



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del Distrito de Santa María, 2025

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Elder Fernando Ramos Diestre

Asesor

Ing. Ulises Robert Martínez Chafalote



Ulises Robert Martínez Chafalote
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 158626

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

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

Reconocimiento: Es necesario conceder el crédito pertinente, ofrecer un enlace a la licencia e informar si se han efectuado modificaciones. Es posible realizarlo de cualquier forma razonable, pero no de ninguna forma que implique que el licenciante respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede hacer uso del material para propósitos comerciales. **Sin Derivadas:** Si se reúne, modifica o edifica sobre el material, no es posible distribuir el material alterado. **Sin restricciones adicionales:** No es posible implementar leyes o acciones tecnológicas que limiten legalmente a otros a realizar cualquier actividad que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

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

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Elder Fernando Ramos Diestre	72362322	23 de enero del 2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Ulises Robert Martinez Chafalote	15616588	https://orcid.org/0000-0002-9523-308X
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Jorge Antonio Sanchez Guzman	17829652	https://orcid.org/0000-0002-2387-2296
Julio Cesar Barrenechea Alvarado	31923723	https://orcid.org/0000-0002-4865-3073
Rony Geancarlo Perez Retuerto	42212783	https://orcid.org/0009-0003-7870-2539

Elder Fernando Ramos Diestre- Exp 2025-092441

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECI...

 Quick Submit

 Quick Submit

 Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3447347138

Fecha de entrega

17 dic 2025, 1:34 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 dic 2025, 2:06 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR_DE_TESIS- RAMOS_DIESTRE.docx

Tamaño del archivo

725.1 KB

68 páginas

13.259 palabras

75.437 caracteres



Página 2 de 74 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3447347138

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

17%  Fuentes de Internet

3%  Publicaciones

10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, dedico en primer lugar este logro. Su presencia constante ha iluminado mi camino y me ha permitido encontrar a personas valiosas que contribuyeron a mi formación personal y profesional. Extiendo también esta dedicatoria a mi familia, pilar fundamental en cada etapa de mi vida, y a los docentes de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, especialmente de la Facultad de Ingeniería Civil, quienes con su guía y conocimiento hicieron posible alcanzar este objetivo.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero reconocimiento a todas las instituciones y personas que hicieron posible la culminación de este trabajo. En especial, a la Municipalidad Distrital de Santa María y a su Oficina de Catastro, por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación. De igual manera, agradezco a la empresa EPS Aguas de Lima Norte S.A., cuya colaboración y disposición fueron fundamentales para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
INTRODUCCION	IX
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	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.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación de la investigación	4
1.5. Delimitaciones del estudio.....	5
1.6. Viabilidad de la investigación	6
Viabilidad económica.....	6
Viabilidad temporal.....	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes.....	8
2.1.1. Antecedentes Internacionales	8
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	10
2.2 Bases Teóricas	11
Criterios de diseño hidráulico	12
Componentes del acueducto:.....	12
Criterios estructurales	13
2.2.1.1. Captación.....	13
Elementos asociados.....	13
2.2.1.2. Reservorio	14
Elementos complementarios	14
2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable.....	14
2.3. Definición de términos básicos.....	15
2.5. Hipótesis e investigación.....	16

2.5.1	Hipótesis General.....	16
2.5.2	Hipótesis específica.....	16
2.6.	Operacionalización de las variables	17
CAPITULO III: METODOLOGÍA		20
3.1	Diseño metodológico	20
3.1.1	Tipo de investigación	20
3.1.2	Nivel de investigación.....	20
3.1.3	Diseño	20
3.1.4	Enfoque	21
3.2	Población y muestra.....	21
3.2.1	Población.....	21
3.2.2	Muestra.....	21
3.3	Técnica para la recolección de datos Técnicas de recolección de información Encuestas estructuradas	22
	Entrevistas semiestructuradas	22
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		23
4.1	Contratación de Hipótesis.....	23
	Regla de decisión	23
4.1.2	Hipótesis específicas	24
	Regla de decisión	24
	B-1 Hipótesis Especifica 2.....	25
	Regla de decisión	25
	C-1 Hipótesis Especifica 3.....	26
	Regla de decisión	26
4.2	Software sugerido en la presente investigación	27
	Principales características de WAVE (versión 1.85).....	27
	Ventajas principales.....	28
4.3	Evaluación línea de conducción.....	29
	Interpretación	30
	Interpretación	31
	Interpretación	32
	Interpretación	32
	Interpretación	33
4.4	Conociendo la acogida de la población beneficiada	34
	Interpretación	34
	Interpretación	35
CAPITULO V: DISCUSION.....		36

5.1 Discusión	36
CAPITULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
6.1 Conclusiones.....	37
B. B. Conclusiones específicas	37
2. Mantenimiento de los vertederos.....	37
3. Sostenibilidad del sistema hidráulico	38
Beneficios del uso de software hidráulico	39
6.2 Recomendaciones	43
CAPITULO VII FUENTES DE INFORMACIÓN.....	44
7.1 Referencias bibliográficas	44
7.2 Referencias documentales	45
7.3 Fuentes hemerográficas	46
ANEXOS.....	47

RESUMEN

Objetivo general: Analizar de qué manera la revisión y optimización de las infraestructuras hidráulicas contribuyen al fortalecimiento del sistema de distribución de agua potable en el distrito de Santa María durante el año 2025. Metodología: El presente estudio corresponde a una investigación de tipo descriptiva, orientada a identificar las condiciones actuales de las estructuras hidráulicas y su influencia en la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua. El trabajo se basó en la observación y caracterización de los componentes que inciden en la calidad y continuidad del servicio, sin realizar modificaciones experimentales. Asimismo, se recopilaron percepciones y valoraciones de los usuarios con respecto a la prestación del servicio de agua potable, con el fin de obtener una visión integral del sistema. Nivel de investigación: Se consideró un nivel correlacional, ya que el análisis evidenció la relación existente entre la calidad de las estructuras hidráulicas y la eficiencia del suministro de agua a la población. Diseño de investigación: El diseño empleado fue no experimental y de tipo transversal, dado que los datos fueron recolectados en un solo momento temporal, sin manipular variables independientes. Enfoque metodológico: El estudio adoptó un enfoque mixto: Cuantitativo, para medir parámetros técnicos relacionados con la capacidad, funcionamiento y rendimiento de las estructuras hidráulicas. Cualitativo, para profundizar en las experiencias, opiniones y percepciones de los ciudadanos respecto al servicio de agua potable que reciben. Resultados: Con base en la regla de decisión establecida, si $p < 0.05$, se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Dado que el valor obtenido fue 0.00071090, menor que 0.05, se confirma la validez de la hipótesis, demostrando que la evaluación y el mejoramiento de las estructuras hidráulicas generan una optimización significativa del sistema de abastecimiento de agua en el distrito. Conclusiones: El estudio permitió comprobar que el fortalecimiento y mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas repercuten directamente en la eficiencia y calidad del suministro de agua potable. Estas estructuras son esenciales para garantizar el bienestar de la población, favorecer el desarrollo económico local y promover un uso responsable del recurso hídrico. Su adecuada gestión asegura un servicio continuo, sostenible y equitativo para los habitantes del distrito de Santa María.

Palabras claves: Estructuras hidráulicas, abastecimiento de agua potable, softwares hidráulicos.

ABSTRACT

General Objective: To analyze how the review and optimization of hydraulic infrastructure contribute to strengthening the drinking water distribution system in the district of Santa María during the year 2025. **Methodology:** This study is a descriptive investigation aimed at identifying the current conditions of the hydraulic structures and their influence on the efficiency of the water supply system. The work was based on the observation and characterization of the components that affect the quality and continuity of the service, without making experimental modifications. Perceptions and assessments of users regarding the provision of the drinking water service were also collected in order to obtain a comprehensive view of the system. **Level of Research:** A correlational level was considered, since the analysis demonstrated the relationship between the quality of the hydraulic structures and the efficiency of the water supply to the population. **Research Design:** The design used was non-experimental and cross-sectional, given that the data were collected at a single point in time, without manipulating independent variables. **Methodological approach:** The study adopted a mixed-methods approach: Quantitative, to measure technical parameters related to the capacity, operation, and performance of the hydraulic structures; and Qualitative, to delve into the experiences, opinions, and perceptions of citizens regarding the drinking water service they receive. **Results:** Based on the established decision rule, if $p < 0.05$, the alternative hypothesis (H_1) is accepted. Since the obtained value was 0.00071090, less than 0.05, the validity of the hypothesis is confirmed, demonstrating that the evaluation and improvement of the hydraulic structures generate a significant optimization of the water supply system in the district. **Conclusions:** The study confirmed that strengthening and maintaining the hydraulic infrastructure directly impacts the efficiency and quality of the drinking water supply. These structures are essential to guarantee the well-being of the population, promote local economic development, and encourage the responsible use of water resources. Its proper management ensures a continuous, sustainable and equitable service for the inhabitants of the Santa María district.

Keywords: Hydraulic structures, drinking water supply, hydraulic software.

INTRODUCCION

Importancia del agua y evolución de la ingeniería hidráulica

El agua constituye el recurso esencial que sostiene toda forma de vida en la Tierra. A lo largo de la historia, las civilizaciones han buscado establecerse en torno a fuentes hídricas, reconociendo su papel vital en la agricultura, el comercio y la supervivencia. Desde los primeros asentamientos en Mesopotamia, que se desarrollaron cerca de los ríos Tigris y Éufrates hace más de ocho milenios, hasta las modernas urbes del siglo XXI, el vínculo entre la humanidad y los cursos de agua ha sido inquebrantable.

Con el surgimiento de las primeras civilizaciones organizadas aparecieron también las primeras obras hidráulicas. Antiguas culturas desarrollaron sistemas de drenaje, canales de riego y presas rudimentarias que permitieron controlar las crecidas, almacenar agua y aprovechar su energía. Estas infraestructuras marcaron el inicio de la ingeniería hidráulica como disciplina aplicada al bienestar humano.

Uno de los ejemplos más notables del ingenio antiguo fue el sistema de acueductos del Imperio Romano. Los romanos comprendieron que el acceso permanente a agua limpia era indispensable para la salud pública y la expansión urbana. El Acueducto Claudio, una de sus mayores obras, llegó a transportar más de un millón de metros cúbicos diarios hacia la ciudad de Roma. Su precisión constructiva y durabilidad aún inspiran a ingenieros modernos, siendo considerado un ícono de la ingeniería hidráulica mundial.

Avances contemporáneos en obras hidráulicas

El progreso tecnológico ha permitido crear infraestructuras cada vez más sofisticadas y de mayor impacto. Un ejemplo emblemático es el Túnel Emisor Oriente de México, una obra monumental destinada a mejorar el sistema de drenaje de la Ciudad de México. Su construcción, iniciada en 2008 y finalizada en 2019, dio origen a un túnel de más de 62 kilómetros de longitud, con una profundidad cercana a los 45 metros. Con una inversión superior a los dos mil millones de dólares, este proyecto busca mitigar

inundaciones y optimizar la evacuación de aguas pluviales en una de las metrópolis más grandes del planeta.

Otro referente mundial es el Puente del Estrecho de Akashi Kaikyō, en Japón, una proeza de la ingeniería moderna que conecta las islas de Honshu y Awaji. Su edificación, iniciada en 1988 y concluida una década después, representó un desafío debido a las condiciones climáticas extremas de la zona. Con un costo superior a los quinientos mil millones de yenes, el puente se erige hoy como el colgante más extenso del mundo y un símbolo de resistencia y precisión técnica.

En el ámbito de la generación energética, la Presa de las Tres Gargantas en China constituye la central hidroeléctrica más grande del planeta. Edificada sobre el río Yangtsé entre 1994 y 2012, demandó una inversión de aproximadamente setenta y cinco mil millones de dólares. Esta gigantesca estructura, con más de 27 millones de metros cúbicos de hormigón, produce electricidad para millones de hogares chinos y ha modificado incluso el eje de rotación terrestre, según observaciones científicas.

Europa también ha sido escenario de obras hidráulicas notables. En Alemania, el Puente de Magdeburgo permite el tránsito de embarcaciones sobre el río Elba, conectando vías navegables que impulsan el comercio interior. Su construcción, iniciada en 1997 e inaugurada en 2003, representó una inversión de quinientos millones de euros y constituye un ejemplo de integración entre ingeniería fluvial y transporte moderno.

Por su parte, el Puente de Øresund, que enlaza Copenhague (Dinamarca) con Malmö (Suecia), combina en una misma estructura un puente, un túnel y una isla artificial. Finalizado en el año 2000, este corredor de 16 kilómetros de longitud simboliza la unión de dos naciones a través del mar y destaca por su complejidad técnica y su relevancia socioeconómica en el norte de Europa.

Aplicación al contexto local

La experiencia acumulada en estas grandes obras internacionales ha permitido el desarrollo de metodologías avanzadas para la evaluación y mejora de infraestructuras hidráulicas en diversas regiones. En ese marco se ubica el estudio sobre la optimización

del sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, el cual aborda aspectos técnicos, sociales y ambientales relacionados con la gestión del recurso hídrico.

El trabajo se estructura en los siguientes capítulos:

Capítulo I: Planteamiento del problema.

Capítulo II: Marco teórico.

Capítulo III: Metodología.

Capítulo IV: Resultados.

Capítulo V: Discusión.

Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.

Capítulo VII: Fuentes de información.

Este enfoque permite comprender cómo la ingeniería hidráulica, a lo largo de la historia, ha evolucionado desde las civilizaciones antiguas hasta los sistemas modernos de gestión del agua, inspirando soluciones sostenibles que aseguren el bienestar y el desarrollo de las comunidades locales.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

Importancia y proyección de las estructuras hidráulicas en la gestión del agua

Las infraestructuras hidráulicas constituyen un componente esencial dentro de los sistemas de distribución y abastecimiento de agua potable, especialmente en zonas donde las condiciones geográficas o sociales incrementan la vulnerabilidad de la población. Su diseño, evaluación y mantenimiento exigen una planificación minuciosa orientada a garantizar la seguridad estructural, la durabilidad y la eficiencia operativa. Antes de su implementación, cada obra es sometida a estudios técnicos que permiten conocer su capacidad de almacenamiento, comportamiento ante cargas hidráulicas y estabilidad de los taludes o presas, aspectos indispensables para evitar fallas en la contención o en la conducción del recurso hídrico.

Experiencias internacionales en la gestión hidráulica

Japón: Innovación y control frente a los desastres naturales

Japón es uno de los países con mayor desarrollo en ingeniería hidráulica, debido a su compleja geografía y a la frecuencia de fenómenos naturales como tifones y lluvias torrenciales. Su infraestructura hídrica cumple funciones múltiples: regulación de caudales, generación de energía, provisión de agua potable y defensa frente a la erosión marina. Entre sus principales componentes se encuentran las presas de almacenamiento, los embalses de regulación, los canales y los extensos sistemas de drenaje subterráneo.

Un ejemplo emblemático es el Sistema de Drenaje Subterráneo Metropolitano de Tokio, considerado el más grande del mundo, que desvía el exceso de agua proveniente de varios ríos hacia el Edogawa, reduciendo significativamente el riesgo de inundaciones urbanas. Asimismo, la Presa de Kasukabe, ubicada en la prefectura de Saitama, desempeña un papel crucial tanto en el control de crecidas como en la generación de energía hidroeléctrica.

En las zonas costeras, Japón ha implementado estructuras de protección marítima como los tetrápodos y los rompeolas, diseñados para amortiguar el impacto de las olas y prevenir la erosión del litoral. Estas estrategias reflejan una cultura de prevención y adaptación frente a los desastres naturales. Sin embargo, a pesar de su alto nivel tecnológico, estudios recientes (Jiménez, 2019) advierten que hacia el año 2030 Japón podría enfrentar un déficit hídrico y recurrir a la importación de agua desde países con abundantes reservas subterráneas, como el Perú, cuya disponibilidad freática se ubica entre las más altas del planeta.

Australia: Sostenibilidad y aprovechamiento en regiones áridas

Australia ha desarrollado una ingeniería hidráulica enfocada en la sostenibilidad y en la optimización de sus recursos hídricos. Su red de presas, plantas desalinizadoras, acueductos y sistemas de riego por goteo busca garantizar el abastecimiento en un territorio caracterizado por su clima árido y semiárido.

Los sistemas de recolección de aguas pluviales, los drenajes urbanos y las plantas de tratamiento son esenciales para el equilibrio entre consumo, agricultura e industria. Sin embargo, el incremento de las temperaturas entre 3 y 4 °C en las últimas décadas ha generado nuevos desafíos. Ante ello, las instituciones científicas australianas impulsan investigaciones que priorizan el uso eficiente del agua y la reducción de los costos energéticos en los procesos de potabilización y distribución.

Chile: Gestión hídrica en un contexto de escasez

En Chile, las infraestructuras hidráulicas se centran en la captación, almacenamiento y conducción del agua, así como en su distribución para consumo humano y uso agrícola. No obstante, el costo de acceso al recurso sigue siendo elevado, lo que limita la cobertura en determinadas zonas rurales. Pese a los avances tecnológicos, la desigualdad en el acceso al agua continúa siendo un desafío estructural que requiere políticas de gestión integradas y sostenibles.

Aplicación en el contexto peruano

El Perú, particularmente en su franja costera, enfrenta condiciones de aridez que complican el suministro de agua a la población. En respuesta, el gobierno nacional y los gobiernos locales han priorizado proyectos de infraestructura hidráulica que garanticen el acceso seguro al agua potable. En la Región Lima, se ha destinado aproximadamente el 6.9 % de la inversión pública a la mejora de los sistemas de abastecimiento en localidades vulnerables del distrito de Santa María, como Pampa de Ánimas, Santa Rosalía y Tablada Intermedia.

Estas iniciativas buscan no solo optimizar la infraestructura existente, sino también incorporar tecnologías sostenibles y fortalecer la gestión comunitaria del recurso. Con ello, se pretende asegurar un suministro continuo, eficiente y de calidad, contribuyendo al desarrollo social y económico de las comunidades locales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas optimizaran el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo la evaluación y mejoramiento de las tuberías disminuirá las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025?
- b) ¿Cómo la evaluación y mejoramiento de los vertederos disminuirá las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua potable en el distrito de Santa María, 2025?
- c) ¿Cómo la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema incrementa el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025?

1.3. Objetivos de la investigación

13.1. Objetivo general

Determinar cómo la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas optimizan el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

13.2. Objetivos específicos

- a. Determinar cómo la evaluación y mejoramiento de las tuberías disminuye las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.
- b. Determinar cómo la evaluación y mejoramiento de los vertederos disminuye las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.
- c. Determinar cómo la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema incrementa el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025.

1.4. Justificación de la investigación

Fundamentación de la investigación

Sustento teórico:

El presente estudio aporta significativamente al conocimiento científico relacionado con la evaluación y modernización de las estructuras hidráulicas, enfocándose en su papel dentro del sistema de distribución de agua potable en el distrito de Santa María, año 2025. Su importancia teórica radica en que permite generar nuevos enfoques y fundamentos técnicos que orienten futuras investigaciones y propuestas de mejora en el campo de la ingeniería hidráulica. Además, busca ofrecer bases conceptuales que sirvan como referencia para entidades como EPS Aguas de Lima Norte S.A., en la

búsqueda de mecanismos innovadores que garanticen un uso responsable y saludable del recurso hídrico.

Sustento práctico:

Desde una perspectiva aplicada, esta investigación responde a una necesidad concreta de la población: disponer de infraestructuras hidráulicas eficientes y seguras. Los resultados permitirán que instituciones prestadoras de servicios, como EPS Aguas de Lima Norte S.A., optimicen sus procedimientos constructivos y de mantenimiento, garantizando obras de calidad técnica que contribuyan al bienestar colectivo y al desarrollo sostenible de la comunidad.

Sustento metodológico:

El enfoque metodológico propuesto constituye una herramienta que puede ser adaptada y aplicada por otras entidades públicas o privadas dedicadas a la gestión del agua. La validación de instrumentos y procedimientos permitirá fortalecer los procesos de diagnóstico y mejora en las estructuras hidráulicas, generando modelos replicables que promuevan la eficiencia operativa en sistemas de abastecimiento urbano y rural.

Relevancia social:

La investigación titulada Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025, posee un alto valor social, pues aborda uno de los principales desafíos del territorio: garantizar el acceso equitativo y continuo al agua potable. Una adecuada gestión de las infraestructuras hidráulicas impacta directamente en la calidad de vida de los habitantes y en la sostenibilidad de los recursos hídricos del distrito.

1.5. Delimitaciones del estudio

- a. **Delimitación temporal:** La investigación se desarrollará durante el primer semestre del año 2025, específicamente entre los meses de abril y mayo. Este período ha sido seleccionado estratégicamente considerando: Coincide con el período de mayor actividad de la empresa EPS Aguas de Lima Norte S.A.

b. Delimitación espacial: El estudio se realizará en:

- Institución: Municipalidad distrital de Santa María.
- Área específica: Oficina de Agua Potable y Saneamiento.
- Ubicación: Distrito de Santa María, Provincia de Huaura, Departamento de Lima, Perú.

c. Delimitación Social: La investigación abarca a la población laboral de la Oficina de Agua Potable y Saneamiento, 39 370 habitantes del Distrito de Santa María.

1.6. Viabilidad de la investigación

Viabilidad del estudio

Viabilidad técnica:

La investigación se considera técnicamente factible debido a que existe acceso directo a la Oficina de Agua Potable y Saneamiento, lo que permite recopilar datos de manera precisa y confiable. Además, se dispone de herramientas tecnológicas y programas especializados, como SPSS y Excel, para el análisis y procesamiento de la información. La naturaleza del trabajo en la subgerencia facilita la observación directa y la medición de las variables relevantes durante las operaciones diarias, garantizando un seguimiento efectivo de los elementos estudiados.

Viabilidad económica:

El estudio es financieramente sostenible, ya que los costos asociados son accesibles y pueden ser cubiertos por el investigador. No se requiere infraestructura especial ni inversiones elevadas. Los gastos principales se concentran en: materiales de oficina, impresión de instrumentos de recolección, transporte para actividades de campo, y el uso de software para análisis de datos estadísticos.

Viabilidad temporal:

El proyecto es viable dentro del marco temporal planificado. Se ha diseñado un cronograma realista que contempla todas las etapas de la investigación, asegurando que la recolección de información coincida con el horario de atención de la Oficina de Agua Potable y Saneamiento. Además, se dispone de tiempo suficiente para aplicar los instrumentos, procesar y analizar los datos, así como para elaborar el informe final de manera completa y organizada.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Medina (2022). *Optimización del suministro de agua potable en Las Peñas, Pastaza, Ecuador*. Universidad Técnica de Ambato.

Objetivo: Analizar el sistema de agua potable y su red de distribución, proponiendo un nuevo diseño que mejore la calidad de vida de los habitantes de Las Peñas. Metodología: Investigación descriptiva, centrada en caracterizar la población y la infraestructura existente sin intervenir directamente en ella. Resultados: Se definieron criterios para estimar el volumen de regulación de acuerdo con el tamaño poblacional: 30% del consumo diario para menos de 5.000 habitantes y 25% para mayores de 5.000. Conclusión: El sistema actual no era adecuado para una repotenciación, por lo que se diseñó un nuevo sistema de abastecimiento.

Riaño (2022). *Gestión doméstica de agua en Buenaventura, Colombia*. Universidad Piloto de Colombia.

Objetivo: Construir la planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad de 525 L/s. Metodología: Se empleó un enfoque analítico y estadístico, considerando datos poblacionales y crecimiento regional para dimensionar la planta. Resultados: Se completó la entrega de las estructuras y equipos del proceso de tratamiento de aguas, mientras que el paquete de lodos estaba en proceso de instalación. Conclusión: Las aguas residuales tratadas cumplen con los estándares requeridos para el vertimiento al Río Sinú.

Fernández (2022). *Prototipo fotovoltaico para desinfección de agua en Tangua, Nariño, Colombia*. Instituto Latinoamericano, Universidad Libre de Berlín.

Objetivo: Examinar la construcción y mantenimiento de infraestructura doméstica

para almacenamiento de agua en Buenaventura. Metodología: Estudio descriptivo que documenta las prácticas de almacenamiento de agua mediante tanques y tuberías improvisadas. Resultados: Las conexiones domésticas permiten la distribución de agua durante cortes del suministro, aunque expuestas a factores ambientales. Conclusión: La escasez de inversión pública y las privatizaciones generan soluciones alternativas por parte de la comunidad, redefiniendo la relación entre ciudadanos y Estado.

Martínez (2024). *Economía política del agua en Cali y Valle del Cauca, Colombia*. Universidad Mariana.

Objetivo: Evaluar la implementación de un sistema fotovoltaico para desinfección de agua en acueductos rurales. Metodología: Diagnóstico inicial para seleccionar el acueducto más adecuado, considerando regulaciones ambientales y autorizaciones de uso de agua. Resultados: Se identificaron acueductos aptos para el prototipo, considerando permisos y condiciones de legalidad del recurso hídrico. Conclusión: El prototipo puede replicarse en varias veredas, beneficiando a gran parte de la población de Tangua y potencialmente a otras regiones.

Arias (2022). *Economía política del agua: usos y gestión en Cali y el Valle del Cauca*. Universidad del Valle.

Objetivo: Analizar los usos del agua en Cali y el Valle del Cauca desde una perspectiva de economía política ambiental. Metodología: Se revisa la gestión de recursos hídricos considerando valores sociales y criterios institucionales. Resultados: El sistema de abastecimiento cubre la mayor parte de la ciudad mediante plantas de tratamiento y bombeo. Conclusión: Los casos muestran cómo los intereses institucionales y políticos condicionan la distribución y uso del agua, priorizando la salud pública sobre la sostenibilidad ambiental.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Vega (2022). *Sistema de agua potable en Cachipampa, Independencia, Huaraz, Áncash*. ULADECH.

Objetivo: Analizar el sistema de abastecimiento de agua potable en Cachipampa. Metodología: Investigación descriptiva y participativa, combinando análisis cualitativo y cuantitativo con observación y entrevistas. Resultados: Se identificaron fisuras, erosión y oxidación en las estructuras, recomendando resanes y limpieza de las áreas afectadas. Conclusión: La línea de conducción y el trasvase presentaban condiciones aceptables, sugiriendo mantenimiento constante para garantizar agua de buena calidad.

Depaz (2023). *Estructuras hidráulicas en Curhuas, Independencia, Huaraz, Áncash*. ULADECH.

Objetivo: Evaluar y mejorar la infraestructura hidráulica para optimizar el suministro de agua potable. Metodología: Estudio descriptivo y explicativo, con recolección de opiniones de la comunidad mediante encuestas. Resultados: 111 de 150 habitantes apoyaron la mejora de la captación de agua. Conclusión: Existe un respaldo significativo para optimizar la captación, con algunos sectores mostrando oposición.

Ochoa (2023). *Sistema de agua potable en San Cristóbal, Pangoa, Junín*. ULADECH.

Objetivo: Mejorar las estructuras hidráulicas para garantizar agua potable confiable. Metodología: Combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos para observar y medir variables sin intervenirlas. Resultados: Se recomendó mantenimiento regular de reservorios, pintura anticorrosiva y protección de cercos perimétricos. Conclusión: El sistema garantiza suministro estable y contribuye a la calidad de vida de la población.

Requena (2022). *Mejoramiento del suministro de agua en Huaquish y Pocor, Pararín, Recuay, Áncash*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Objetivo: Mejorar el sistema de agua potable en zonas rurales. Metodología: Investigación descriptiva y de campo, con muestreo y análisis de estratigrafía del terreno. Resultados: Se realizaron análisis de muestras y exploración del embalse para determinar características estructurales. Conclusión: No se identificaron fenómenos naturales relevantes que afecten la viabilidad del proyecto.

Alarcón (2022). *Retrasos en estudios y expedientes técnicos para agua y alcantarillado en Chiclayo-Pomalca, EPSEL S.A.* Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

Objetivo: Determinar factores que retrasaron la formulación de proyectos de infraestructura de agua. Metodología: Investigación tecnológica social con diagnóstico de causas y análisis institucional. Resultados: La falta de coordinación y contratación especializada retrasó los estudios de inversión. Conclusión: La elaboración de proyectos fue limitada por la actuación del personal y la gestión de la empresa, afectando la eficiencia institucional.

2.2 Bases Teóricas:

2.2.1. Estructuras hidráulicas.

En el trazado de un canal, pueden aparecer distintos obstáculos naturales o artificiales, tales como depresiones en el terreno, quebradas secas, fallas geológicas, cursos de agua y cruces con infraestructuras como carreteras, vías férreas o incluso otros canales.

Para superar estos desafíos, se emplean estructuras hidráulicas como acueductos, sifones y diques. La elección depende de la magnitud del obstáculo y de la importancia de la vía a cruzar. Por ejemplo, si un canal debe pasar sobre una carretera se construye un acueducto; si debe pasar por debajo, se utiliza un sifón invertido o un conducto cubierto. En depresiones naturales, se evalúan varias alternativas y se selecciona la estructura más adecuada según la forma y dimensiones del terreno.

En casos donde la depresión es amplia y profunda, un acueducto puede no ser viable, mientras que un sifón invertido o un conducto cubierto puede ser más apropiado. Asimismo, los tramos con pendiente pronunciada generan velocidades de flujo elevadas, superiores a las que los materiales de construcción soportan, por lo que es necesario instalar rampas escalonadas o elementos disipadores de energía, especialmente en vertederos, desfuegos o salidas de alcantarillas.

Definición de estructuras hidráulicas: Según Agudo (2019), son construcciones diseñadas para manejar y controlar el agua en ríos, embalses, canales y sistemas de abastecimiento. Permiten regular el flujo, almacenar, distribuir, proteger áreas de inundación, generar energía hidroeléctrica y realizar otras funciones vinculadas a la gestión del agua.

Criterios de diseño hidráulico

El diseño hidráulico precede al estructural. Para un acueducto, se puede modificar la sección del canal a rectangular y ajustar la pendiente para regular el flujo. Tras definir la sección óptima, se determinan las transiciones de entrada y salida que conectan el canal con el acueducto. La información mínima necesaria incluye las características hidráulicas del canal y las elevaciones del fondo aguas arriba y abajo de la estructura.

Un acueducto se orienta de manera que no obstruya el flujo del canal que pasa por él ni del canal que cruza. Normalmente se diseña para flujo subcrítico, aunque también puede adaptarse a flujo supercrítico, generando una singularidad en el perfil longitudinal del canal.

Componentes del acueducto:

1. **Transición aguas arriba y aguas abajo:** Permite un cambio gradual de velocidad y sección del canal hacia el tramo elevado. Su longitud se calcula según Techow, usando un ángulo máximo de $12,5^\circ$ para conectar el talud del canal con el acueducto.
2. **Entrada y salida:** La entrada del acueducto produce aceleración del flujo y disminución del nivel del agua para compensar pérdidas por fricción. La elevación

inicial y final de la transición se calcula en función del tirante de agua y la variación de velocidad.

Criterios estructurales.

Condiciones del suelo: Antes de construir, se realiza al menos una perforación por estructura hasta dos metros bajo la cimentación para conocer textura, densidad, capacidad portante y nivel freático.

Materiales de construcción: Se consideran concreto, concreto ciclópeo, armaduras y madera, indicando tipo de cemento, recubrimiento y resistencia necesaria.

Diseño estructural del acueducto: Comprende tres elementos principales: la caja que conduce el agua, las columnas y las zapatas. Cada componente se calcula según el caso crítico, y se recomienda un espesor inicial de 0,15 m para la losa y vigas por razones constructivas.

2.2.1.1. Captación

La captación consiste en recolectar agua de fuentes naturales (ríos, lagos, manantiales o pozos) para su uso posterior, mediante estructuras que facilitan su conducción hacia sistemas de abastecimiento o riego (Silva, 2015).

Tipos de captación: Pueden ser superficiales o subterráneas, según la fuente de agua y la técnica empleada (Gómez, 2016).

Elementos asociados:

- **Cerco perimétrico:** Protege la zona de captación de acceso no autorizado y contaminación.
- **Tuberías:** Se clasifican según material, función y diámetro, garantizando transporte eficiente del agua.
- **Tapa sanitaria:** Cubre la captación para evitar contaminantes externos.

- **Cámaras seca y húmeda:** Permiten el acceso a equipos de bombeo y al nivel freático para control y mantenimiento.
- **Accesorios:** Incluyen válvulas, compuertas, medidores y filtros para regular el flujo y calidad del agua.

2.2.1.2. Reservorio

Los reservorios acumulan agua para garantizar suministro continuo ante alta demanda o escasez (Torres, 2017). Pueden clasificarse según ubicación, material, forma y capacidad, incluyendo tanques elevados, enterrados, de superficie, circulares o rectangulares.

Elementos complementarios:

- Cerco perimétrico para seguridad.
- Casetas de válvulas y de cloración para operación y tratamiento.
- Tuberías de distintos tipos y clases, según material y resistencia.

2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable.

Incluye la captación, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua a la población, garantizando que cumpla estándares de calidad (Vallarino, 2019).

Líneas de conducción y aducción: Transportan el agua desde la fuente hasta el reservorio o punto de distribución. Se consideran tipo, diámetro, presión, pérdida de carga, válvulas de control y antigüedad de las tuberías.

Red de distribución: Lleva el agua desde los puntos de almacenamiento hasta los usuarios finales, utilizando diferentes configuraciones de red, conexiones domiciliarias, válvulas y tuberías con especificaciones según presión y durabilidad.

2.3. Definición de términos básicos.

Estructura hidráulica: Conjunto de obras para extraer, conducir, almacenar y controlar el agua: tomas, canales, tuberías, presas, vertederos y drenajes.

Tuberías: Se inspeccionan mediante pruebas hidrostáticas, de hermeticidad, visuales y de funcionamiento para garantizar integridad y ausencia de fugas.

Presión y temperatura del agua: Se miden con manómetros y termómetros (inmersión, superficie o RTD), asegurando condiciones óptimas de operación.

Vertederos: Se evalúan mediante inspección visual y funcional para comprobar dimensiones, integridad y comportamiento ante diferentes caudales.

Frecuencia de inspecciones: Puede registrarse mediante listas de verificación, plataformas digitales o análisis estadístico, considerando tipo de inspección, alcance y recursos disponibles.

Control de aguas contaminadas y lixiviados: Incluye tratamientos biológicos, físicos, químicos y ósmosis inversa para reducir impacto ambiental y proteger la salud pública.

Ósmosis inversa: Proceso que utiliza membranas semipermeables y presión para separar contaminantes del agua, aplicable a potabilización y tratamiento de aguas residuales.

Sistema de drenaje: Evalúa la capacidad de evacuar agua sin erosión ni inundación, usando inspección visual, análisis de flujo y caudalímetros.

Flujo y caudal: El flujo describe el movimiento del agua; el caudal mide la cantidad que circula por unidad de tiempo.

Calidad del agua: Se determina mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos, además del estado de la estructura, origen del agua y gestión del sistema.

Sistema óptimo de abastecimiento: Se evalúa por la calidad del agua, eficiencia del sistema y sostenibilidad del suministro, asegurando cobertura, presión y continuidad.

2.5. Hipótesis e investigación

2.5.1 Hipótesis General.

Al realizar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas se optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

2.5.2 Hipótesis específica.

- a) Al realizar la evaluación y mejoramiento de las tuberías se disminuirá las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.
- b) Al realizar la evaluación y mejoramiento de los vertederos se disminuirá las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.
- c) Al realizar la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema se incrementará el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025.

2.6. Operacionalización de las variables

Las variables de investigación se presentan a continuación:

- **Variable Independiente:** Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas.
- **Variable Dependiente:** Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Santa María.

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de variables. Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Santa María, 2025.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VI. Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas	Evaluación y optimización de estructuras hidráulicas	Asimismo, esta revisión permite implementar mejoras en el reservorio, como la renovación del cerco perimetral, o evaluar si la línea de aducción y la red de distribución necesitan ajustes o modernización para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema hidráulico (Torres, 2020).	X.1.- Tuberías	Disminución inspección de funcionamiento (Presión del agua) Condiciones de uso (temperatura del agua)	Manómetro de agua Sensores RTD (RTD sensor)
	El análisis y la optimización de las estructuras hidráulicas permiten identificar posibles deficiencias en distintos componentes del sistema, como la captación de agua, el cerco perimetral o las tareas generales de mantenimiento (Torres, 2020).		X.2.- Vertederos	Disminución de la frecuencia de las inspecciones (Integridad estructural) Disminución en costos por mano de obra (Limpieza) Controlar aguas contaminadas y los lixiviados	Contadores manuales Herramientas digitales (DataScope) Manómetros (Osmosis inversas)
	En la práctica, la evaluación experimental se lleva a cabo mediante el uso de fichas técnicas, que facilitan el diagnóstico de cada elemento del sistema. Por ejemplo, se puede determinar si la captación requiere un rediseño debido a su antigüedad, desgaste o deterioro de su cerco perimetral, así como verificar la condición de la línea de conducción.		X.3.- Sistemas de drenaje	Menor número de pruebas de flujo Menor análisis del caudal	Flujómetros Caudalímetros Inferenciales

Fuente. Tesista

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de variables. Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Santa María, 2025

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
V.D. Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Santa María	Mejora del sistema de suministro de agua potable en el distrito de Santa María La mejora del sistema de suministro de agua potable en el distrito de Santa María implica un estudio detallado de la red de distribución dentro del área de influencia, con el objetivo de garantizar que el agua proveniente de la nueva estación de bombeo llegue de manera eficiente a todos los usuarios (Castillo, 2016).	Como parte de este proceso, se propone automatizar la operación de los equipos de bombeo, permitiendo alternar su funcionamiento de manera paralela o en serie según la demanda. Además, se recomienda fomentar el uso de medidores de consumo de agua, lo que permitirá un control más preciso del gasto de los habitantes y ayudará a mantener un censo actualizado de la población en la zona de influencia, optimizando así la gestión del suministro (Castillo, 2016).	Y.1.- Calidad del agua	Parámetros Microbiológicos Menor cantidad de bacterias y virus patógenos Tratamiento (Gestión del Sistema)	Kits de Prueba Comerciales (Safe Home) Suavizadores (Suavizador de agua typical).
			Y.2.- Eficiencia del sistema	Eficiencia volumétrica	Probeta
			Y3.- Sostenibilidad del sistema	Incremento de agua limpia (Cuidando el medio ambiente)	Analizador de vibraciones

Fuente. Tesista

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

Descriptiva: La investigación se enfocó en analizar y proponer mejoras a las estructuras hidráulicas, con el objetivo de optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María. Este estudio permitió **observar y caracterizar los factores que inciden en la calidad del agua**, sin alterar ninguna variable del sistema. Asimismo, se identificó la situación actual del servicio y se recogieron las percepciones de los usuarios sobre la atención recibida.

3.1.2 Nivel de investigación

Se considera un nivel **correlacional**, ya que se evaluó la relación entre diferentes elementos del sistema de abastecimiento y su impacto en la disponibilidad y eficiencia del agua potable para la población.

3.1.3 Diseño

No experimental y transversal: La investigación no involucró manipulación de variables; en su lugar, se analizaron las relaciones existentes entre los componentes del sistema hidráulico y la distribución de agua potable. Es **transversal** porque los datos fueron recolectados en un único período de tiempo (abril de 2025), ofreciendo una fotografía de la situación en ese momento específico.

3.1.4 Enfoque

Cuantitativo: Se emplearon instrumentos como cuestionarios estructurados para recolectar datos numéricos sobre la satisfacción de los usuarios con el servicio de agua potable. Posteriormente, estos datos se sometieron a análisis estadísticos que permitieron **interpretar los resultados y generalizar hallazgos** para la población estudiada.

Cualitativo: Complementariamente, se utilizó un enfoque cualitativo para profundizar en **las opiniones, percepciones y experiencias de los ciudadanos**, con el fin de comprender de manera más completa la calidad y eficiencia del servicio de agua potable en el distrito.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está conformada por los 39 370 habitantes del Distrito de Santa María.

3.2.2 Muestra

La muestra está conformada por los 381 habitantes del Distrito de Santa María.

3.3 Técnica para la recolección de datos

Técnicas de recolección de información

Encuestas estructuradas

Se utilizaron **cuestionarios diseñados de manera estandarizada** para recopilar información de una muestra representativa de habitantes del distrito de Santa María. Esta herramienta permitió obtener **datos cuantitativos** sobre la percepción y nivel de satisfacción de los ciudadanos respecto a los servicios municipales, proporcionando una visión objetiva de la calidad del servicio desde la perspectiva de los usuarios.

Entrevistas semiestructuradas

Se implementaron entrevistas de carácter semiestructurado como complemento a las encuestas, con el fin de **profundizar en las opiniones y experiencias individuales de los ciudadanos** sobre los servicios municipales. Estas entrevistas se guiaron mediante preguntas abiertas, lo que permitió explorar aspectos como la **evaluación de la calidad del servicio, los problemas más relevantes identificados y las expectativas de mejora** expresadas por los habitantes.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Contratación de Hipótesis

4.1.1 Hipótesis general.

H1: Al realizar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas se optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

H0: Al realizar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas no se optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

Tabla 2. Hipótesis General

	<u>D1</u>	<u>D2</u>
Media	4.8375	4.4855
Varianza	0.13791646	0.78438608
Observaciones	381	381
Varianza agrupada	0.42060127	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	153	
Estadístico t	4.43452148	
P(T<=t) una cola	0.00031395	
Valor crítico de t (una cola)	0.45455488	
P(T<=t) dos colas	0.00071090	
Valor crítico de t (dos colas)	2.94092070	

Fuente: Elaborado por el Tesista

Regla de decisión:

Si $p < 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis H1

Conclusión: Como $0.00071090 < 0.05$ entonces se acepta la H_1 .

Al realizar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas se optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

4.1.2 Hipótesis específicas.

A-1 Hipótesis Especifica 1

H1: Al realizar la evaluación y mejoramiento de las tuberías se disminuirá las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

H0: Al realizar la evaluación y mejoramiento de las tuberías no se disminuirá las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

Tabla 3. Hipótesis Especifica 1

	D1	D2
Media	4.735	4.4575
Varianza	0.48111392	0.90627089
Observaciones	381	381
Varianza agrupada	0.69284241	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	154	
Estadístico t	3.26195426	
P(T<=t) una cola	0.00970074	
Valor crítico de t (una cola)	1.66455488	
P(T<=t) dos colas	0.01839747	
Valor crítico de t (dos colas)	1.87509207	

Fuente: Elaborado por el Tesista

Regla de decisión:

Si $p < 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis H1

Conclusión: Como $0.01839747 < 0.05$ entonces se acepta la H_1 . Al realizar la evaluación y mejoramiento de las tuberías se disminuirá las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

B-1 Hipótesis Especifica 2

H1: Al realizar la evaluación y mejoramiento de los vertederos se disminuirá las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

H0: Al realizar la evaluación y mejoramiento de los vertederos no se disminuirá las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.

Tabla 4. Hipótesis Especifica 2

	D1	D2
Media	4.7875	4.6125
Varianza	0.21882911	1.70770569
Observaciones	381	381
Varianza agrupada	0.34794304	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	158	
Estadístico t	2.44960568	
P(T<=t) una cola	0.03001492	
Valor crítico de t (una cola)	3.75455488	
P(T<=t) dos colas	0.02302983	
Valor crítico de t (dos colas)	6.97512207	

Fuente: Elaborado por el Tesista

Regla de decisión:

Si $p < 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis H1

Conclusión: Como $0.02302983 < 0.05$ entonces se acepta la H_1 .

Al realizar la evaluación y mejoramiento de los vertederos se disminuirá las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua

potable en el distrito de Santa María, 2025.

C-1 Hipótesis Especifica 3

H1: Al realizar la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema se incrementará el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025.

H0: Al realizar la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema no se incrementará el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025.

Tabla 5. Hipótesis Especifica 3

	D1	D2
Media	4.55	4.40
Varianza	0.48696203	0.74405063
Observaciones	381	381
Varianza agrupada	0.64060633	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	157	
Estadístico t	1.25064938	
P(T<=t) una cola	0.01652218	
Valor crítico de t (una cola)	0.68455488	
P(T<=t) dos colas	0.04502436	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07509207	

Fuente: Elaborado por el Tesista

Regla de decisión:

Si $p < 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis H1

Conclusión: Como $0.04502436 < 0.05$ entonces se acepta la H_1 .

Al realizar la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema se incrementará el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025.

4.2 Software sugerido en la presente investigación.

1) **Software integrado para el diseño de plantas de tratamiento de agua. Tratamiento y optimización de sistemas de agua potable.**

El tratamiento del agua generalmente requiere la combinación de varias tecnologías para alcanzar los estándares de calidad establecidos. Sin embargo, muchos programas de diseño de plantas de tratamiento no permiten integrar múltiples tecnologías de manera eficiente, lo que obliga a usar diferentes softwares y aumenta el tiempo requerido para la configuración y gestión del sistema.

1. Software Water Application Value Engine (WAVE)

El **WAVE** es un software que permite **integrar tecnologías de ultrafiltración (UF), ósmosis inversa (RO) e intercambio iónico (IX)** en un mismo entorno de diseño. Su principal ventaja radica en que ofrece **una interfaz unificada**, lo que facilita la planificación y reduce el tiempo de gestión de sistemas de tratamiento de agua.

Principales características de WAVE (versión 1.85):

- Interfaz intuitiva compatible con Microsoft Windows para UF, RO e IX.
- Herramienta experta de modelado de sistemas.
- Base de datos armonizada para todos los procesos y productos.
- Disponibilidad en cuatro idiomas: inglés, chino, español y portugués.
- Funciones integradas y avanzadas para tecnologías UF, RO, IX y CCRO.
- Requisitos técnicos claros y soporte especializado.

2. Software FT-Norm PRO

El **FT-Norm PRO** (Normalización de sistemas de membrana FilmTec) es una herramienta diseñada para **monitorear el desempeño de las membranas semipermeables** utilizadas en la separación y purificación del agua. Permite

determinar el momento adecuado para realizar ciclos de limpieza preventiva, lo que prolonga la vida útil de las membranas.

Factores como la **temperatura del agua, la salinidad o la presión de bombeo** pueden afectar la eficiencia aparente y el rechazo de las membranas, complicando la identificación de cambios reales en el rendimiento. FT-Norm PRO ayuda a interpretar estos efectos y optimizar la operación de la planta.

3. Software WAVE PRO para Ultrafiltración (UF)

El **WAVE PRO para UF** es una potente herramienta de modelado en línea que permite realizar **diseños complejos con gran precisión**. Su interfaz amigable facilita la planificación y seguimiento de todo el proceso de ultrafiltración.

Ventajas principales:

- Permite ejecutar diseños complejos con alta precisión.
- Acceso seguro desde cualquier dispositivo mediante inicio de sesión único.
- Intercambio confiable de informes con diferentes áreas de la organización.

4.3 Evaluación línea de conducción.

Tabla 6. Línea de conducción.

Línea de conducción

COMPONENTE	INDICADORES	DATOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
Línea de conducción	Tipo de línea de conducción	Por gravedad	Este tipo de sistema es ampliamente empleado en las zonas altoandinas del Perú debido a las marcadas diferencias de altitud. Según el Manual de Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales, la línea de conducción tiene un periodo de vida útil estimado de 20 años, por lo que la estructura analizada se encuentra dentro de los límites de diseño recomendados.
	Antigüedad de la línea de conducción	4 años desde su ejecución	
	Tipo de tubería	Es de tipo PVC	La conducción de agua se encuentra totalmente soterrada y es administrada por EPS Aguas de Lima Norte S.A., con una capacidad de resistencia a presión de 180 psi. La revisión realizada no evidenció fugas ni deterioro, lo que refleja un buen estado de mantenimiento de la infraestructura.
	Diámetro de tubería Clase de tubería Estado de funcionamiento de la estructura	El diámetro es de 3 ½ pulgadas, 90 mm Es de clase 18 Bueno	

Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A.

Interpretación:

La tubería de PVC enterrada, de 90 mm y clase 18, se encuentra en buen estado sin fugas ni daños, lo que refleja un diseño y mantenimiento adecuados para un sistema hidráulico eficiente.

Tabla 7. Evaluación de la red de distribución.

Evaluación de la red de distribución

COMPONENTE	INDICADORES	DATOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
Evaluación de la red de distribución	Tipo de sistema de red	Ramificado	Sistema de abastecimiento continuo que garantiza agua confiable a los hogares, con tuberías duraderas de 180 psi bajo supervisión de EPS Aguas de Lima Norte S.A.
	Conexión domiciliaria	El 35% de viviendas cuentan con conexión domiciliaria	Sistema de
	Tipo de tubería	Es de tipo PVC de clase 18	
	Diámetro de tubería	El diámetro es de 1 pulgadas	
	Clase de tubería	Es de clase 18	Sistema de abastecimiento continuo que garantiza agua confiable a los hogares, con tuberías duraderas de 180 psi bajo supervisión de EPS Aguas de Lima Norte S.A.

Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A.

Interpretación:

Se empleó tubería de PVC clase 18 de 1 pulgada, enterrada, asegurando un suministro de agua confiable y duradero.

Tabla 8. Mejoramiento de la captación.

Mejoramiento de la captación

COMPONENTE	INDICADORES	DATOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
Captación	Estructura	Mantenimiento	Se recomienda eliminar basura, u otra cosa que afecte el transcurso del Agua.
	Cerco perimétrico	Mantenimiento	Se recomienda pintar el con pintura anticorrosiva.

Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A.

Interpretación:

Se recomienda proteger el cerco de la captación con pintura anticorrosiva para mantener su funcionamiento y durabilidad.

Tabla 9. Mejoramiento de la planta de tratamiento.

Mejoramiento de la planta de tratamiento

COMPONENTE	INDICADORES	DATOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
Planta de tratamiento	Sedimentadores	Ejecución	Se recomienda instalar un sedimentador y un prefiltro, y aplicar pintura anticorrosiva.
	Pre – filtros horizontal	Ejecución	Se recomienda instalar un sedimentador y un prefiltro, y aplicar pintura anticorrosiva.
	Compuerta Cerco perimétrico	Mantenimiento Mantenimiento	

Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A.

Interpretación:

Se instalará un prefiltro para retener partículas grandes y se protegerán las compuertas con pintura anticorrosiva.

Tabla 10. Mejoramiento del Reservorio.

Mejoramiento del Reservorio.

COMPONENTE	INDICADORES	DATOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
Reservorio	Cerco perimétrico	Mantenimiento	Pintar con pintura anti corrosiva
	Estructura del reservorio	Mantenimiento	pintar con pintura antihumedad y anticorrosiva (tapa metálica).

Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A.

Interpretación:

Aplicar mantenimiento integral de la estructura del reservorio, incluyendo la aplicación de pintura anti humedad en su exterior y en la tapa metálica (anticorrosiva)

4.4 Conociendo la acogida de la población beneficiada.

- 1- ¿Cree Ud. que el mejoramiento de las estructuras hidráulicas optimiza el suministro de agua potable, en el distrito de Santa María?

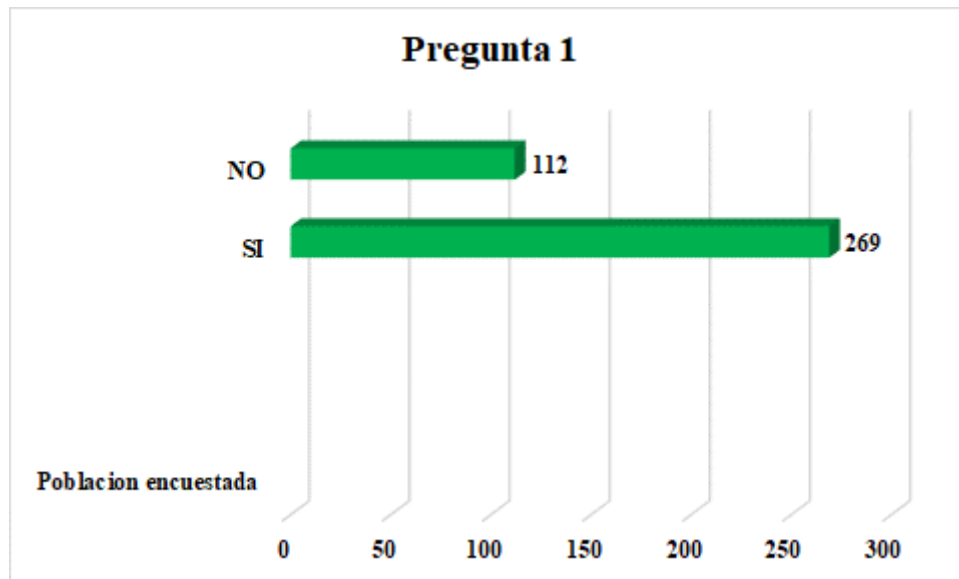


Imagen 1. Aceptación estructuras hidráulicas
Fuente: SPSS V-29

Interpretación:

Se llevó a cabo una encuesta con el propósito de indagar acerca de la perspectiva de los habitantes en relación a la mejora de las estructuras hidráulicas. De los 381 encuestados, 269 expresaron estar a favor, mientras que 112 manifestaron su oposición.

- 2- ¿Cree Ud. que se optimiza la línea de conducción de agua potable en el distrito de Santa María, al realizar evaluaciones y dar solución inmediata en toda la infraestructura existente?

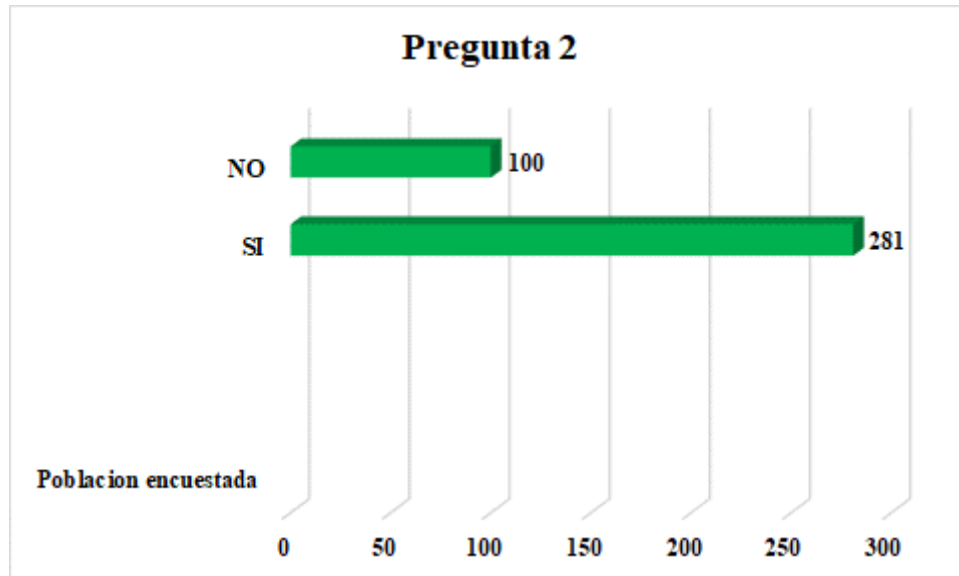


Imagen 2. Evaluación a las estructuras hidráulicas
Fuente: SPSS V-29

Interpretación:

Se llevó a cabo una encuesta con el propósito de indagar acerca si es favorable realizar evaluaciones y dar solución inmediata en toda la infraestructura existente. De los 381 encuestados, 281 expresaron estar a favor, mientras que 100 manifestaron su oposición.

CAPITULO V: DISCUSION

5.1 Discusión.

El estudio sobre la evaluación y optimización de las estructuras hidráulicas en el distrito de Santa María busca fortalecer la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable, garantizando un suministro continuo y seguro para la población. La investigación adoptó un enfoque descriptivo, sustentado en un marco teórico amplio y en antecedentes tanto nacionales como internacionales. Los hallazgos muestran un desempeño positivo de las estructuras, destacando la solidez de la captación y la eficacia de las redes de conducción y distribución.

La mejora de estas infraestructuras asegura la confiabilidad y sostenibilidad del servicio. Las encuestas aplicadas a la comunidad reflejan apoyo hacia las acciones propuestas, evidenciando la necesidad de alinear las intervenciones con las expectativas locales. Dentro de las prioridades se identificó la revisión de las cámaras húmedas y secas, lo que permitió recomendar a EPS Aguas de Lima Norte S.A. reforzar la seguridad mediante cercos perimétricos.

Aunque las líneas de conducción y aducción funcionan correctamente, se recomienda un seguimiento de su ciclo de vida, aplicando estrategias como pintura anticorrosiva y mantenimiento de conexiones, para preservar su integridad y garantizar un suministro eficiente. El respaldo comunitario hacia estas mejoras destaca la relevancia de implementar soluciones sostenibles que beneficien de manera directa al distrito de Santa María.

CAPITULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

A. Conclusión general.

La evaluación y mejora de las estructuras hidráulicas en el distrito de Santa María ha demostrado ser fundamental para optimizar el suministro de agua potable. Estas infraestructuras no solo garantizan acceso seguro al recurso hídrico, sino que también contribuyen al desarrollo económico del distrito y al uso eficiente del agua.

Un plan de mantenimiento preventivo es esencial para asegurar la vida útil de las obras, detectar fugas a tiempo y conservar la calidad del agua que llega a los hogares. La adecuada gestión de las redes y la incorporación de tecnologías modernas permiten un suministro continuo y seguro, fortaleciendo la sostenibilidad del sistema y el bienestar de la comunidad.

B. B. Conclusiones específicas.

1. Mejora de las tuberías.

La intervención en las tuberías reduce las pérdidas de agua no contabilizada, incrementando la eficiencia del sistema. Se logró aumentar el porcentaje de agua efectivamente servida del 50 % al 70 %, optimizando la captación, tratamiento y distribución sin necesidad de sobredimensionar la producción.

2. Mantenimiento de los vertederos.

El cuidado de los vertederos permite un balance hídrico más preciso y sistemas de medición más eficientes. Estas acciones disminuyen pérdidas, promueven la sostenibilidad ambiental y contribuyen a la salud pública. Además, un

mantenimiento preventivo garantiza la protección de cursos de agua, la reducción de contaminación y la preservación de la biodiversidad.

3. Sostenibilidad del sistema hidráulico.

La conservación de represas, canales, cauces y sistemas de drenaje es crucial para prevenir inundaciones y garantizar un flujo controlado del agua en periodos de lluvias extremas. La implementación de inspecciones regulares y mantenimiento predictivo mejora la eficiencia operativa, reduce costos a largo plazo y permite un uso racional del agua mediante tecnologías de telecontrol y monitoreo en tiempo real.

En síntesis, el cuidado integral de las estructuras hidráulicas asegura un suministro de agua confiable, eficiente y sostenible, protege la salud de la población y fortalece la resiliencia del distrito frente a desafíos ambientales y climáticos.

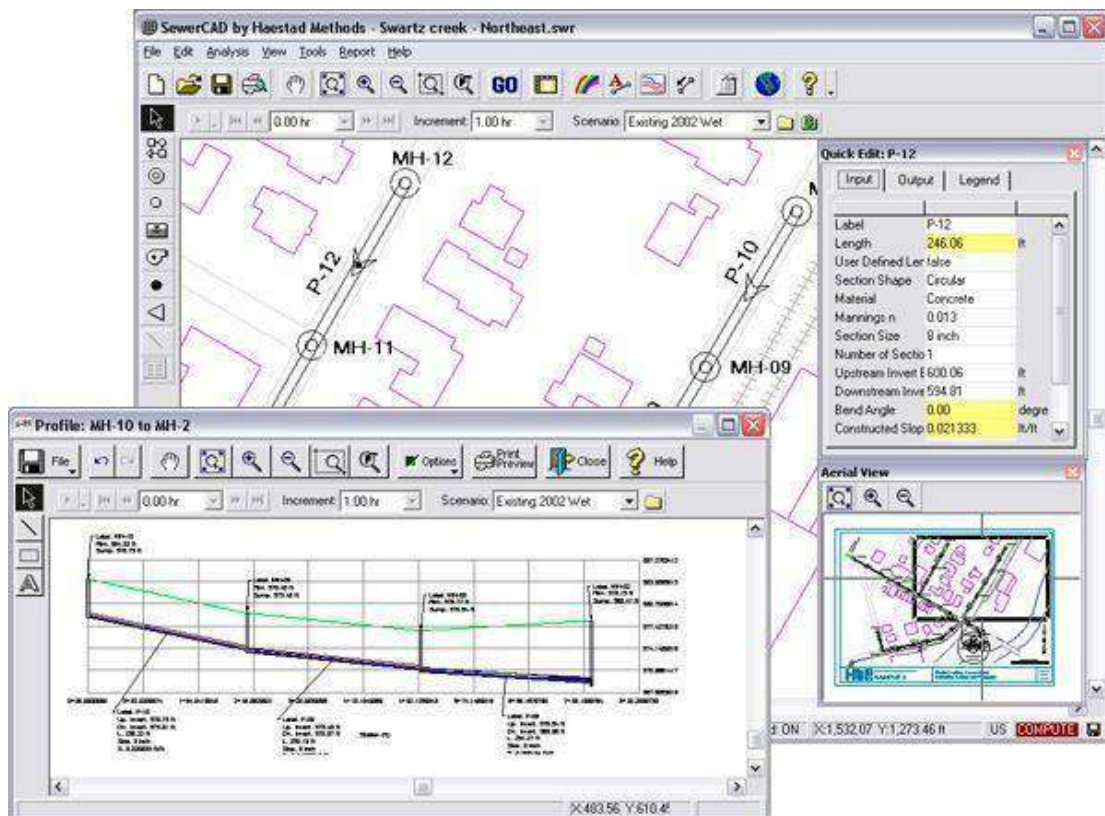


Imagen 3. Software de obras hidráulicas
Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A

El control y la gestión eficiente de las infraestructuras hidráulicas puede optimizarse mediante el uso de software especializado. Estas herramientas no solo facilitan el diseño de sistemas de agua, sino que también permiten monitorear su desempeño y prever ajustes en su funcionamiento.

La planificación y construcción de obras hidráulicas debe enfocarse en maximizar el uso del recurso hídrico, reduciendo pérdidas y asegurando que se emplee solo la cantidad necesaria. Los especialistas en ingeniería hidráulica intervienen realizando los cálculos y diseños precisos para garantizar la eficiencia y sostenibilidad del sistema.

Beneficios del uso de software hidráulico.

En proyectos relacionados con abastecimiento, saneamiento, riego, captación o almacenamiento de agua, los cálculos tradicionales pueden ser complejos y consumir mucho tiempo, limitando la posibilidad de explorar alternativas de diseño.

El uso de programas especializados permite resolver ecuaciones complejas de manera rápida, destinando más tiempo al análisis de opciones y a la optimización del diseño. Los simuladores modernos pueden reproducir condiciones reales variando múltiples parámetros, ofreciendo resultados cercanos a la práctica.

Además, el dominio de estas herramientas incrementa la competitividad de los profesionales, acelerando la toma de decisiones y facilitando la implementación de soluciones eficientes. La constante actualización de los programas y la aparición de nuevas versiones exigen un aprendizaje continuo para mantenerse al día con la normativa y las mejores prácticas del sector.

Software: EPANET, una herramienta de código abierto utilizada para el diseño y análisis de redes de conducción a presión.

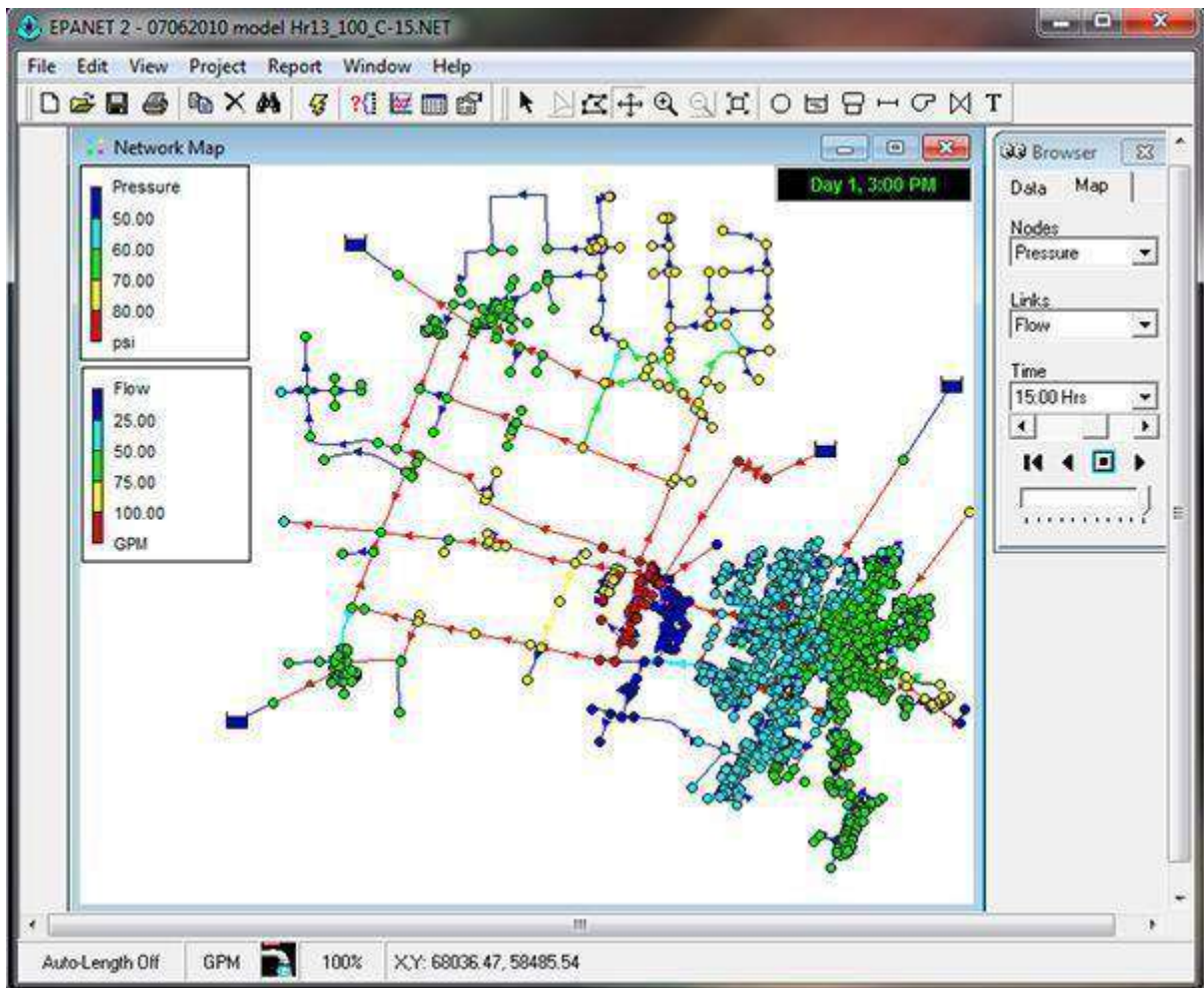


Imagen 4. Diseño de conducciones en presión.

Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A

Software **HEC-RAS**: software libre para el estudio de ríos y sus niveles de caudal para las diferentes avenidas consideradas.

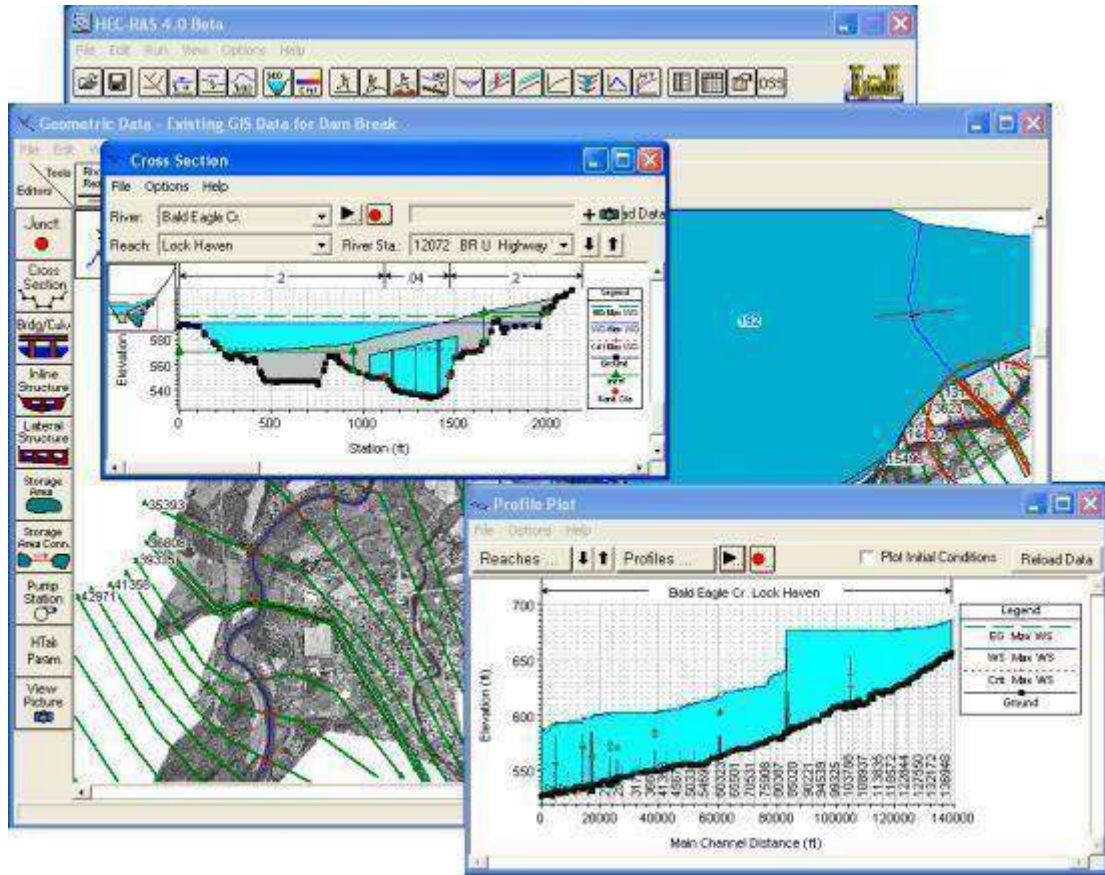


Imagen 5. Niveles de caudal.
Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A

Software **WATERCAD**: software empleado para el diseño de conducciones en presión.

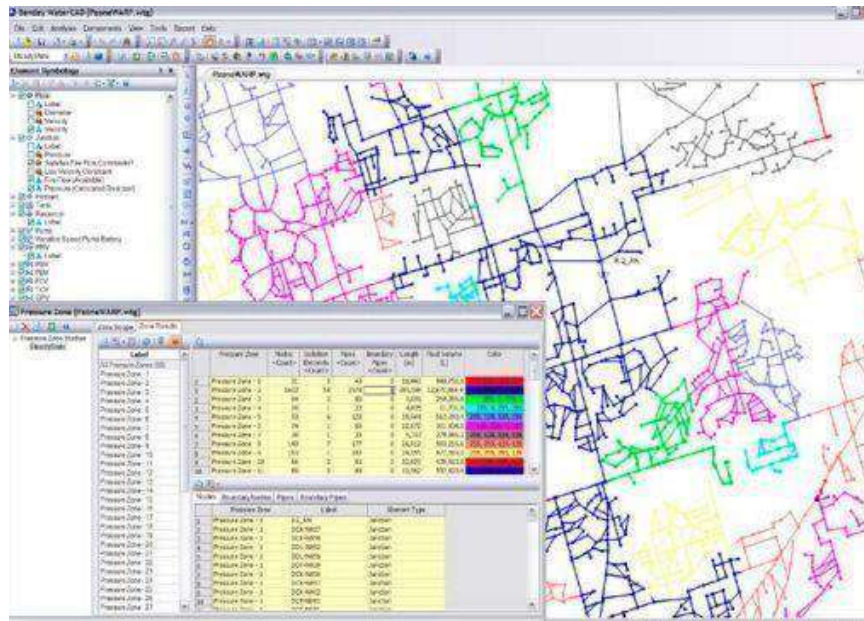


Imagen 5. Diseño de conducciones en presión.
Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A

Software **SEWERCAD**: software empleado para el diseño de conducciones por gravedad.



Imagen 6. Diseño de conducciones por gravedad.
Fuente: EPS Aguas de Lima Norte S.A.

Cada uno de estos programas ha permitido no solo el diseño mediante la realización de los cálculos, sino que también ha facilitado los resultados del informe.

6.2 Recomendaciones.

A la municipalidad distrital de Santa María.

- Optimizar las áreas con deficiencias en la Planta de Tratamiento, como los filtros lentos, y mejorar la caseta de válvulas del reservorio.
- Ejecutar un programa de mejora continua de las estructuras hidráulicas en el sistema de abastecimiento de agua, incorporando estrategias de mantenimiento preventivo desde la captación hasta el reservorio, con el objetivo de asegurar un suministro estable y seguro en zonas rurales.
- Priorizar el cuidado de la captación, eliminando obstáculos y reforzando la protección del cerco perimetral para mantener su funcionamiento eficiente a largo plazo.
- Adquirir y colocar sedimentadores y prefiltros horizontales, gestionando la compra a través de proveedores reconocidos como PROMART HOMECENTER.

CAPITULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1 Referencias bibliográficas

- Alarcón, I. (2022). *Retrasos en estudios y expedientes técnicos para agua y alcantarillado en Chiclayo-Pomalca, EPSEL S.A.* Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”
- Arias, F. (2022). *Economía política del agua: usos y gestión en Cali y el Valle del Cauca.* Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Depaz, K. (2023). *Estructuras hidráulicas en Curhuas, Independencia, Huaraz, Áncash.* ULADECH.
- Fernández, F. (2022). *Prototipo fotovoltaico para desinfección de agua en Tangua, Nariño, Colombia.* Instituto Latinoamericano, Universidad Libre de Berlín (LAI).
- Martínez, G. (2024). *Economía política del agua en Cali y Valle del Cauca, Colombia.* Universidad Mariana.
- Medina, L. (2022). *Optimización del suministro de agua potable en Las Peñas, Pastaza, Ecuador.* Universidad Técnica Ambato.
- Ochoa, M. (2023). *Sistema de agua potable en San Cristóbal, Pangoa, Junín.* ULADECH.
- Requena, D. (2022). *Mejoramiento del suministro de agua en Huaquish y Pocor, Pararín, Recuay, Áncash.* Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Riaño, F. (2022). *Gestión doméstica de agua en Buenaventura, Colombia.*

Universidad Piloto de Colombia.

Vega, J. (2022). *Sistema de agua potable en Cachipampa, Independencia, Huaraz, Áncash.*. ULADECH.

7.2 Referencias documentales

Agudo, J. (2019). *Derecho de la construcción. Ejecución y Gestión de Obras Hidráulicas*. Editorial Tirant.

Castillo, F. (2016). *Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Coronel*. Editorial Universidad de Concepción.

Gómez, J. (2022). *Obras Hidráulicas*. Scribd.

Hernández, J. (2018). *Ejecución y Gestión de Obras Hidráulicas*. Editorial Tirant

Jiménez, H. (2019) *Bibliografía Sobre Recursos Naturales Renovables*. Editor - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Department de Recursos Naturales Renovables.

Martínez, J. (2018). *Hidráulica*. Editorial Tirant

Silva, R. (2022). *Manual de Diseño de Obras Civiles*. Obras Marítimas.

Torres, F. (2020). *Obras Hidráulicas*. UNASAM.

Vallarino, E. (2019). *Obras Hidráulicas*. Agapea.

7.3 Fuentes hemerográficas

Martínez, M., y Rodríguez, P. (2022). La transformación histórica de la gestión temporal. *Revista de estudios de gestión del tiempo*. Valencia, 8(3), 156-172.

Chen, H., Wang, L. y Smith, J. (2024) Transformación digital de las estrategias de gestión del tiempo. *Revista Internacional de Gestión Empresarial*. Lima, 42(1), 125-140.

López, M., y Anderson, K. (2024) Priorización de tareas en las organizaciones modernas. *Revista de eficiencia empresarial*. Mexico, 36(1), 78-93.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 11. Matriz de consistencia.

Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Santa María, 2025

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS
<p>Problema general ¿Cómo la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas optimizaran el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025?</p> <p>Problemas específicos Problema específico 1 ¿Cómo la evaluación y mejoramiento de las tuberías disminuirá las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025?</p> <p>Problema específico 2 ¿Cómo la evaluación y mejoramiento de los vertederos disminuirá las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua potable en el distrito de Santa María, 2025?</p>	<p>Objetivo general Determinar cómo la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas optimizan el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025.</p> <p>Objetivos específicos Objetivo específico 1 Determinar cómo la evaluación y mejoramiento de las tuberías disminuye las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.</p> <p>Objetivo específico 2 Determinar cómo la evaluación y mejoramiento de los vertederos disminuye las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.</p>	<p>Hipótesis general Al realizar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas se optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Santa María, 2025.</p> <p>Hipótesis específicas Hipótesis específica 1 Al realizar la evaluación y mejoramiento de las tuberías se disminuirá las inspecciones referentes a la temperatura del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.</p> <p>Hipótesis específica 2 Al realizar la evaluación y mejoramiento de los vertederos se disminuirá las frecuencias de las inspecciones referentes a la limpieza del agua potable en el distrito de Santa María, 2025.</p>	<p>Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas</p>	<p>X.1.- Tuberías</p> <p>X.2.- Vertederos</p> <p>X.3.- Sistemas de drenaje</p>	<p>Manómetro de agua</p> <p>Sensores RTD (RTD sensor) Contadores manuales</p> <p>Herramientas digitales (DataScope)</p> <p>Manómetros (Osmosis inversas)</p> <p>Flujómetros Caudalímetros Inferenciales</p>

Fuente: Tesista

Anexo 1

Tabla 4. Matriz de consistencia.

Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Santa María, 2025

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS
Problemas específicos Problema específico 3 ¿Cómo la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema incrementa el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025?	Objetivos específicos Objetivo específico 3 Determinar cómo la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema incrementa el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025.	Hipótesis específicas Hipótesis específica 3 Al realizar la evaluación y mejoramiento de la sostenibilidad del sistema se incrementara el agua limpia en el distrito de Santa María, 2025.	Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Santa María	Y.1.- Calidad del agua Y.2.- Eficiencia del sistema Y3.- Sostenibilidad del sistema	Kits de Prueba Comerciales (Safe Home) Suavizadores (Suavizador de agua typical). Probeta Analizador de vibraciones

Fuente: Tesista