tensión superficial del agua influye en la velocidad y el comportamiento de secciones transversales pequeñas, pero no es un factor importante en la mayor parte de los planteamientos de problemas. El flujo laminar en canales excepcional vez se produce a causa de su tamaño relativamente grande y de la baja viscosidad cinemática del agua. La peculiar eventualidad se da cuando el agua fluye a baja velocidad en capas muy finas, como el flujo del agua de lluvia en tejados y superficies pavimentadas. La rugosidad de los límites de los canales radiculares naturales suele ser tan grande que no se produce rugosidad transitoria. Por lo tanto, la atención se centra en la turbulencia.

**Flujo subcrítico y supercrítico:** La magnitud de la gravedad con relación a la fuerza de inercia, en ambos casos por unidad de masa, se halla por el número de Froude, que se expresa de la siguiente forma:

$$F. = \frac{V.}{\sqrt{(g \cdot \cos \theta / \alpha)(A/T)}} = \frac{V.}{\sqrt{g' A/T}}$$

$g'$ :  $g \cdot \cos \theta / \alpha$

$g$ : Aceleración de gravedad en  $m/s^2$

$A$ : Área hidráulica de la sección en  $m^2$

$T$ : Ancho de superficie libre de la sección en  $m$

*V: Velocidad media en la seccion en m/s*

*$\alpha$ : Coeficiente de correccion de la energia cinetica, adimensional*

*$\theta$ : Ángulo de inclinacion de la plantilla respecto de la horizontal*

La relación  $A/T$  también representa el tirante hidráulico y solo en canales rectangulares es equivalente al tirante. Si  $\theta$  es menor o igual a 8 grados, el coseno de  $\theta$  es mayor o igual a 0.99027, es decir,  $\cos\theta$  es aproximadamente igual a 1 con un error menor al 1%. Además, con  $\alpha=1$   $g'=g$  y se obtiene:

$$F = \frac{V}{\sqrt{g A/T}}$$

Cuando  $F$  es igual a 1,  $V$  es igual a  $\sqrt{(g A/T)}$ , lo que indica que el flujo se encuentra en régimen crítico.

Cuando  $F$  es menor que 1,  $V$  es menor que  $\sqrt{(g A/T)}$ , lo que indica que el régimen es subcrítico, y a propósito la fuerza de gravedad es más predominante que la fuerza de inercia, lo que resulta en un flujo tranquilo y de baja velocidad.

Cuando  $F$  es mayor que 1,  $V$  es mayor que  $\sqrt{(g A/T)}$ , lo que indica que el régimen es supercrítico y la fuerza de inercia supera a la de gravedad, lo que resulta en un flujo rápido o torrencial..

### **Canal de riego**

Según Gálvez (2019), Los canales, tanto abiertos como cerrados, son estructuras a través de las cuales el agua se mueve debido a la gravedad, sin estar confinada bajo presión, ya que su superficie libre está en contacto directo con la atmósfera. Esto significa que el flujo de agua ocurre bajo la influencia de la presión atmosférica y su propio peso. Los canales pueden tener un origen natural, como ríos o arroyos, o ser de origen artificial, creados por la intervención humana. En el caso

de los canales artificiales, pueden ser conductos parcialmente cerrados, como canales y tuberías.

La función primordial de un canal de riego consiste en llevar agua desde el lugar de captación hasta el área de cultivo, donde se emplea para el riego de las plantaciones. La disposición de estos canales suele adaptarse a las características topográficas del terreno, normalmente siguiendo las curvas de nivel y descendiendo gradualmente hacia niveles inferiores para facilitar el flujo eficaz del agua. Desde una perspectiva de origen, los canales pueden ser naturales o artificiales. Los primeros surgen de manera espontánea a través de ecosistemas que drenan el agua, como arroyos o ríos. Por otro lado, los canales artificiales son creados por la intervención humana con diversos propósitos, como generación de energía, navegación o riego. El principal desafío para los canales artificiales radica en dirigir eficazmente el agua para cumplir con su función específica. Los canales naturales, también conocidos como arroyos, son intrínsecamente inestables, ya que su caudal fluctúa con el tiempo, provocando cambios en tamaño, profundidad y forma. En contraste, los canales artificiales suelen tener geometría y dimensiones constantes en sus diversas secciones, lo que contribuye a su estabilidad estructural (Castellanos et al., 2020)

### **Tipos de Canal**

***Canales Excavados:*** Los canales se ven afectados por la velocidad del flujo, la carga de sedimentos y las filtraciones tanto en el lecho como en los bordes. En áreas con terreno susceptible a la erosión, la sección del canal puede perderse de manera rápida debido a fenómenos como la socavación, degradación y el deterioro de las márgenes. Esta condición es más común en canales con una geometría que presenta una sección rectangular. (Rodríguez y Saldarriaga, 2020)

***Canales Revestidos:*** Estos canales permiten un suministro óptimo de alta velocidad y evitan la pérdida de presión por fugas. Normalmente, el revestimiento es de concreto apoyado en un terraplén en el talud para evitar el empuje lateral. Los

materiales empleados en la edificación de un canal o La selección del material para la estructura de un canal pueden abarcar diversas opciones, como hormigón, manpostería, acero, hierro fundido, madera, vidrio, pvc, entre otros. La decisión sobre qué material utilizar depende de factores como la existencia de material, el coste, el método constructivo y el propósito específico del canal. Usualmente, se elige un material que prevenga la erosión y reduzca las pérdidas por absorción de agua. En muchos casos, se aplican revestimientos en las áreas que están en relación con el agua con el fin de proteger o mejorar dichas áreas, y estos revestimientos se utilizan con diversos objetivos. (Gálvez, 2019)

- Se logra una reducción significativa de las pérdidas ocasionadas por filtración, lo que conlleva a una mayor eficiencia del sistema.
- Permite la aplicación de velocidades superiores, lo que resulta en una disminución correspondiente de la sección.
- La rugosidad en canales revestidos es considerablemente menor, lo que implica una reducción en la sección necesaria.
- Se reduce la posibilidad de deslizamientos en los márgenes y fugas con arrastre de suelo.
- Se abordan los desafíos asociados al crecimiento de vegetación.
- Simplifica las tareas de conservación y limpieza. Ofrece opciones tanto para terrenos permeables como impermeables, siendo esta última alternativa menos común y reservada para casos específicos de suelos impermeables

## **Componentes De Las Secciones De Canales**

### ***Tirante Normal (Y)***

Gálvez (2019) Se puede definir el tirante como la medida vertical después de la superficie y el punto más bajo del canal. Esta medida se obtiene de la siguiente forma:

$$Y = \frac{d}{\cos \theta}$$

En el contexto de la fórmula mencionada, el símbolo  $\theta$  indica el ángulo de inclinación que tiene la base del canal con respecto a una línea horizontal ideal. Cuando el ángulo  $\theta$  es exiguuo, se toma en consideración:

$$Y = d$$

Las diferencias notables entre  $Y$  y  $d$  solo se evidencian en canales con inclinaciones pronunciadas.

### ***Área Hidráulica***

Se refiere al área que el líquido ocupa en una sección transversal normal en cualquier punto.  $A = y(b + zy)$

*Donde:*

*y: Tirante*

*b: Ancho de Fondo*

*z: Pendiente*

### ***Espejo Del Agua (T)***

Es la medida del ancho de la área libre del agua, expresada en metros.

$$T = b + 2zy$$

*Donde:*

*y: Tirante*

*b: Ancho de Fondo*

*z: Pendiente*

### ***Perímetro Mojado***

Se refiere a la sección del ambiente del canal que entra en contacto con el fluido.

$$P = b + 2y(1 + z^2)^{1/2}$$

*Donde:*

*y: Tirante*

*b: Ancho de Fondo*

*z: Pendiente*

### ***Radio Hidráulico***

Es una propiedad del corte sección transversal que indica la eficacia del canal, similar al papel que desempeña el diámetro en los conductos, y representa el perfil más efectivo en un semicírculo.

$$R = A/P$$

*Donde:*

*A: Área*

*P: Perímetro mojado*

### ***Energía Específica***

Se trata de un fenómeno inherente al movimiento en canales que exhibe la modificación de la energía en relación con el tirante de la corriente. Su análisis resulta crucial, ya que posibilita la solución de situaciones que involucran el flujo crítico en transiciones. Además, esta variable se revela como un parámetro valioso para el examen de los flujos en canales abiertos, permitiendo abordar de manera efectiva problemas complejos asociados a transiciones cortas, donde los efectos de fricción pueden ser considerados insignificantes. (Baca, 2019)

### ***Velocidad (V)***

Las velocidades en los canales experimentan fluctuaciones dentro de un rango determinado, con límites que abarcan las velocidades mínimas para prevenir la acumulación de partículas sólidas suspendidas en un medio y la máxima velocidad con el propósito de evitar procesos continuos de desgaste o erosión del suelo en el lecho y las paredes del canal, ocasionados por fenómenos como turbulencia, abrasión o cavitación.

$$V = Q/A$$

*Donde:*

*Q: Caudal*

*A: Área*

### **Patologías**

Gálvez (2019), La patología del hormigón implica el trabajo sistemático de los procedimientos y atributos de las enfermedades, defectos o daños comúnmente asociados al hormigón, incluyendo sus causas, efectos y soluciones potenciales. A lo extenso de su vida útil, el hormigón puede sufrir defectos o daños que afectan su estructura interna y su rendimiento, algunos de los cuales pueden ser inherentes desde su creación y construcción, mientras que otros pueden ser resultado de accidentes. Los signos que pueden indicar posibles daños estructurales integra manchas, alteración de color, hinchazón, grietas, pérdida de masa, entre otros. Para hallar la causa subyacente, es necesario realizar un examen minucioso de la estructura.

- Conocimiento previo, historial y antecedentes de la estructura, que abarcan cargas de diseño, microclima, diseño original, tiempo de vida estimada, método constructivo, la situación presente o el estado actual., uso actual, y secuencia temporal de daños, entre otros.
- Observación visual para evaluar el estado actual de la estructura.

- Examen de los elementos afectados a través de cálculos de campo o evidencias no destructivas.
- Confirmación de los aspectos vinculados a las mezclas de concreto, que pueden tener importancia en el diagnóstico.
- Comprensión exhaustiva del diseño y los cálculos estructurales.

## **Tipos De Patologías**

### ***Sedimentación y colmatación***

Se hace referencia a que los sedimentos se encuentran en un ambiente húmedo o en el corte transversal, comprendiendo elementos como arenas, depresiones y diques en el lecho del canal, lo cual ocasiona modificaciones en las dimensiones de la sección transversal. Además, se señala que, al desplazarse las partículas con la distribución de velocidad, tienden a depositarse en la zona inferior, provocando una reducción en la potencia del flujo. (Palomino, 2021)

### ***Fisuración***

Se trata de la destrucción de la masa de hormigón, que se revela externamente en forma de progresión lineal. Las grietas pueden ser superficiales y de poca importancia, o pueden ser grietas profundas que tienen un gran impacto en la estructura. (Rodríguez, 2020)

### ***Deterioro***

Según Palomino (2021) menciona que La degradación se refiere a la separación de las superficies del hormigón causada por la exposición constante a factores como la lluvia y el agua con sólidos líquidos, que generan cambios en la forma y el rendimiento hidráulico. La separación del sellador ocurre cuando el

material sellador de las juntas se descompone, resultando en la separación del revestimiento.

### ***Delaminación***

De acuerdo a Rodríguez (2020), la delaminación del concreto se produce cuando una fina capa de aire o agua separa las losas superior e inferior. Genera un tono hueco al ser impactado por un martillo o una cadena de arrastre de considerable peso. Las capas se asemejan a ampollas, aunque de dimensiones significativamente mayores. El desprendimiento se produce durante el acabado, después de la nivelación inicial y, con mayor frecuencia, cuando el hormigón se vierte sobre una base fría con grandes cambios de temperatura durante el día.

### ***Hundimiento***

Puede deberse a la deformación del subsuelo, como suelo expansivo, arena suelta, inadecuada compactación, terremoto, etc.

### ***Vegetación***

La vegetación causa daños en el concreto, generalmente porque el canal se construye sobre suelo fértil, lo que hace que la vegetación crezca, deformando la estructura del canal debido a los daños mecánicos causados por las raíces que penetran en las juntas, grietas las áreas de vulnerabilidad del canal.

### ***Descascaramiento***

Se trata de una separación de la superficie del hormigón acabado, debida generalmente a la presencia de poco o nada de aire en el hormigón, a un exceso de sales de cloruro sódico o a un curado insuficiente.

### ***Eflorescencia***

Se trata de un depósito de sales calcáreas en forma de polvo salino que se forma en la superficie de las estructuras de hormigón. Este fenómeno de meteorización se da

cuando la humedad diluye las sales de calcio que están presentes en el hormigón y luego se mueve hacia la superficie a través de la acción capilar.

### ***Sedimentación***

Se describe el depósito de sedimentos llevados por el agua o el viento en el interior de la canalización, lo que puede ocasionar daños a la estructura. Durante condiciones de flujo reducido, existe el riesgo de contaminación en el canal. La sedimentación en el canal se debe a una pendiente inadecuada.

### ***Sello de Junta***

En situaciones donde parte o la totalidad del sellador de juntas se pierde, existe el riesgo de que el líquido se filtre por debajo del hormigón, ocasionándole daños. Para el sellado de juntas de contracción y dilatación, se utilizan materiales elásticos altamente efectivos como selladores, aunque es fundamental ajustarlos con precaución y de forma regular, dado que tienden a eliminarse con facilidad. Además, se pueden emplear otros tipos de selladores, como lociones, que también proporcionan un sellado eficaz y son más resistentes a la eliminación.

### **Influencia De Agentes**

Según Gálvez (2019), Las lesiones que suelen manifestarse son diversas, especialmente considerando la amplia variedad de materiales y técnicas de construcción empleadas. En este contexto, se pueden identificar tres categorías principales de lesiones, clasificadas según la fase patológica: físicas, mecánicas y químicas, proporcionando un fundamento para el análisis de la fase patológica. Estas categorías se detallan de la siguiente manera

Lesiones Físicas: Originadas por acciones físicas como variaciones de la humedad y temperatura, estas provocan principalmente variaciones volumétricas que resultan en fisuras y grietas en el concreto.

Lesiones Mecánicas: La intervención mecánica se vincula directamente con la presencia de micro fisuras, grietas y daños en el hormigón. Cargas, sobrecargas, flexiones, movimientos bruscos, impactos intencionados o accidentales, vibraciones y mecanismos de desgaste, como la fricción, la abrasión, la erosión o la cavitación, pueden ocasionar fisuras y grietas, dando lugar a daños mecánicos como desproporcionada miento, grietas, fisuras, impactos y desconchados.

La laceración biológica, que incluyen la concurrencia de organismos y microorganismos proveniente de plantas o animales en las estructuras de hormigón, no solo afectan el confort y la estética del entorno de los canales, sin embargo, provocan una diversidad de daños y desperfectos de índole física, mecánica, química o biológica. Entre estas lesiones se encuentran los mohos y los musgos.

### **Bases filosóficas**

El hombre es un ser humano sociable de principios, con efectos sensibles hacia las sociedades basadas en el sentido moral y el conocimiento que todos poseemos. Sin embargo, el hombre limita dicho conocimiento a lo que observa. (Roa et al., 2020)

Vivir representa situar a la vida en todas sus manifestaciones, niveles, expresiones y fenómenos, ante todo vivir en plena conformidad con las creencias, los valores, las conductas, las satisfacciones y las necesidades que la cultura sugiere o impone. (Maldonado, 2020)

La familia es una categoría de la historia, de la vida y de su forma organizativa específica determinada por el régimen socioeconómico imperante y las características de las relaciones sociales en general. Por tanto, se puede decir que la familia es uno de los grupos de personas, integrándose en el macro grupo que compone la sociedad, integrándose y desarrollándose. (Martínez, 2015)

La construcción; entendida como una acción humana apoyada en la tecnología que busca satisfacer las principales necesidades que tiene el ser humano en cuanto a su capacidad de vivir en el mundo. (Mejía, 2011)

La innovación y la tecnología, constituyen un diálogo interdisciplinario juntamente con la educación con saberes relacionados con las personas y la educación. En este sentido, debe entenderse que la filosofía de la innovación, la filosofía de la ingeniería y la tecnología en la instrucción interactúa con otros campos del conocimiento relacionados con la comprensión de las personas y sus problemas. vivir en el mundo. (Aguilar et al., 2020)

### **Definición de términos básicos:**

**Canal:** Este conducto permite que el agua fluya por efecto de la gravedad sin ninguna presión, dado el área libre del líquido está en relación directa con la atmósfera. (Villon, 2007)

**Caudal:** El volumen de líquido que pasa a través del corte transversal específica de un flujo de fluido durante un intervalo de tiempo definido. (Sinche, 2018)

**Concreto:** Consiste en una combinación de cemento tipo portland hidráulico, algunos agregados, agua y potenciales adiciones, que al solidificarse forma una masa compacta con características similares a la piedra natural. (Gálvez, 2019)

**Erosión:** Se define como la descomposición gradual de sólidos causada por la erosión por cavitación, la abrasión y la degradación del hormigón por acción química en estructuras hidráulicas. (Gálvez, 2019)

**Estructura:** Elemento o conjunto de ellos que forman parte resistente y sustentante de una construcción. (Sinche, 2018)

**Flujo:** Movimiento de fluidos a través de una sección transversal. (Baca, 2019)

**Grietas:** Las grietas son zonas alargadas que se forman en piezas sólidas. Una abertura o grieta se produce cuando los dos materiales se separan. (Rodríguez, 2020)

**Hidráulica:** La rama de la mecánica que se centra en el equilibrio y movimiento de los fluidos, conocida también como la disciplina aplicada de la ingeniería que se dedica al análisis y aprovechamiento eficaz de los fluidos. (Sinche, 2018)

**Patología:** Se refiere al estudio sistemático de los procesos y características de las enfermedades, defectos o daños que suelen afectar al concreto. (Gálvez, 2019)

**Rugosidad:** Altura media de la aspereza en una canal formada por ranuras o marcas dejadas por agentes que erosionan la superficie durante el procesamiento. (Rodríguez, 2008)

## **Formulación de hipótesis**

### **2.1.3. Hipótesis general**

Hay relación entre el comportamiento hidráulico y patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

### **2.1.4. Hipótesis específicas**

Hay relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

Existe relación entre la velocidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

Existe relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

## Operacionalización de las variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de la variable*

VARIABLE	DEFINIC. CONCEPTUAL	DEFINIC. OPERAC.	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable X</b></p> <p>PATOLOGÍAS DEL CANAL</p>	<p>Son atributos de las enfermedades, fallos o daños a los que generalmente se expone el canal debido a diversos factores . (Gálvez, 2019)</p>	<p>Son danos que ha sufrido en canal durante su año de vida útil, como fisuramiento, desgaste, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenómenos Mecánicos</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenómenos Físicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grietas y fisuramiento</li> <li>- Desprendimientos</li> <li>- Sedimentación</li> <li>- Fragmentación</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Condiciones ambientales</li> <li>- Humedad</li> </ul>
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable Y</b></p> <p>COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO</p>	<p>Se refiere a la utilización de cálculos hidráulicos para el diseño hidráulico, a partir de datos como: caudal, velocidad rugosidad, etc. (Loayza y Meza, 2022)</p>	<p>Es el comportamiento que tiene el flujo lo cual su determinación permitirá conocer la relación caudal-velocidad - rugosidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rugosidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal máximo</li> <li>- Caudal mínimo</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad máxima</li> <li>- Velocidad mínima</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desgaste de la superficie</li> </ul>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Diseño metodológico**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

De acuerdo con el propósito de nuestra investigación es aplicada dado que busca aplicar o utilizar los conocimientos adquiridos al mismo tiempo que adquiere otros conocimientos, implementa y sistematiza la experiencia que basada en el estudio y análisis. El empleo de los conocimientos y la exploración origina los resultados de una representación más rigurosa, ordenada y sistematizada de ver el contexto. (Vargas,2009)

En tanto según con los criterios de Ñaupas (2013), esta es aplicada porque buscan mejorar, precisar u orientar el comportamiento de los regímenes, procesos y estándares vigentes de acuerdo con los progresos de la tecnología, así como también de la ciencia, por lo que esta investigación no es apta para ser clasificada como verdadera, falsa o posible, sino efectiva, deficiente, ineficiente, eficaz o inefectiva.

##### **3.1.2. Nivel de investigación**

La investigación es de naturaleza correlacional, ya que se busca establecer la relación entre dos variables, ambas categorizadas en una escala, sin la posibilidad de manipular estas variables para obtener el resultado final. (Sampieri, 2014) (p.120)

### **3.1.3. Diseño de investigación**

Nuestro estudio se caracteriza por un diseño de investigación no experimental, donde no se manipulan variables. En este caso, la investigación se fundamenta en categorías, nociones, magnitudes, acontecimientos o situaciones que ocurren sin la intervención directa del investigador, es decir, sin modificar el objeto de estudio.

En la investigación no experimental, los hechos o eventos se observan en su entorno natural y luego se analizan. En resumen, es un estudio en el que no se altera intencionalmente la variable independiente. Un estudio no experimental es aquel en el que no se puede manipular variables ni asignar sujetos o condiciones de manera aleatoria. De hecho, los participantes no fueron expuestos a ninguna condición o estímulo específico. Los objetos se observan en su entorno natural y en su contexto real.. (Kerlinger, 1979)

### **3.1.4. Enfoque de la investigación**

Nuestro estudio representará un enfoque cuantitativo, puesto que se utilizará para recoger datos y realizar mediciones numéricas para determinar algunas particularidades de los identificadores de la investigación. Esto se realiza por medio de los efectos de los resultados que se obtienen en campo, mediante los cuales se evalúa el tratamiento de los datos a partir de la recolección de datos y los cálculos numéricos, además de la interpretación de los procedimientos de demostración de las hipótesis, que establece el vínculo de hipótesis-deducción, por tanto, parte de una teoría general de la

cual se derivan las hipótesis, sobre la especificidad de los hechos examinados en la recopilación de datos. (Mousalli, 2015)

## **Población y muestra**

### **3.1.5. Población**

Una población es un conjunto de personas u objetos de los cuales se quiere conocer algo en un estudio. La población puede estar formado por seres humanos, animales, antecedentes clínicos, orígenes, especímenes de laboratorio, accidentes de tránsito, etc. (Pineda et al., 1994)

La cantidad de especialistas en nuestra investigación representa la población. en comportamiento hidráulico y canales de riego que en la provincia de Bolognesi tenemos alrededor de 17 especialistas habilitados y colegidos respectivamente.

### **3.1.6. Muestra**

La muestra constituye una parte o segmento del conjunto total o la población en la que se llevará a cabo la investigación. La muestra es una fracción específica de la población. (Pineda et al., 1994)

La muestra para nuestra investigación se considera los 17 especialistas debido a que la muestra es pequeña.

## **Técnicas de recolección de datos:**

### **3.1.7. Técnicas a emplear:**

La técnica que se utilizara para esta investigación es la encuesta, se empleó para recoger datos cuantitativos, características, conductas y diversos factores presentes en las muestras de nuestro estudio.

Montes (2000), La encuesta consiste en un conjunto de interrogantes creados para obtener información en una investigación. Además de ser una herramienta eficaz para la observación científica, este método normaliza el proceso de observación y simplifica la identificación de problemas específicos de interés.

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Encuesta</b>	Cuestionario

### **Técnicas para el procesamiento de información:**

Se valió de cuestionarios requeridos que sirven para la realización de los reportes de cada una las variables, los fenómenos a examinar y los reportes que correspondan.

- Recolección de los valores numéricos de los cuestionarios, de las velocidades, caudales y rugosidades, que va ser proporcionadas por el instrumento de medición.
- Ordenar los datos que se ha podido obtener de los diferentes cuestionarios para cada variable, así como de las observaciones de las patologías.

- Dibujar el programa Excel los diagramas, así como la línea de tendencia, para analizar la variación en los diferentes tramos del canal.
- Comparar los diagramas de los resultados obtenidos con respecto al caudal, velocidad y rugosidad y determinar el comportamiento hidráulico, así como también las patologías del canal.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### Análisis de resultados

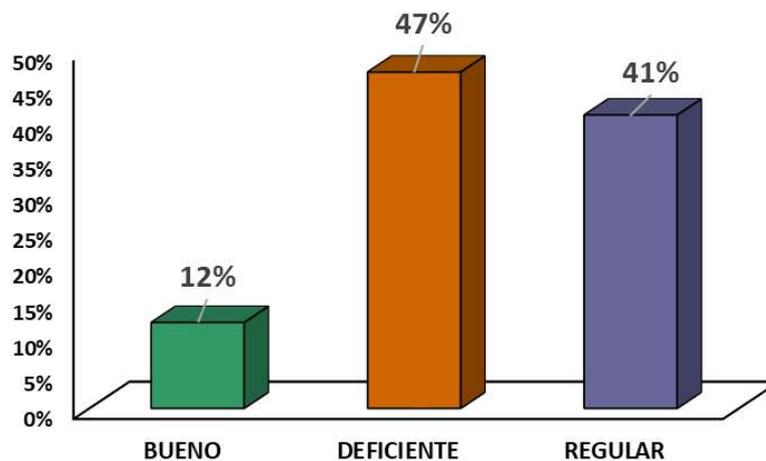
##### 4.1.1 Análisis descriptivo de la primera variable y sus dimensiones

**Tabla 3**

*Comportamiento hidráulico*

NIVEL.	FRECUENC.	%
BUEN.	2	12%
DEFICIENT.	8	47%
REGULAR	7	41%
TOTAL	17	100%

**Nota:** Cuestionario aplicado a expertos en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.



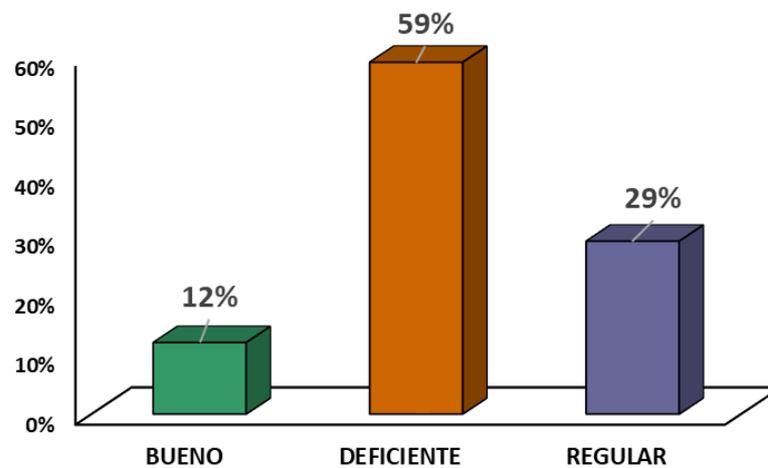
*Figura 1.* Comportamiento hidráulico

Se halló que el 47% de expertos asegura que en el canal de riego de Sant.a Rosa se cuenta con un estudio deficiente del comportamiento hidráulico, es decir, que la valuación que se llevan a cabo sobre el caudal, la velocidad, y la rugosidad del canal, no logran ser los más adecuados para la conservación y perduración de la infraestructura hidráulica. Sin embargo, el 41% asegura que se cuenta con estudio regular sobre comportamiento hidráulico sobre aquel canal de riego, y únicamente el 12% demuestra que se presenta un buen estudio sobre comportamiento hidráulico.

**Tabla 4**  
*Caudal*

NIVELES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
BUEN.	2	12%
DEFICIENT.	10	59%
RGULAR	5	29%
TOTAL	17	100%

**Nota:** Cuestionario aplicado a expertos en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.



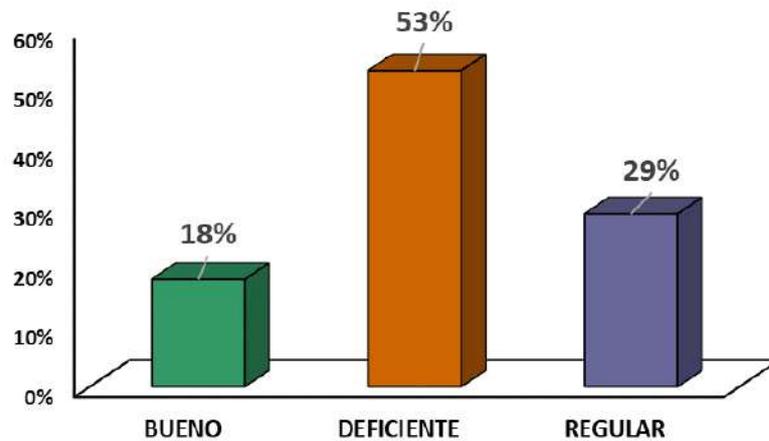
*Figura 2.* Caudal

Para el 59% de especialistas, en el canal de riego de Santa Rosa se cuenta con un cálculo deficiente de caudal, es decir, que no se logra obtener viabilidad técnica con el cálculo máximo y mínimo del caudal, ya que se aleja de la presión adecuada del agua y de las dimensiones exactas que debería tener dicha infraestructura. Sin embargo, para el 29% el cálculo del caudal resulta ser regular para este canal de riego, y únicamente para el 12% el cálculo del caudal resulta ser bueno.

**Tabla 5**  
*Velocidad*

<b>NIVELES</b>	<b>FRECUENCIA.</b>	<b>PORCENTAJ.</b>
BUEN.	3	18,0%
DEFICIENT.	9	53,0%
REGULAR	5	29,0%
TOTAL	17	100,0%

**Nota:** Cuestionario aplicado a especialistas en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.



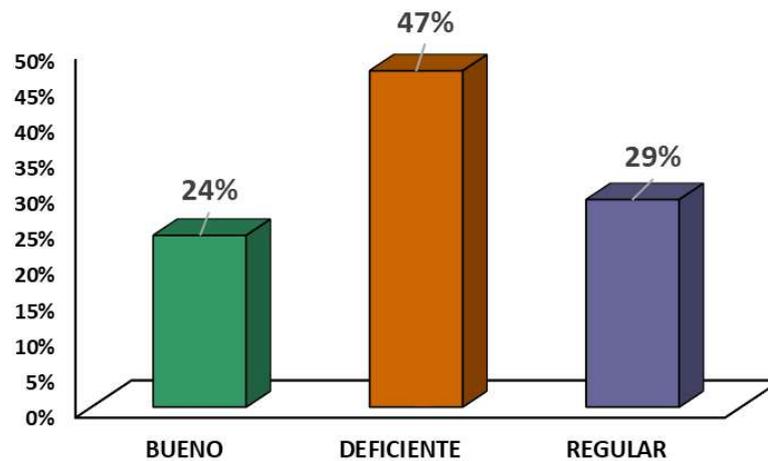
*Figura 3.* Velocidad

Para el 53% de especialistas, en el canal de riego de Santa Rosa se cuenta con un cálculo deficiente de velocidad, es decir, que no se logra obtener viabilidad técnica con el cálculo máximo y mínimo de la velocidad, ya que no se han considerado las curvas de infraestructura, las obras de arte, y el diseño en sí del canal. Sin embargo, para el 29% el cálculo de la velocidad resulta ser regular para este canal de riego, y únicamente para el 18% el cálculo de la velocidad resulta ser bueno.

**Tabla 6**  
*Rugosidad*

NIVELES	FRECUENC.	PORCENT.
BUEN.	4	24%
DEFICIENT.	8	47%
REGULAR	5	29%
TOTAL	17	100%

**Nota:** Test aplicado a expertos en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.



*Figura 4.* Rugosidad

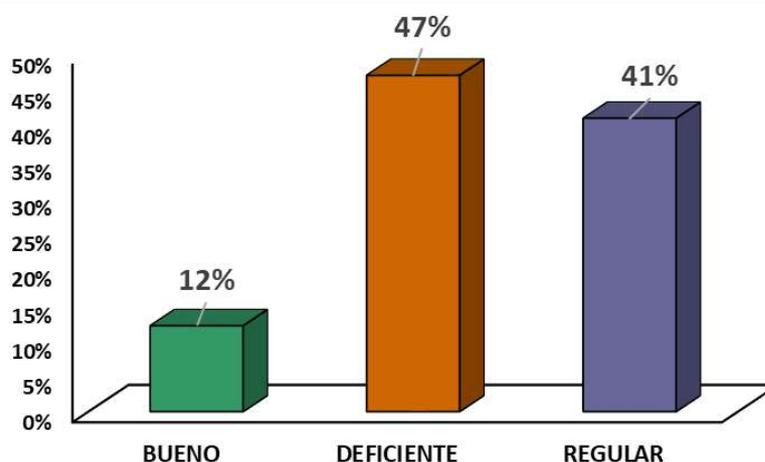
Para el 47% de especialistas, el canal de riego de Santa Rosa se cuenta con un cálculo deficiente de rugosidad, es decir, que no se tomaron en cuenta el desgaste de la superficie, las estimaciones promedias, y los revestimientos de concreto de cada tramo. Sin embargo, para el 29% el cálculo de la rugosidad resulta ser regular para este canal de riego, y únicamente para el 24% el cálculo de la rugosidad resulta ser bueno.

#### 4.1.2 Análisis descriptivo de la segunda variable y sus dimensiones

**Tabla 7**  
*Patologías del canal*

NIVELES	FRECUENC.	PORCENT.
BUEN.	2	12%
DEFICIENT.	8	47%
REGULAR	7	41%
TOTAL	17	100%

**Nota:** Test aplicado a expertos en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.



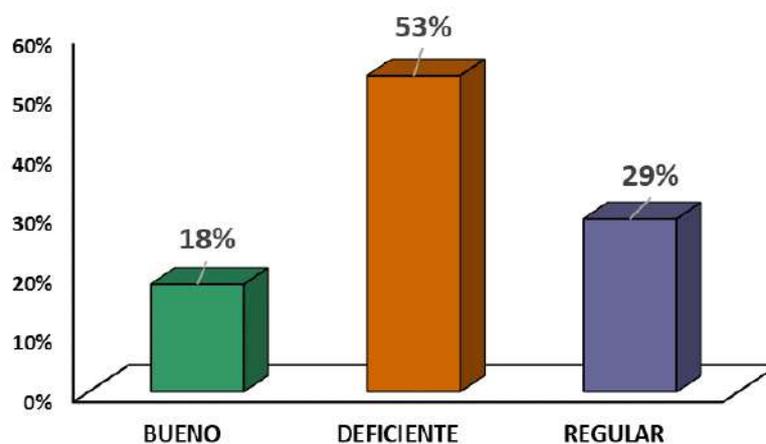
*Figura 5.* Patologías del canal

Se halló también, que el 47% de expertos asegura que en el canal de riego de Santa Rosa se cuenta con un análisis deficiente de patologías, es decir, que dentro de las evaluaciones que se realizaron sobre esta infraestructura, no se llegaron alarmar sobre el estado del canal ante la posibilidad de afrontar fenómenos mecánicos y fenómenos físicos. Sin embargo, el 41% asegura que se cuenta con análisis regular sobre patologías de aquel canal de riego, y únicamente el 12% afirman que se presenta un buen análisis de patologías.

**Tabla 8**  
*Fenómenos mecánicos*

NIVELES	FRECUENC.	PORCENT.
BUEN.	3	18%
DEFICIENT.	9	53%
REGULAR	5	29%
TOTAL	17	100%

**Nota:** Cuestionario aplicado a expertos en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.



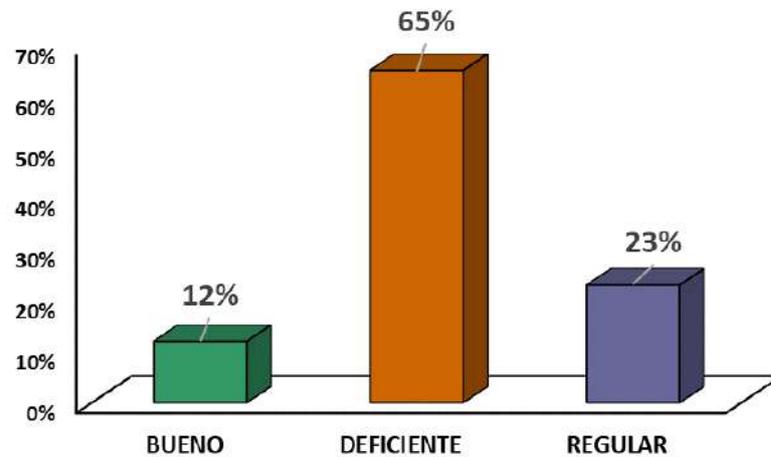
*Figura 6.* Fenómenos mecánicos

Para el 53% de especialistas, en el canal de riego de Santa Rosa se cuenta con una estructura deficiente ante fenómenos mecánicos, es decir, que las grietas, los fisuramientos, desprendimientos, la sedimentación, y las fragmentaciones del canal, mantienen una cierta tendencia a patologías existentes, las cuales han sido originadas por motivos de construcción, mantenimiento, y diseño. Sin embargo, para el 29% se cuenta con una estructura de canal de riego que resulta ser regular ante fenómenos físicos, y únicamente para el 18% se cuenta con una buena estructura de canal ante estos tipos de fenómenos.

**Tabla 9***Fenómenos físicos*

NIVELS	FRECUENC.	PORCENT.
BUEN.	2	12,0%
DEFICIENT.	11	65,0%
REGULAR	4	23,0%
TOTAL	17	100,0%

**Nota:** Cuestionario aplicado a especialistas en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.

*Figura 7. Fenómenos físicos*

Para el 65% de especialistas, en el canal de riego de Santa Rosa se cuenta con una estructura deficiente ante fenómenos físicos, es decir, que la humedad encontrada en el canal está alineada a una determinada patología, y tanto el diseño como la funcionalidad de esta construcción, se ven afectadas por las condiciones ambientales de la zona. Sin embargo, para el 23% se cuenta con una estructura de canal de riego que resulta ser regular ante fenómenos físicos, y únicamente para el 12% se cuenta con una buena estructura de canal ante estos tipos de fenómenos.

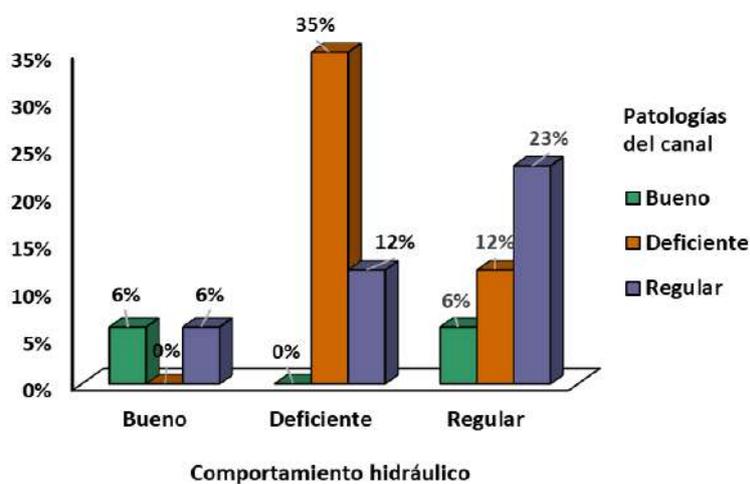
### 4.1.3 Tablas de Contingencia y figuras

**Tabla 10**

*Tabla cruzada de Comportamiento hidráulico y Patologías del canal*

		Patologías del canal			Total
		Bueno	Deficiente	Regular	
Comportamiento hidráulico	Bueno	6%	0%	6%	12%
	Deficiente	0%	35%	12%	47%
	Regular	6%	12%	23%	41%
Total		12%	47%	41%	100%

**Nota:** Cuestionario aplicado a expertos en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.



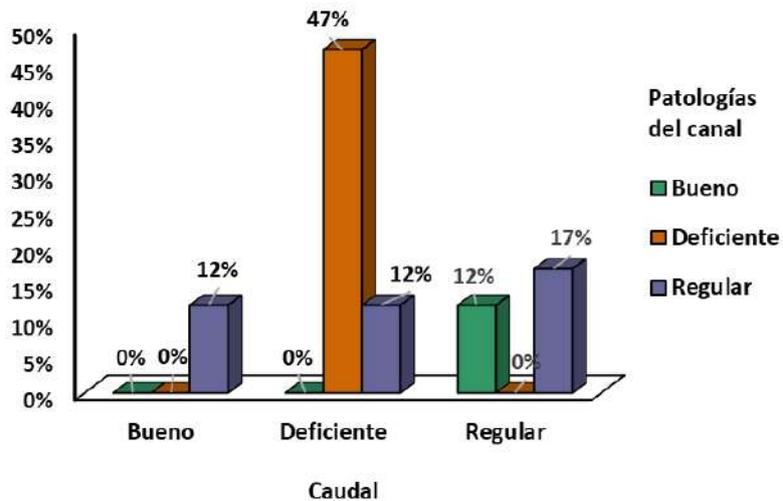
*Figura 8.* Comportamiento hidráulico y Patologías del canal

El 35% de especialistas asegura que el estudio del comportamiento hidráulico y de las patologías del canal de riego en Santa Rosa es deficiente. Por su parte, el 23% asegura que, tanto el estudio del comportamiento hidráulico, como de las patologías de dicho canal de riego, son regulares. Un 12% afirma que se cuenta con un estudio deficiente del comportamiento hidráulico y con un análisis regular de patologías. Otro 12% revela un estudio regular sobre comportamiento hidráulico y un análisis deficiente sobre patologías. Aunque, un 6% califica de bueno a ambos estudios. Un segundo 6% hace mención sobre un buen estudio del comportamiento hidráulico, pero con un análisis regular de las patologías de dicho canal. Y un 6% hace hincapié sobre un estudio regular del comportamiento hidráulico, pero con un buen análisis de patologías.

**Tabla 11***Tabla cruzada de Caudal y Patologías del canal*

		Patologías del canal			Total
		Bueno	Deficiente	Regular	
Caudal	Bueno	0%	0%	12%	12%
	Deficiente	0%	47%	12%	59%
	Regular	12%	0%	17%	29%
Total		12%	47%	42%	100%

**Nota:** Cuestionario aplicado a expertos en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.

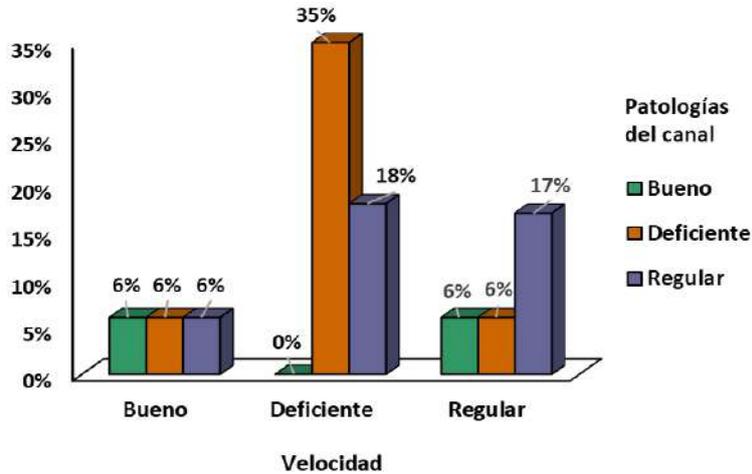
*Figura 9. Caudal y Patologías del canal*

El 47% de especialistas asegura que el análisis del caudal y de las patologías del canal de riego en Santa Rosa es deficiente. Por su parte, el 17% asegura que, tanto el análisis del caudal, como de las patologías de dicho canal de riego, son regulares. Un 12% afirma que se cuenta con un buen cálculo de caudal, pero con un análisis regular de patologías. Otro 12% revela un cálculo deficiente del caudal y un análisis regular de las patologías. Un tercer 12% hace mención sobre un cálculo regular del caudal, teniendo buen análisis de las patologías de dicho canal.

**Tabla 12***Tabla cruzada de Velocidad y Patologías del canal*

		Patologías del canal			Total
		Bueno	Deficiente	Regular	
Velocidad	Bueno	6%	6%	6%	18%
	Deficiente	0%	35%	18%	53%
	Regular	6%	6%	17%	29%
Total		12%	47%	41%	100%

**Nota:** Cuestionario aplicado a especialistas en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.

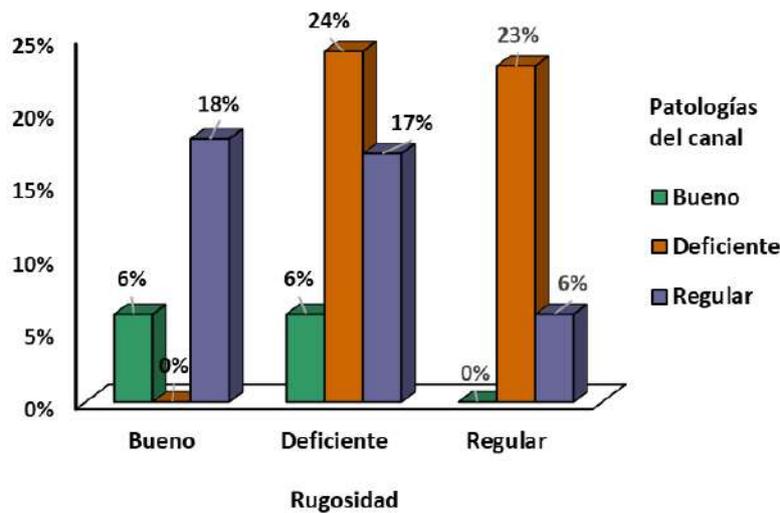
*Figura 10.* Velocidad y Patologías del canal

El 35% de especialistas indica que el análisis de la velocidad y de las patologías del canal de riego en Santa Rosa es deficiente. El 18% afirma que se cuenta con un cálculo deficiente de la velocidad y con un análisis regular de patologías. Por su parte, el 17% asegura que, tanto el análisis de la velocidad, como de las patologías de dicho canal de riego, son regulares. Aunque, un 6% califica de bueno a ambos análisis, un segundo 6% revela un buen cálculo de la velocidad, pero con un análisis deficiente sobre patologías. Un tercer 6% hace mención sobre un buen cálculo de velocidad, pero con un análisis regular de patologías. El cuarto 6% hace hincapié sobre un cálculo regular de la velocidad, pero con un buen análisis de las patologías de dicho canal. Y el quinto 6% recalca sobre un cálculo regular de velocidad, y con un análisis deficiente de patologías.

**Tabla 13***Tabla cruzada de Rugosidad y Patologías del canal*

		Patologías del canal			Total
		Bueno	Deficiente	Regular	
Rugosidad	Bueno	6%	0%	18%	24%
	Deficiente	6%	24%	17%	47%
	Regular	0%	23%	6%	29%
Total		12%	47%	41%	100%

**Nota:** cuestionario aplicado a expertos en comportamiento hidráulico y canales de riego de la provincia de Bolognesi.

*Figura 11.* Rugosidad y Patologías del canal

El 24% de especialistas indica que el análisis de la rugosidad y de las patologías del canal de riego en Santa Rosa es deficiente. El 23% afirma que se cuenta con un cálculo regular de la rugosidad y con un análisis deficiente de aquellas patologías. El 18% revela un buen cálculo de rugosidad, pero con un análisis regular sobre patologías. El 17% evidencia un cálculo deficiente de rugosidad, y un análisis regular de patologías. Aunque, un 6% califica de bueno a ambos análisis, un segundo 6% hace hincapié sobre un cálculo deficiente de la rugosidad, pero con un buen análisis de las patologías de dicho canal de riego. Por su parte, un tercer 6% asegura que, tanto el análisis de la rugosidad, como de las patologías del canal, son regulares.

### 4.1.3 Supuesto de Normalidad

#### 1. Hipótesis:

- **Ho:** Se comprueba la normalidad de los datos
- **Ha:** Se rechaza la normalidad de los datos

#### 2. Significancia: $p=0.05=5\%$

#### 3. Criterios

- Si  $(p) > 0.05$ , se admite la Ho.
- Si  $(p) < 0.05$ , se admite la Ha.

#### 4. Prueba de normalidad:

Se requirió el estadístico Shapiro Wilk para los 17 especialistas en materia hidráulica y canales de riego de la provincia de Bolognesi.

**Tabla 14**  
*Prueba de Normalidad*

Variable y Dimensiones	Shapiro Wilk		
	Estadístico	G1	Sig.
Comportamiento hidráulico	0.943	17	0.355
Patologías del canal	0.906	17	0.085
Caudal	0.936	17	0.272
Velocidad	0.878	17	0.030
Rugosidad	0.938	17	0.294
Fenómenos mecánicos	0.883	17	0.036
Fenómenos físicos	0.907	17	0.091

**Nota.** Creación original

#### 5. Decisión

Con la prueba de normalidad se halló, al menos un  $(p) < 0.05$ , es decir, que variables y dimensiones no son normales, y, por ende, se tiene que emplear el coeficiente Rho de Spearman.

## Contrastación de hipótesis

### 4.2.1 Contrastación de la hipótesis general:

#### I. Hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** No existe relación entre el comportamiento hidráulico y patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

**H<sub>1</sub>:** Existe relación entre el comportamiento hidráulico y patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

#### II. Criterios:

- Si  $(p) > 0.05$ , se admite la (**H<sub>0</sub>**).
- Si  $(p) < 0.05$ , se admite la (**H<sub>a</sub>**).

#### III. Aplicación del SPSS v25:

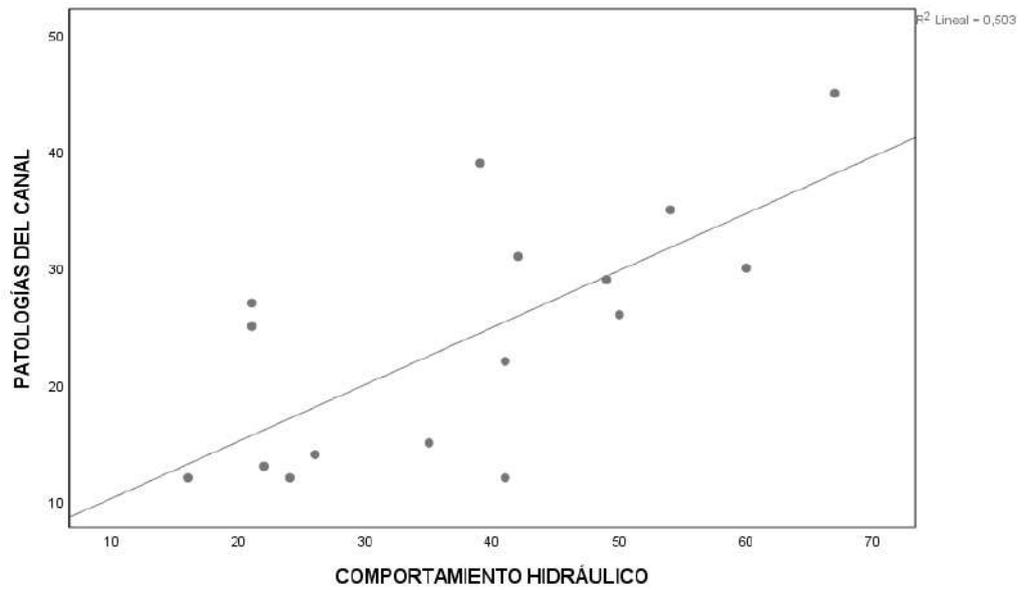
**Tabla 15**

*Correlación entre Comportamiento hidráulico y Patologías del canal*

			<b>Compor- tamiento hidráulico</b>	<b>Patologías del canal</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Compor- tamiento hidráulico</b>	Coficiente de corelación Sig. (bilatral)	1.000	0.649 0.005
	<b>Patologías del canal</b>	N	17	17
		Coeficient. de corelación Sig. (bilatral)	0.649 0.005	1.000
		N	17	17

**Nota.** Elaboración Propia

Se halló una significancia igual 0.005 y menor que el 5%. Se acepta la (**H<sub>a</sub>**), es decir, existe relación entre el comportamiento hidráulico y patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022. El grado de correlación Rho de Spearman es 0.649.



*Figura 12.* Correlación entre Comportamiento hidráulico y Patologías del canal

Se identifica en la gráfica, un nivel correlacional positivo y moderado entre el comportamiento hidráulico y las patologías del canal, al mostrarse una poca aproximación de los puntos hacia la recta.

#### 4.2.2 Contratación de la primera hipótesis específica:

##### I. Hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** No existe relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

**H<sub>1</sub>:** Existe relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

##### II. Criterios:

- Si  $(p) > 0.05$ , se admite la (**H<sub>0</sub>**).
- Si  $(p) < 0.05$ , se admite la (**H<sub>a</sub>**).

##### III. Aplicación del SPSS v25:

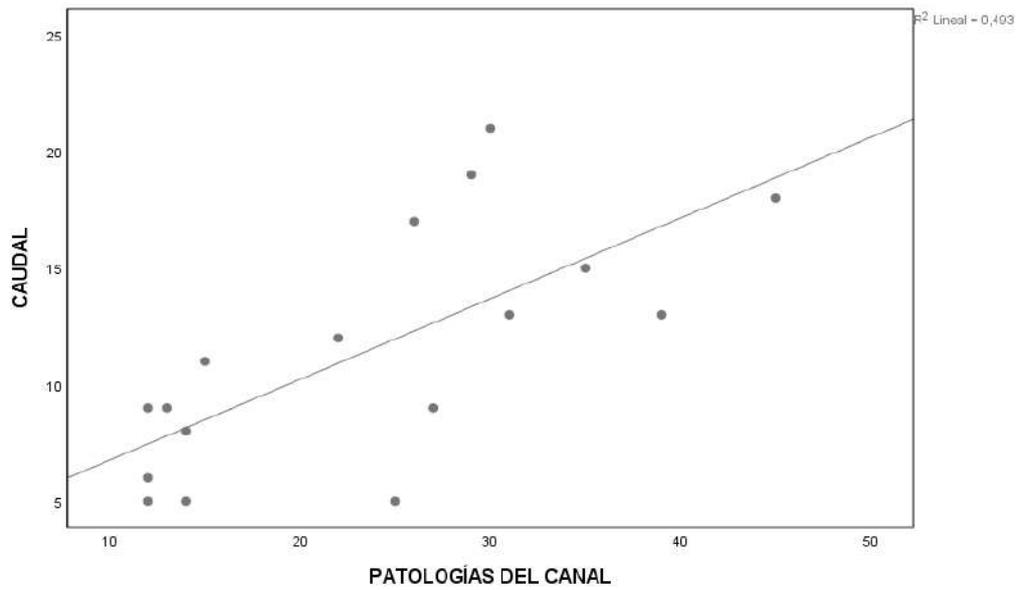
**Tabla 16**

*Correlación entre Caudal y Patologías del canal*

			<b>Caudal</b>	<b>Patologías del canal</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Caudal</b>	Coeficiente de correlación	1.000	0.745
		Sig. (bilatral)		0.001
		N	17	17
	<b>Patologías del canal</b>	Coeficiente de correlación	0.745	1.000
		Sig. (bilatral)	0.001	
		N	17	17

**Nota.** Elaboración Propia

Por hallarse una significancia igual 0.001 y menor que el 5%, se adopta la (**H<sub>a</sub>**), es decir, existe relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022. El grado de correlación Rho de Spearman es 0.745.



*Figura 13.* Correlación entre Caudal y Patologías del canal

La presencia de un nivel correlacional positivo y moderado entre el caudal y las patologías del canal, se ve confirmada al tenerse una poca aproximación de los puntos hacia la recta.

### 4.2.3 Contratación de la segunda hipótesis específica:

#### I. Hipótesis:

**H<sub>0</sub>**: No existe relación entre la velocidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

**H<sub>1</sub>**: Existe relación entre la velocidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

#### II. Criterios:

- Si  $(p) > 0.05$ , se admite la (**H<sub>0</sub>**).
- Si  $(p) < 0.05$ , se admite la (**H<sub>a</sub>**).

#### III. Aplicación del SPSS v25:

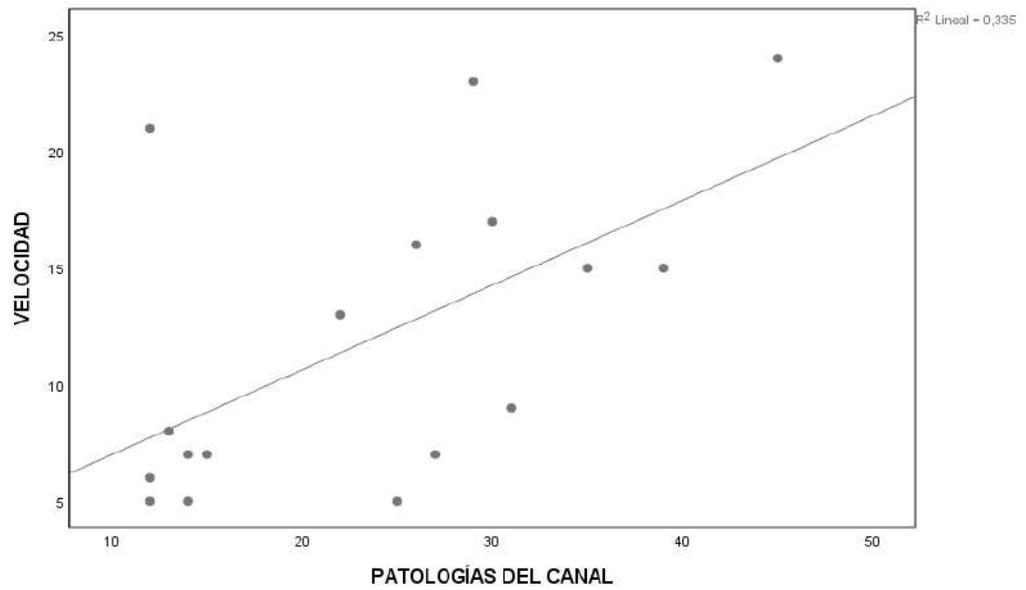
**Tabla 17**

*Correlación entre Velocidad y Patologías del canal*

			<b>Velocidad</b>	<b>Patologías del canal</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Velocidad</b>	Coefficiente de correlación	1.000	0.550
		Sig. (bilateral)		0.022
		N	17	17
	<b>Patologías del canal</b>	Coefficiente de correlación	0.550	1.000
		Sig. (bilateral)	0.022	
		N	17	17

**Nota.** Elaboración Propia

Por hallarse una significancia igual 0.022 y menor que el 5%, se adopta la (**H<sub>a</sub>**), es decir, existe relación entre la velocidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022. El grado de correlación Rho de Spearman es 0.550.



*Figura 14.* Correlación entre Velocidad y Patologías del canal

La presencia de un nivel correlacional positivo y moderado entre la velocidad y las patologías del canal, se ve confirmada al tenerse una poca aproximación de los puntos hacia la recta.

#### 4.2.4 Contratación de la tercera hipótesis específica:

##### I. Hipótesis:

**H<sub>0</sub>**: No existe relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

**H<sub>1</sub>**: Existe relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.

##### II. Criterios:

- Si  $(p) > 0.05$ , se admite la (**H<sub>0</sub>**).
- Si  $(p) < 0.05$ , se admite la (**H<sub>a</sub>**).

##### III. Aplicación del SPSS v25:

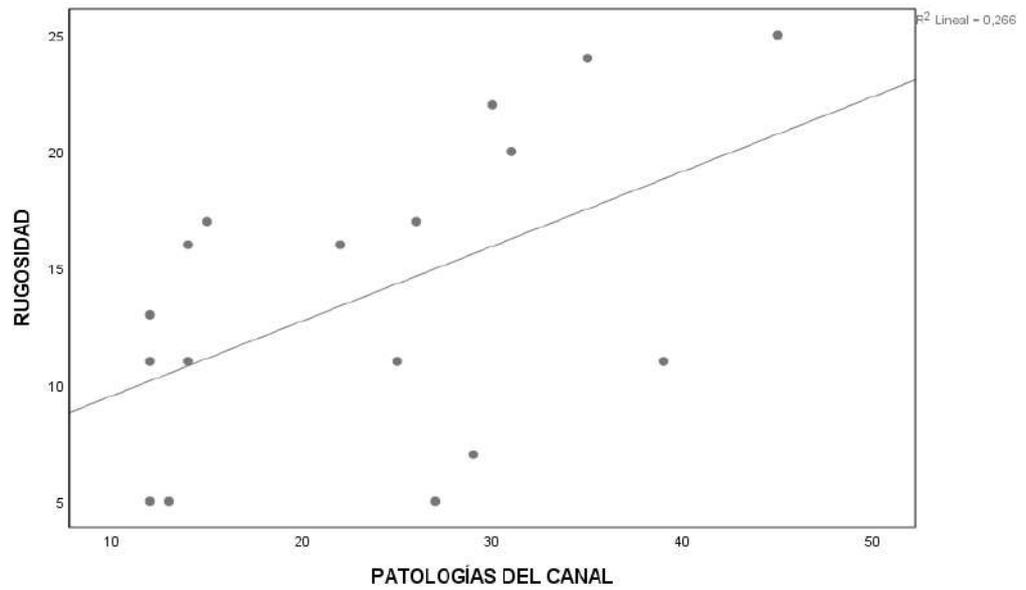
**Tabla 18**

*Correlación entre Rugosidad y Patologías del canal*

			<b>Rugosidad</b>	<b>Patologías del canal</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Rugosidad</b>	Coeficient. de correlación	1.000	0.518
		Sig. (bilatral)		0.033
		N	17	17
	<b>Patologías del canal</b>	Coeficient. de correlación	0.518	1.000
		Sig. (bilatral)	0.033	
		N	17	17

**Nota.** Elaboración Propia

Por hallarse una significancia igual 0.033 y menor que el 5%, se adopta la (**H<sub>a</sub>**), es decir, existe relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022. El grado de correlación Rho de Spearman es 0.518.



*Figura 15.* Correlación entre Rugosidad y Patologías del canal

La presencia de un nivel correlacional positivo y moderado entre la rugosidad y las patologías del canal, se ve confirmada al tenerse una poca aproximación de los puntos hacia la recta.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 Discusión de resultados

Al tenerse una relación entre el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, con un valor Rho de Spearman igual a 0.649. Se explica que este resultado mantiene afinidad con Sinche (2018) y lo manifestado en su tesis “*Comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas – canal de San Lorenzo – Jauja, 2017*”, donde estudió la incidencia del tipo de revestido en el comportamiento hidráulico de flujo, esclareciendo que, a un mayor caudal, mayor será el flujo y la velocidad hidráulica.

Al confirmarse la relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías de aquel canal de riego, con un valor Rho de Spearman igual a 0.745. Se explica que dicho resultado se complementa con Gálvez (2019) y lo encontrado en su tesis “*Pariacaca Pampamarca entre las progresivas 0+400 km – 1+400 km del caserío de Pariacaca, distrito y provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2019*”, donde concluyó que el nivel de afección es moderado y la patología de la grieta es la que influye sobre el régimen de funcionamiento del caudal.

Al confirmarse la relación entre la velocidad en el comportamiento hidráulico y las patologías de aquel canal de riego, con un valor Rho de Spearman igual a 0.550. Se explica que dicho resultado se complementa con Palomino (2021) y lo hallado en su tesis “*Comportamiento hidráulico de flujos en canales de riego por cambios de rugosidad en zonas Altoandinas, Canal de Huajaqui, Cusco*”, ya que la relación entre

ambas variables es fuerte, indicando que a un mayor coeficiente de rugosidad, menor será la velocidad del flujo del canal, mostrando además que, los valores de rugosidad obtenidos estaban entre 0,040 y 0,063, y la velocidad estaba entre 0,59 y 0,73 m/s.

Por último, al confirmarse la relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías de aquel canal de riego, con un valor Rho de Spearman igual a 0.518. Se explica que dicho resultado se complementa con Loayza y Meza (2022) y lo obtenido en la tesis “*Comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad canal Molino, Mito, Junin-2021*”, donde concluyeron que el comportamiento hidráulico en áreas de canales entubados y no entubados es subcrítico ( $F < 1$ ), ya que la velocidad media en el canal revestido oscila de 0,73 m/s a 0,268 m/s, mientras que en el otro oscila de 0,368 m/s a 0,167 m/s.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Se ha validado la relación entre el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022, con un valor Rho de Spearman igual a 0.649. Se concluye que, los cálculos llevados a cabo sobre el caudal, la velocidad, y la rugosidad de dicho canal de riego, resultan ser insuficientes para la conservación y perduración de esta infraestructura hidráulica, y, por ende, la facultad de afrontar ante fenómenos mecánicos y fenómenos físicos, resultar ser mesurada.

También, se ha validado la relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías de aquel canal de riego, con un valor Rho de Spearman igual a 0.745. Se agrega que, se ha obtenido una viabilidad regular técnica con el cálculo máximo y mínimo del caudal, ya que la presión del agua y las dimensiones de infraestructura no lograron ser tomadas en cuenta dentro de los anteriores estudios realizados sobre el comportamiento hidráulico.

Asimismo, se ha validado la relación entre la velocidad en el comportamiento hidráulico y las patologías de aquel canal de riego, con un valor Rho de Spearman igual a 0.550. Se agrega que, se ha obtenido una viabilidad regular técnica con el cálculo máximo y mínimo de la velocidad, ya que las curvas de infraestructura, las obras de arte, y el diseño del canal, tampoco lograron ser tomadas en cuenta dentro de los anteriores estudios sobre el comportamiento hidráulico.

Y se ha validado la relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías de aquel canal de riego, con un valor Rho de Spearman igual a 0.518. Se agrega que, gracias a las observaciones realizadas, se pudo identificar que el desgaste de la superficie, las estimaciones promedias, y los revestimientos de concreto de cada tramo, fueron parcialmente consideradas en el cálculo de la rugosidad del canal.

## **6.2 Recomendaciones**

Tras los hallazgos sobre el canal de riego de Santa Rosa y la visualización de los especialistas sobre los puntos tratados, recomiendo a las autoridades del distrito de Aquia, la programación de mantenimientos continuos y limpieza sobre este canal, de manera que se garantice su buen estado y funcionamiento. Aquello, implicaría las remociones de sedimentos, vegetaciones, u otros materiales que obstruyan el flujo del agua, o que permitan el surgimiento de ciertas patologías.

Sugiero un mayor control de la vegetación excesiva sobre el canal de riego, ya que esto puede significar una amenaza para el transporte depurado del agua. Además, sugiero que se mantenga controlada las erosiones sobre las orillas del canal, que no solo permiten el colapso de las paredes, sino que también dañan negativamente en la entrada de sedimentos al canal.

Es necesario la pronta reparación de fugas y grietas del canal, mediante inspecciones regulares, donde se identifique y se repare de manera oportuna estas anomalías, a fin de prevenir mayores riesgos a futuro. Para ello, se podrán emplear técnicas de sellado y materiales de calidad que aseguren una reparación duradera.

Finalmente, se debe de considerar la realización de controles sobre la erosión en el lecho del canal, por medio de técnicas y herramientas de estabilización de lechos, ya sea por algún revestimiento con concreto o por un material impermeable, y por medio de vegetaciones adecuadas que protejan el suelo. Todo ello, permitirá que el canal mantenga un mínimo erosionar y una sección transversal bajo cuidado.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS

#### 7.1 Fuentes documentales

- Loayza, L. y Meza, C. (2022) *Comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad canal Molino, Mito, Junín - 2021* [Tesis de Titulo, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11467>
- Sinche, D. (2018) *Comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas - canal de San Lorenzo - Jauja, 2017* [Tesis de Titulo, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5048>
- Gálvez, E. (2019) *Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Pariacaca Pampamarca entre las progresivas 0+400 Km – 1+400 Km del caserío de Pariacaca, distrito y provincia de Carhuaz, departamento de Ancash - 2019* [Tesis de Titulo, Universidad Católica los Ángeles Chimbote]. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/13891>
- Palomino, A. (2021) *Comportamiento hidráulico de flujos en canales de riego por cambios de rugosidad en zonas Altoandinas, Canal de Huajaqui, Anta, Cusco 2021* [Tesis de Titulo, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92874>
- Rojas, R. (2021) *Comportamiento del flujo en canales abiertos por cambios de rugosidad – canal Sahuinto, Abancay, Apurímac, 2021* [Tesis de Titulo, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83130>
- Castellanos, H. Collazos, C. Farfán, J. y Meléndez, F. (2017). Diseño y Construcción de un Canal Hidráulico de Pendiente Variable. *Información tecnológica*, 28(6), 103-114. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000600012>

- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. DOI 10.15517/REVEDU.V33I1.538
- Díaz, V. y Calzadilla, A. (2016). Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(1), 115-121. <https://dx.doi.org/10.12804/revsalud14.01.2016.10>
- Rodríguez, P. y Saldarriaga, S. (2020) *Evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego T-52, de la comisión de usuarios El Algarrobo Valle Hermoso, sector La Peñita, distrito de Tambogranden – Piura. Revisión sistemática* [Tesis de Bachiller, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24917>
- Baca, B. (2019) *Estudio de la fuerza específica, energía específica y flujo crítico en canales abiertos* [Tesis de Título, Universidad De San Carlos De Guatemala]. <https://core.ac.uk/download/pdf/326018539.pdf>
- Roa, J. Morán, O. y Rizo, M. (2020). Filosofía, ciencia y pensamiento. Una mirada al pasado para entender nuestra realidad. *Revista Científica de FAREM-Esterlí*, (34), 215-223. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i34.10018>
- Maldonado, C. (2020). Saber vivir bien es un asunto de la Filosofía. *Revista de la Unidad de Investigación de la Facultad de Economía de la UNSA*, 37-44. DOI: 10.48168/cc022021-004
- Martínez, H. (2015). La familia: una visión interdisciplinaria. *Revista Médica Electrónica*, 35(5), 523-534. <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v37n5/rme110515>
- Mejía, V. (2011). Le Corbusier: la arquitectura como proyecto de mundo. Aproximación a una filosofía de la arquitectura. *Revista de Arquitectura*, 13, 66-72. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/770/950>

Sampieri, R. (2014). Sesión 6 Hernández Sampieri Metodología de la investigación 5ta Edición (M. T. Catellanos (ed.); Mc Grw Hil). <https://doi.org/-> ISBN 978-92-75-32913-9

Montes, G. (2000). Metodología y Técnicas de Diseño y Realización de Encuestas en el Área Rural. *Revista Escielo*, (21), 39-50. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0040-29152000000100003](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29152000000100003)

## 7.2 Fuentes bibliográficas

Rodríguez, P. (2008). *Hidraulica II*.

Ñaupas, H. Mejía, E. Novoa, E. y Villagómez, A. (2013). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.

Mousalli, G. (2015). *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa*. Mérida. [https://www.researchgate.net/profile/GloriaMousalli/publication/303895876\\_Metodos\\_y\\_Disenos\\_de\\_Investigacion\\_Cuantitativa/links/575b200a08ae414b8e4677f3/Metodos-y-Disenos-de-Investigacion-Cuantitativa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/GloriaMousalli/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa/links/575b200a08ae414b8e4677f3/Metodos-y-Disenos-de-Investigacion-Cuantitativa.pdf)

Kerlinger, F. (1979). *Investigación de comportamiento*. <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>

Aguilar, F. Joaqui, D. Bolaños, R. Moreno, J. Mena, A. Higuera, E. Baldeón, J. Villamar, J. López, L. y Avilés, M. (2020). *Filosofía de la innovación y de la tecnología educativa*. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19512/4/FILOSOFIA%20DE%20LA%20INNOVACION%20I.pdf>

Villon, M. (2007). *Hidráulica de canales*. Editorial Villon.

## 7.3 Fuentes hemerograficas

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO.  
(2022). *Agua*. <https://www.fao.org/water/es/>

Ministerio de Agricultura y Riego – MIDAGRI. (2009). *Plan Estratégico Regional Agrario 2009-2015 Region Ancash*.  
[https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes\\_estrategicos\\_regionales/ancash.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/ancash.pdf)

Fuentes electrónicas.

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	METODOLOGIA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es la relación entre el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Identificar la relación entre el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Existe relación entre el comportamiento hidráulico y patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.</p>	<p><b>Variable 1</b></p> <p>Comportamiento Hidráulico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal</li> <li>- Velocidad</li> <li>- Rugosidad</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> No experimental</p> <p><b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativa</p> <p><b>Población:</b> 17 especialistas</p> <p><b>Muestra:</b> 17 especialistas</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es la relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Identificar la relación entre el caudal del comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>Existe relación entre el caudal en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.</p>	<p><b>Variable 2</b></p> <p>Patologías del canal</p>		
<p>¿Cuál es la relación entre las velocidades en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022?</p>	<p>Identificar la relación entre las velocidades del comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.</p>	<p>Existe relación entre la velocidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.</p>			
<p>¿Cuál es la relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022?</p>	<p>Identificar la relación entre la rugosidad del comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.</p>	<p>Existe relación entre la rugosidad en el comportamiento hidráulico y las patologías del canal de riego en Santa Rosa, Aquia, Áncash, 2022.</p>			

Anexo 2: Instrumento para la toma de datos

**CUESTIONARIO DE ENCUESTA VARIABLE N° 01**

Área de trabajo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_.

**I. PRESENTACION:** el tesista, .....de la EP.....ha desarrollado la tesis titulada: ..... Por tanto, es importante que usted anónimamente nos facilite sus puntos de vista a los factores o aspectos más importantes considerados.

**II. INSTRUCCIONES:**

- 2.1. La información que Ud. nos brinde es personal, sincera y anónima.
- 2.2. Marque con un aspa (x) sólo una de las respuestas de cada pregunta, que Ud. considere la opción correcta.
- 2.3. Debe contestar todas las preguntas.

**III. ASPECTOS GENERALES:**

- 3.1. Género             Masculino             Femenino
- 3.2. Edad                             18 a 23 años             24 a 28 años             29 a 33 años  
 34 a 38 años             39 a 43 años             44 a más años

Escala de Calificación				
1	2	3	4	5
Muy en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo
PATOLOGIAS DEL CANAL				
FENOMENOS MECANICOS			FENOMENOS FISICOS	
(1 a 05)			(06 a 10)	

I: FENOMENOS MECANICOS					Calificación				
N°	Items				1	2	3	4	5

01	Las grietas y fisuramientos detectados tienen comportamiento de patologías de canal.					
02	Los desprendimientos del canal forman parte de la patología del mismo.					
03	La sedimentación en el canal se debe a ciertas patologías que existe.					
04	En el canal de estudio hay fragmentaciones que se estipulan como patologías del canal.					
05	Las patologías de canales se dan por motivos constructivos, de mantenimiento, diseño.					

II: FENOMENOS FISICOS		Calificación				
Nº	Ítems	1	2	3	4	5
06	La humedad encontrada en el canal obedece a una patología.					
07	La construcción del canal por las condiciones ambientales genera patologías.					
08	El diseño del canal no ha sido el adecuado bajo las condiciones ambientales del lugar.					
09	La pendiente del canal influye en su patología.					
10	El exceso de precipitación influye en la patología del canal.					

### **CUESTIONARIO DE ENCUESTA VARIABLE N°02**

Escala de Calificación				
1	2	3	4	5
Muy en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo
COMPORTAMIENTO HIDRAULICO				
Caudal	Velocidad		Rugocidad	
(11 a 15)	(16 a 20)		(21 a 25)	

<b>I: CAUDAL</b>		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Items</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
11	El cálculo del caudal mínimo técnicamente es viable en el canal.					
12	El caudal máximo es el adecuado para el canal					
13	El cálculo del caudal está en función al dimensionamiento del canal.					
14	El cálculo del caudal ha sido determinado con la presión adecuad del agua.					
15	El para el cálculo del caudal del canal ha sido usado el tirante del canal de forma adecuada.					

<b>II: VELOCIDAD</b>		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Items</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
16	El cálculo de velocidad máxima técnicamente es el adecuado para el canal.					
17	El cálculo de velocidad mínima técnicamente es el adecuado para el canal.					
18	Se ha considerado las curvas de canal para determinar la máxima y mínima velocidad.					
19	Para el cálculo de la velocidad se ha considerado obras de arte (caídas, rápidas, pantallas,) para determinar la velocidad.					
20	Para el cálculo de la máxima y mínima velocidad se ha tomado en cuenta el diseño del canal.					

<b>I: RUGOCIDAD</b>		<b>Calificación</b>				
<b>N°</b>	<b>Items</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
21	El cálculo de la rugosidad del canal está dentro de la estimación promedio.					
22	Se han determinado adecuadamente los puntos donde se tomaron las velocidades para analizar su rugosidad.					
23	Las variaciones de rugosidad de concreto se deben a que el canal se encuentra fisuran en donde el caudal de agua varia.					
24	En la rugosidad del canal se ha considerado que algunos tramos no cuentan con el revestimiento adecuado de concreto					
25	El cálculo de desgaste de superficie es el adecuado.					

## COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO

### 1. Baremación de la Primera Variable:

- Máxim.:  $15(3) = 45$
- Mínim.:  $15(1) = 15$
- Rang: Máxim. – Mínim.  $\rightarrow R = 45 - 15 = 30$
- Numero de intervalos: 3
- Tamaño del intervalo:  $A = R/3 \rightarrow 30/3 = 10$

#### A. Baremación de la D1 de la V1: Caudal

- Máxim.:  $5(3) = 15$
- Mínim.:  $5(1) = 5$
- Rang: Máxim. – Mínim  $\rightarrow R = 15 - 5 = 10$
- Numero de intervalos: 3
- Tamaño del intervalo:  $A = R/3 \rightarrow 10/3 = 3.333$

#### B. Baremación de la D2 de la V1: Velocidad

- Máxim.:  $5(3) = 15$
- Mínim.:  $5(1) = 5$
- Rang: Máxim. – Mínim  $\rightarrow R = 15 - 5 = 10$
- Numero de intervalos: 3
- Tamaño del intervalo:  $A = R/3 \rightarrow 10/3 = 3.333$

#### C. Baremación de la D3 de la V1: Rugosidad

- Máxim.:  $5(3) = 15$
- Mínim.:  $5(1) = 5$
- Rang: Máxim. – Mínim  $\rightarrow R = 15 - 5 = 10$
- Numero de intervalos: 3
- Tamaño del intervalo:  $A = R/3 \rightarrow 10/3 = 3.333$

## PATALOGÍAS DEL CANAL

### 1. Baremación de la Segunda Variable:

- Máxim.:  $10(3) = 30$
- Mínim.:  $10(1) = 10$
- Rang: Máxim. – Mínim  $\rightarrow R = 30 - 10 = 20$
- Numero de intervalos: 3
- Tamaño del intervalo:  $A = R/3 \rightarrow 20/3 = 6.667$

#### A. Baremación de la D1 de la V2: Fenómenos mecánicos

- Máxim.:  $5(3) = 15$
- Mínim.:  $5(1) = 5$

- Rang: Máxim. – Mínim  $\rightarrow R= 15-5= 10$
- # de intervalos: 3
- Tamaño del intervalo:  $A = R/3 \rightarrow 10/3= 3.333$

**B. Baremación de la D2 de la V2: Fenómenos físicos**

- Máxim.:  $5(3) = 15$
- Mínim.:  $5(1) = 5$
- Rang: Máxim. – Mínim  $\rightarrow R= 15-5= 10$
- # de intervalos: 3
- Tamaño del intervalo:  $A = R/3 \rightarrow 10/3= 3.333$

Anexo 4 : Base de Datos

<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>
22	13	9	8	5	6	7
54	35	15	15	24	18	17
16	12	6	5	5	6	6
21	27	9	7	5	12	15
41	22	12	13	16	13	9
67	45	18	24	25	23	22
24	12	5	6	13	7	5
39	39	13	15	11	25	14
26	14	8	7	11	8	6
35	15	11	7	17	7	8
21	25	5	5	11	14	11
41	12	9	21	11	7	5
26	14	5	5	16	7	7
42	31	13	9	20	12	19
49	29	19	23	7	14	15
50	26	17	16	17	15	11
60	30	21	17	22	22	8