



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Estudio hidráulico y construcción de una bomba
de ariete para la captación y conducción de agua
de uso doméstico en la comunidad nativa de
Urcopata, distrito y provincia de Lamas,
región de San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Ander Nilson Idrogo Burga

<https://orcid.org/0000-0001-6925-9190>

Isaías Huancas Vásquez

<https://orcid.org/0000-0001-8843-7183>

ASESOR:

Ing. Carlos Segundo Huamán Torrejón

<https://orcid.org/0000-0003-3053-2908>

Tarapoto-Perú

2023



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Estudio hidráulico y construcción de una bomba de ariete para la captación y conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, distrito y provincia de Lamas, región de San Martín

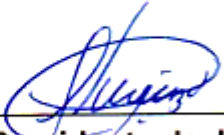
Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Ander Nilson Idrogo Burga

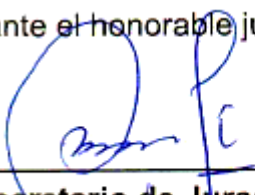
Isaías Huancas Vásquez

Sustentada y aprobada el 16 de febrero del 2023, ante el honorable jurado:



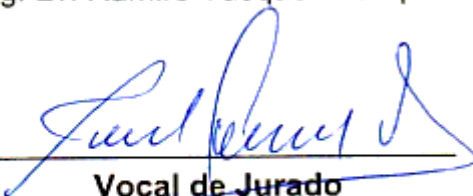
Presidente de Jurado

Ing. Dr. Ramiro Vásquez Vásquez



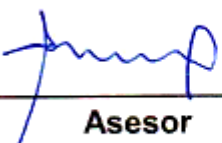
Secretario de Jurado

Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas



Vocal de Jurado

Ing. M.Sc. Néstor Raúl Sandoval Salazar



Asesor

Ing. Carlos Segundo Huamán Torrejón

Tarapoto, Perú

2023



“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

Formato N° 19. Modelo único de acta de sustentación

Acta de Sustentación de Trabajo de Investigación Para Título N° 754

Jurado reconocido con Resolución N° 279-2022-UNSM/FICA-CF-NLU

Facultad: Ingeniería Civil y Arquitectura

Escuela profesional: Ingeniería Civil

A las 11:00 am horas del 16 fecha febrero, inició al acto público de sustentación del trabajo de investigación **ESTUDIO HIDRÁULICO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA DE ARIETE PARA LA CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN LA COMUNIDAD NATIVA DE URCOPATA, DISTRITO Y PROVINCIA DE LAMAS, REGIÓN DE SAN MARTÍN**, para optar el título de Ingeniero Civil, presentado por, Ander Nilson Idrogo Burga y Isaías Huancas Vásquez, con la asesoría del Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón.

Instalada la Mesa Directiva conformada por: (presidente del jurado), Ing. Dr. Ramiro Vásquez Vásquez, (secretario), Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas, (vocal), Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar y acompañados por (asesor) Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón; el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución N° 279-2022-UNSM/FICA-CF-NLU.

Seguidamente los autores expusieron el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 754... De la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 12:00 hora el mismo día de 16 FEBRERO de 2023.



Ing. Dr. Ramiro
Vásquez Vásquez
Presi del Jurado



Ing. M.Sc. Carlos Enrique
Chung Rojas
Secretario del Jurado



Ing. Néstor Raúl
Sandoval Salazar
Vocal del Jurado



Ing. M.Sc. Carlos Segundo
Huamán Torrejón
Asesor

Declaratoria de autenticidad



Ander Nilson Idrogo Burga, con DNI N° 48441544 e **Isaiás Huancas Vásquez**, con DNI N° 76870446, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Estudio hidráulico y construcción de una bomba de ariete para la captación y conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, distrito y provincia de Lamas, región de San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 16 de febrero del 2023.

Ander Nilson Idrogo Burga
DNI N° 48441544





Isaiás Huancas Vásquez
DNI N° 76870446

Declaración Jurada

Ander Nilson Idrogo Burga, con DNI N° 48441544, con domicilio legal en Jr. Ciro Alegría N° 144 Morales e **Isaías Huancas Vásquez**, con DNI N° 76870446, domicilio legal en Jr. Pedro Pascacio N° 113 Moyobamba, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.


En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 16 de febrero del 2023.



Ander Nilson Idrogo Burga

DNI N° 48441544



Isaías Huancas Vásquez

DNI N° 76870446

Ficha de Identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Estudio hidráulico y construcción de una bomba de ariete para la captación y conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, Distrito y Provincia de Lamas, Región de San Martín</p>	<p>Área de investigación: Fluidos e Hidráulica</p> <p>Línea de investigación: Estrategias de tecnologías y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.</p> <p>Sub línea de Investigación: Sistemas urbanísticos para el desarrollo sostenible</p> <p>Grupo de Investigación: Resolución N° 095-2022-UNSM/FICA-CF-NLU.</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input checked="" type="checkbox"/></p>
---	---

<p>Autores</p> <p>Ander Nilson Idrogo Burga Isaías Huancas Vásquez</p>	<p>Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> <p>https://orcid.org/0000-0001-6925-9190 https://orcid.org/0000-0001-8843-7183</p>
---	--

<p>Asesor</p> <p>Ing. M. Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón</p>	<p>Dependencia local de soporte:</p> <p>Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</p> <p>Unidad o Laboratorio de Ingeniería Civil</p> <p>https://orcid.org/0000-0003-3053-2908</p>
--	--

Dedicatoria

Deseo consagrar mi trabajo de investigación a nuestro padre todo Poderoso, por permitirme cumplir todas las metas que, en algún momento trace, por otorgarme la oportunidad de crecer constante mente en esta etapa profesional y por darme la oportunidad de estar con todos mis seres queridos.

Para mis amados padres; agradecerles infinitamente por todo el soporte que me brindaron de manera incondicional en todos los instantes con más importancia en mi trayecto.

Del mismo modo a toda mi familia por las bendiciones y las motivaciones que me brindaron a lo largo de mi vida. Dedico todo este trabajo de investigación a todas las personas especiales para mí ya mencionadas.

Ander Nilson

Gracias mi señor todo Poderoso por haberme protegido en todo el recorrido de mi vida y por darme la suficiente fuerza para superar toda dificultad atravesada y permitiéndome alcanzar mejores resultados en mi existencia.

Agraderlerles enormemente a mis queridos padres por hacerme quien soy en este momento, a ellos les debo todos mis logros por haberme guiado moral y éticamente en este camino de la vida.

Isaías

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento para toda aquella persona que aportaron en el presente trabajo y que gracias a ello y sin la asistencia brindada no sería viable esta Tesis. Un agradecimiento especial al Magister Ingeniero Civil Carlos S. Huamán Torrejón por brindarnos su experiencia y capacidad para realizar este trabajo de investigación.

Gracias a mi amigo Isaías Huancas Vásquez por el trabajo en equipo que realizamos para presentarles este proyecto de investigación. Les digo a todos ellos “Muchas Gracias”, por todo.

Ander Nilson

Agradecer de manera sincera a todas aquellas personas que pudieron aportar en conocimientos a mi desempeño profesional, ya que gracias a ello se hizo posible concluir el presente trabajo de investigación.

Agradezco enormemente al asesor de tesis al Magister Ingeniero Civil Carlos S. Huamán Torrejón por todo el apoyo que nos brindó durante el desarrollo de esta investigación.

A mi gran amigo Ander Nilson Idrogo Burga porque sin él y sin su trabajo en equipo no podría haber logrado mi meta.

De todo corazón, muchas gracias.

Isaías

Índice general

Ficha de Identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I.....	16
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	16
1.1. Marco general del problema	17
1.2. Formulación del problema de investigación	18
1.3. Hipótesis de investigación	19
1.4. Objetivos.....	19
1.4.1 Objetivo general.....	19
1.4.2 Objetivos específicos	19
1.5 Justificación de la investigación	19
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1. Antecedentes Internacionales	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	21
2.1.3. Antecedentes Locales:.....	23
2.2. Fundamentos teóricos	24
2.3. Definición de términos básicos	31
CAPÍTULO III.....	32
MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	32
3.1.1 Ubicación Política	32
3.1.2. Ubicación Geográfica.....	32
3.1.3. Periodo de Ejecución	35
3.1.4. Autorizaciones y permisos	36
3.1.5. Control ambiental y bioseguridad.....	36
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales	36
3.2. Sistema de variables.....	36

	10
3.2.1. Variables principales.....	36
3.2.2. Variable secundaria.....	36
3.3. Procedimientos de la investigación.....	36
3.3.1. Objetivo específico 1.....	40
3.3.2. Objetivo específico 2.....	41
3.3.3. Objetivo específico 3.....	41
3.3.4. Objetivo específico 4.....	41
 CAPÍTULO IV	 42
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	42
4.1 Resultados de la investigación.....	42
4.1.1 Resultado del objetivo específico 1, realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno por donde pasará la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.	42
4.1.2 Resultado del objetivo específico 2, determinar mediante estudios hidráulicos los parámetros de diseño para efectuar la simulación hidráulica de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.	42
4.1.3 Resultado del objetivo específico 3, diseñar y construir la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.	43
4.1.4 Resultado del objetivo específico 4, Elaborar los planos en base a los resultados obtenidos del diseño y construcción la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.	50
4.3 Discusión de los resultados	51
4.4 Contrastación de la hipótesis.....	55
 CONCLUSIONES.....	 58
 RECOMENDACIONES.....	 59
 REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	 60
 ANEXOS.....	 62
ANEXO 1: Panel Fotográfico	62
ANEXO 2: Memoria de Calculo Hidráulico.....	64
ANEXO 3: PLANOS.....	67

Índice de tablas

Tabla 1	Cálculo y verificación del funcionamiento de la bomba de ariete	44
Tabla 2	Resultados del modelamiento hidráulico del tanque de reserva	46
Tabla 3	Resultados del modelamiento hidráulico de la red de conducción y distribución del centro poblado de Urcopata	47
Tabla 4	Resultados de los nudos obtenidos en el modelamiento hidráulico del centro poblado de Urcopata	49

Índice de figuras

Figura 1	Proceso de golpe de ariete en una tubería	24
Figura 2	Componentes de un sistema de bombeo con ariete hidráulico.....	26
Figura 3	Funcionamiento del sistema de bombeo con Ariete Hidráulico.....	27
Figura 4	Rendimiento energético del ariete hidráulico	29
Figura 5	Mapa del Perú	32
Figura 6	Mapa político de san Martín.....	32
Figura 7	Distritos de la provincia de Lamas	33
Figura 8	Localidad de Urcopata	34
Figura 9	Diagrama de actividades	35
Figura 10	Resultados de los parámetros de diseño del cálculo de la demanda.....	43
Figura 11	Inventario del modelo hidráulico empleado en la simulación hidráulica	45
Figura 12	Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la velocidad en la simulación hidráulica	48
Figura 13	Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la presión en la simulación hidráulica	50
Figura 14	Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica	56
Figura 15	Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica	57
Figura 16	Memoria de cálculo I para los parámetros de diseño.....	64
Figura 17	Memoria de cálculo II para los parámetros de diseño.....	65
Figura 18	Memoria de cálculo III para los parámetros de diseño.....	66

Índice de planos

Plano 1: Plano de Lotización	LT-01
Plano 2: Plano Topografico.....	TG-01
Plano 3: Plano de Simulación hidráulica	SH-01
Plano 4: Bomba de Ariete	BA-01

RESUMEN

Estudio hidráulico y construcción de una bomba de ariete para la captación y conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, Distrito y Provincia de Lamas, Región de San Martín.

En este proyecto de tesis se efectuó la simulación hidráulica y la construcción de tres bombas de ariete para el abastecimiento de agua destinada al C.C.P.P de Urcopata, considerando estudios básicos realizados tales como el estudio de topografía y el diseño de la red de suministro de agua potable empleado la bomba de ariete, el proyecto está dividido en 2 etapas, primera etapa se recolectaron datos de campo considerando el estudio de topografía y parámetros hidráulicos se obtuvo que el caudal de diseño es de 1.54 l/s. La bomba de ariete es alimentado por una red de conducción de 2" y la línea de conducción es de 1/2" el deriva hasta el reservorio con caudal del 0.52 l/s y para satisfacer esta demanda se emplea 3 bombas de ariete con un caudal total de 1.56 l/s, luego se procesó el modelamiento hidráulico desde el reservorio hasta las redes domiciliarias, mediante el software WaterCAD, las condiciones topográficas permiten emplear un modelo convencional para el provisión de agua potable (Sistema gravitatorio), inicia a partir de un reservorio de 26,55 m³ de capacidad, mediante una tubería de conducción de 6" con una longitud de 231.60 metros lineales y redes domiciliarias de 1/2". Se obtuvo que la velocidad máxima es de 0.78 m/s y para los nodos una máxima presión de 49.58 mmH₂O y una mínima presión de 28.99 mmH₂O. Se determinó en función de los resultados que el diseño de red cumple con las normas de construcción nacionales, logrando un eficiente funcionamiento en el sistema de suministro de agua apta para el consumo humano obteniendo presiones y velocidades en su mayoría dentro de los rangos establecidos en norma vigente.

Palabras clave: Diseño, construcción, bomba de ariete, modelamiento hidráulico

ABSTRACT

Hydraulic study and construction of an hydraulic ram pump for the collection and conduction of domestic water in the native community of Urcopata, District and Province of Lamas, Region of San Martín

The present investigation included the hydraulic simulation and construction of three water ram pumps for the water supply to the Urcopata C.C.P.P., considering basic studies such as the topography study and the design of the potable water supply network using the water ram pump. The project is divided into two stages: the first stage involved the collection of field data considering the topography study and hydraulic parameters; the design flow rate was 1.54 l/s. The hydraulic ram pump is supplied by a 2" conduction network and the 1/2" conduction line drifts to the reservoir with a flow rate of 0.52 l/s. To meet this demand, 3 ram pumps with a total flow rate of 1.56 l/s are required. The hydraulic modeling from the reservoir to the home networks was then processed using WaterCAD software. The topographic conditions allow the use of a conventional model for the supply of drinking water (gravity system), starting from a reservoir with a 26.55 m³ capacity, by using a 6" pipeline with a length of 231.60 meters and home networks of at least 1/2". It was determined that the maximum velocity is 0.78 m/s and for the nodes a maximum pressure of 49.58 mmH₂O and a minimum pressure of 28.99 mmH₂O. Based on the results, it was concluded that the network design complies with national construction standards, achieving an efficient operation in the potable water supply system, obtaining pressures and velocities mostly within the ranges established by the current standards.

Keywords: Design, construction, hydraulic ram pump, hydraulic modeling.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El ser humano, desde ya hace un período de tiempo tiende a sentir la necesidad de distribuir de una manera óptima el recurso hídrico del agua para realizar sus actividades básicas de consumo como el personal, agricultura, entre otros. La búsqueda de novedosos sistemas para lograr dicho fin se ha ido renovando desde el transporte simple como el de recipientes, baldes, cubetas, hasta nuevos modelos más innovadores como mecánicas eléctricas, bombas manuales, etc.

El enfoque de este proyecto es aprovechar el fenómeno físico de golpe de ariete, pero aplicado en una bomba. Dicho dispositivo consiste en bombear pequeñas cantidades de agua que circulan mediante ella, desde una fuente de abastecimiento, que posteriormente se elevará a proporciones más grandes que de la misma fuente. A razón, de ello, esas bombas se están empezando a emplear en varias partes del mundo debido a que otros sistemas resultan más caros, poco accesibles y dañinos para el planeta. Es decir, mediante la iniciativa actual pretende fomentar el uso de instrumentos que ayuden a muchos ámbitos, como el medio ambiente y las comunidades rurales de diversas secciones de nuestro país.

Los pobladores de la comunidad nativa de Urcopata se abastecen de agua a través de tuberías, esta es transportada de una quebrada cercana, la cual no es suficiente para abastecer la petición de la población y no se encuentra certificada para el consumo humano. Aunque se puede llegar a esta comunidad vía terrestre a través de una trocha carrozable las autoridades aún no han desarrollado un proyecto que pueda solucionar la demanda de agua de dicha comunidad.

Bajo este contexto, la investigación se enfocó en encontrar soluciones a la escasez de agua potabilizada del centro poblado de Urcopata, teniendo como problema principal ¿Por medio del estudio hidráulico y de la realización de una bomba de ariete, se podrá mejorar la captación y conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, distrito y provincia de Lamas, región San Martín?, tratando de responder la hipótesis planteada es posible que, mediante tres sistemas de bomba de ariete diseñadas y construidas permitirá abastecer de 26.55 m³ de agua a la comunidad nativa de Urcopata, Provincia de Lamas, región San Martín. El objetivo general fue la de diseñar y construir una o más bombas de ariete para abastecer la red de conducción de agua para uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, distrito y provincia de

Lamas, región de San Martín y los objetivos específicos fueron, 1ro: Realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno por donde pasará la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata; 2do: Determinar mediante estudios hidráulicos los parámetros de diseño para efectuar la simulación hidráulica de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata; 3ro: Diseñar y construir la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata; 4to: Elaboración de planos en base a los resultados obtenidos del diseño y construcción la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

En el capítulo I, se presenta el marco general del problema, formulación del problema de investigación, hipótesis de investigación, objetivo general, objetivos específicos y la 1.5 justificación de la investigación, en el capítulo II, antecedentes de la investigación, antecedentes internacionales, antecedentes nacionales, antecedentes locales, fundamentos teóricos y definición de términos básicos, en el capítulo III ámbito y condiciones de la investigación, ubicación política, ubicación geográfica, periodo de ejecución, autorizaciones y permisos, control ambiental y bioseguridad, aplicación de principios éticos internacionales, sistema de variables y procedimientos de la investigación, en el capítulo IV, se presenta los resultados y discusión donde incluye los resultados de la investigación, discusión de resultados por cada objetivo específico desarrollado y la contrastación de resultados, finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

1.1. Marco general del problema

El ser humano, desde ya hace un período de tiempo tiende a sentir la necesidad de distribuir de una manera óptima el recurso hídrico del agua para realizar sus actividades básicas de consumo como el personal, agricultura, entre otros. La búsqueda de novedosos sistemas para lograr dicho fin se ha ido renovando desde el transporte simple como el de recipientes, baldes, cubetas, hasta nuevos modelos más innovadores como mecánicas eléctricas, bombas manuales, etc.

El enfoque de este proyecto es aprovechar el fenómeno físico de golpe de ariete, pero aplicado en una bomba. Dicho dispositivo consiste en bombear pequeñas cantidades de agua que circulan mediante ella, desde una fuente de abastecimiento, que posteriormente se elevará a proporciones más grandes que de la misma fuente. A razón, de ello, esas bombas se están empezando a emplear en varias partes del mundo debido a que otros sistemas resultan más caros, poco accesibles y dañinos para el planeta. Es decir, mediante la iniciativa actual pretende fomentar el uso de instrumentos que ayuden

a muchos ámbitos, como el medio ambiente y las comunidades rurales de diversas secciones de nuestro país.

Los pobladores de la comunidad nativa de Urcopata se abastecen de agua a través de tuberías, esta es transportada de una quebrada cercana, la cual no es suficiente para abastecer la demanda de la población y no se encuentra certificada para el consumo humano. Aunque se puede llegar a esta comunidad vía terrestre a través de una trocha carrozable las autoridades aún no han desarrollado un proyecto que pueda solucionar la demanda de agua de dicha comunidad.

En este caserío viven aproximadamente unos 300 habitantes entre niños y adultos estos viven en casas de materia rustico (generalmente madera), con una economía de bajos recursos, que durante el verano, deben traer agua de otras comunidades que están más alejadas, esta actividad les causa un gasto económico para los pobladores que viven en este lugar, si se toma en cuenta en consumo de agua recomendado por la OMS que es de 100 l/hab/d, entonces la demanda de agua de esta comunidad sería de unos 30000 l/d.

Esta demanda de agua podría ser abastecida si se aprovecha adecuadamente el agua de la quebrada que está cercana a esta comunidad, por lo que, al desarrollar este proyecto, se espera que el problema de abastecimiento de agua de la comunidad nativa de Urcopata pueda ser solucionado.

1.2. Formulación del problema de investigación

Problema general

¿Por medio del estudio hidráulico y de la construcción de una bomba de ariete, se podrá mejorar la captación y conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, distrito y provincia de Lamas, región San Martín?

Problemas secundarios

- ¿Cuál sería la oferta y demanda que tendría el recurso hídrico en el área de estudio?
- ¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para el diseño y construcción de una bomba de ariete hidráulico?
- ¿Qué componentes tiene la conducción de agua para el uso doméstico?
- ¿El rendimiento de este sistema hidráulico demuestra que resulta eficiente?
- ¿Se satisfacen la demanda de agua?

1.3. Hipótesis de investigación

Es posible que, tres sistemas de bomba de ariete diseñadas y construidas permita abastecer de 26.55 m³ de agua a la comunidad nativa de Urcopata, Provincia de Lamas, región San Martín.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar y construir una o más bombas de ariete para abastecer la red de conducción de agua para uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, distrito y provincia de Lamas, región de San Martín.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno por donde pasará la red de conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata.
- Determinar mediante estudios hidráulicos los parámetros de diseño para efectuar la simulación hidráulica de conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata.
- Diseñar y construir la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata.
- Elaboración de planos en base a los resultados obtenidos del diseño y construcción la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata.

1.5 Justificación de la investigación

Actualmente se emplean tanto motobombas como algún sistema de bombeo para elevar el agua por encima del nivel de captación, el uso indiscriminado de diferentes tipos de combustibles ha hecho que el CO₂ se incremente ocasionando diferentes tipos de daños al medio ambiente. Otra de las circunstancias del diseño de este sistema de bombeo es a causa de que en el país exista gran parte zonas rurales que en algunos casos no refieren con suficientes recursos financieros para instalar un sistema de bombeo con electricidad o combustibles. Para lo cual resulta importante diseñar e implementar la bomba de ariete para que de esa manera el poblador de zonas rurales tenga una opción de solución para el problema del suministro de agua.

Como beneficiarios de este proyecto los aproximadamente 300 habitantes la comunidad nativa de Urcopata podrán tener acceso de agua apta para el consumo humano a su respectivo domicilio, además este proyecto servirá como ejemplo para que otras comunidades de bajos recursos económicos lo tomen como modelo a seguir, dado que, al contar con agua apta para el consumo humano en su domicilio, los habitantes de dicha comunidad podrán gozar de una mejor salud al no estarán expuestos al consumo de agua contaminada y, además de ello, podrán dedicarse a sus actividades diarias sin tener que preocuparse por el acceso al agua de mejor calidad.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Camacho y Meza (2017), en su tesis de investigación llamada “Diseño y construcción de un sistema de bombeo de ariete hidráulico multipulsor a escala de laboratorio”, se estableció tanto el diseño como la construcción de dicho sistema a escala de laboratorio, dentro de la Universidad Central de Ecuador (Facultad de Ingeniería). Para su realización organizada, se dividió en cuatro etapas el estudio empezando con el diseño, en donde se consideró diversos modelos de aplicación como el numérico. Seguido de ello, se hizo una simulación dinámica, del tipo hidráulico y comercial, para obtener parámetros de operación y de dimensionamiento. Con ello, se va a construir, junto a los materiales y equipos requeridos, el sistema para finalmente ponerlo en marcha según las pruebas que se le hagan de funcionalidad y acondicionamiento. Según los resultados que se pudieron obtener de forma experimental, se presenta un 10% aprox. de error de desviación.

Gómez y Triana (2015), en su trabajo denominado “Diseño Y Construcción De Una Bomba De Ariete Hidráulico Para Uso Residencial”, plantearon un mecanismo que haga más fácil la distribución de las aguas vertidas o grises que provienen de equipos eléctricos, como la lavadora, y de aguas obtenidas de las lluvias; para que así, se puedan emplear en actividades de descarga y lavado ya sea en sanitarios o pisos en las viviendas de Colombia. Asimismo, se pretende determinar las consideraciones para el diseño y fabricación del dicho mecanismo según parámetros de funcionalidad o económicos que permitan emplearlo de forma doméstica.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Chuquicondor (2019), en la tesis de su autoría denominada: “Mejoramiento del servicio de agua potable en el caserío Alto Huayabo-San Miguel de El Faique-Huancabamba-Piura”; efectuó el diseño de la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua potable en el Caserío Alto Huayabo empleando el Software Watercad y el de AutoCAD, se verificó que las presiones y las velocidades respectivas estén dentro de los parámetros establecidos en las normas vigentes. Para la línea principal o inicial se trabaja con el máximo caudal diario para su diseño y para la red que distribuirá el agua

potable se diseñará teniendo en cuenta el caudal máximo horario, considerando que presión no superen los 50 metros de columna de agua y que la velocidad no exceda los 3 metros/segundo. El proyecto de investigación favorecerá a más de 20 hogares con un total de más de 100 habitantes y se preparará hasta un periodo de diseño de 20 años con una población futura de 187 pobladores, incrementando las condiciones de vida de toda la población.

Palomino (2016), en su tesis “Diseño y construcción de una bomba de ariete hidráulico para el Fundo Porvenir, Huanta”, se basaron en el dimensionamiento y elección del tipo de material para los elementos y componentes que se emplearán en la fabricación y ejecución de un sistema de bombeo que permita impulsar el agua de una forma estratégica a través un fenómeno hidráulico llamado golpe de ariete. Con ello, el agua será distribuida de una manera eficiente y menos costosa mediante recursos que se encuentren en la misma localidad que va a salir beneficiada con la aplicación de esta tecnología. Dicha bomba está constituida de accesorios de tipo acero galvanizado, HDPE y bronce y la instalación de todo el sistema tuvo un costo total aproximado entre los S/. 967.50 y S/. 2,950.50.

Malca y Quiroz (2016), en su informe de investigación “Eficiencia de un sistema de suministro de agua por impulsión utilizando bombas de ariete hidráulico con válvulas en serie y en paralelo”, determinaron de forma experimental, a través de la realización de ensayos, que tan eficaz es un sistema para suministrar agua por impulsión empleando una bomba de ariete hidráulica junto a dos válvulas que trabajan en forma de serie (primer escenario) y dos válvulas que trabajan paralelamente (segundo escenario). Con ello, se obtuvieron resultados que dieron lugar a una evaluación comparativa respecto a ambos sistemas hidráulicos a un nivel de confiabilidad de data muy alta entre el 90 y 100% por el método que se empleó (mitades partidas). Como conclusión, luego de los 9 ensayos realizados para cada tipo de sistema hidráulico descrito, se tiene que el sistema que trabaja en serie tiene más eficiencia que el que trabaja en paralelo (112%).

Alayo y Espinoza (2016), en la investigación de su autoría denominada : “Simulación hidráulica de la línea de conducción y red de distribución de agua potable aplicando el software Watercad en la localidad de Laredo”; se llegó a obtener de la simulación hidráulica que, en los nodos de las redes, presiones entre 10 metros de columna de agua y 50 metros de columna de agua, valores permitidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones Permitiendo un funcionamiento adecuado en la simulación hidráulica. Con respecto a la velocidad obtenida en el simulacro realizado se estableció que en su mayoría cumplen con el reglamento vigente. Sin embargo, no todas las velocidades desempeñan con los requisitos mínimos, a pesar de ello el diseño realizado es adecuado

debido a que cumple con las demandas establecidas. Se ejecutó la simulación hidráulica de tres diferentes escenas posibles y concluyó que para el mejor funcionamiento se realizó el cambio de diámetros en las tuberías en un 95% por lo cual serán de 10 pulgadas, 8 pulgadas, 6 pulgadas y 4 pulgadas.

Díaz y Vargas (2015), En la tesis de su autoría denominada: "Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión aplicando el método de seccionamiento"; en relación al sistema de abastecimiento planeada en su tesis se logrará aumentar las condiciones de salud y como consecuencia incrementará la calidad de vida de la población beneficiaria. Los diámetros empleados para la red principal en la conducción del agua potable son de 3/4", 1" y 1 1/2". En la simulación hidráulica de la red de agua potabilizada que se utilizó el software denominado EPANET y AutoCAD civil 3D empleando en el diseño tuberías PVC, con un coeficiente de rugosidad de 150 según establecido en norma y se consideró para este caso cámaras rompe presión obteniendo presiones mayores de 60 mH₂O con los caudales ideales, válvulas de purga y cámaras de control.

2.1.3. Antecedentes Locales:

Frisancho (2018), en su tesis "Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida en el centro poblado de la marginal, distrito de Cuñumbuqui, San Martín", busca solucionar los distintos problemas que causa el déficit hídrico por medio de un diagnóstico cuantitativo y real de la localidad en la que se llevará a cabo la investigación. Por ello, se llevó a cabo el diseño de un sistema hidráulico por medio de cálculos, estudios como topografía, mecánica de fluidos que permitan abastecer correctamente de agua potable a los pobladores de la zona. Con el caudal de diseño calculado, se lleva a cabo una simulación de dicho sistema por medio del programa WaterCAD V8, con el fin de certificar la funcionalidad y obtener resultados más óptimos y a una mayor rapidez. Los componentes del sistema pueden ser del tipo captación, líneas conductoras o de conducción, líneas de aducción, redes de distribución, reservorios, plantas de tratamiento, entre otros.

Fernández y Salas (2018), en su informe denominado "Diseño del sistema de abastecimiento de agua utilizando la bomba de ariete en la localidad Limabamba, Soritor, Moyobamba, 2018", buscaron proponer el diseño de un sistema que abastezca de agua empleando una bomba de tipo ariete verificando y partiendo de los condicionantes topográficos. Para ello, se llevó a cabo el estudio de la fuente tomando en cuenta los parámetros de calidad y el método del aforo. Los resultados que se identificaron de todos los cálculos obtenidos, mostraron que los análisis tanto físicos, químicos y

microbiológicos cumplen los estándares establecidos. Asimismo, se determinó la cantidad necesaria para satisfacer el abastecimiento de 204 pobladores mediante una proyección.

2.2. Fundamentos teóricos

Golpe de ariete

Principios básicos del golpe de ariete

El fenómeno golpe de ariete es muy resaltante dentro del campo de la hidráulica a causa de los perjuicios que provoca en el traslado de fluidos por las tuberías, el mismo que genera sobrepresiones y la rotura de los sistemas encargados de dicho traslado en situaciones extremas. El ya mencionado fenómeno es producto de las oscilaciones provocadas por una imprevista variación de la velocidad del flujo que es circulado; lo cual, según sea su magnitud, pueden llevar al colapso de las tuberías. Las ventajas de emplear de acumular determinadas presiones en los sistemas de tuberías, es que, a partir de un análisis técnico, pueden llegar a ser alternativas resaltantes para levantar y trasladar fluidos (Rivadeneira y Silva, 2013).

Golpe de ariete el fenómeno físico

Para llevar a cabo el estudio y el análisis del fenómeno de golpe de ariete, se debe tener claro que dicha manifestación es de un régimen que no es permanente (variable), donde el fluido es compresible y la tubería ya no presenta rigidez. El fenómeno tiene origen en los ductos cuando se cierra o abre una válvula, cuando se disminuye el caudal de forma brusca y cuando se pone en marcha o se para una máquina del sector hidráulico (Palomino, 2016).



Figura 1. Proceso de golpe de ariete en una tubería

Nota. Adaptada de *Proceso de golpe de ariete en una tubería* [Figura1], por INPROCESS, 2021, INPROCESS (<https://inprocess.com.pe/wp-content/uploads/2021/08/212.jpg>.) CC BY 2.0

De la figura 1 presentada, se puede decir que, si dicha válvula se cierra de forma inmediata, generará ondas a modo de presión denominadas como golpe de ariete. Es decir, cuando se detiene el flujo de manera repentina, se disminuirá la velocidad y por consiguiente la energía cinética. Pero si, al contrario, la válvula se abre de forma brusca, se produce un golpe de ariete, pero negativo o una depresión (Palomino, 2016).

Bomba de ariete hidráulico

Es una máquina que tiene un funcionamiento completamente distinto a otro tipo de bomba ya que no necesita motor debido a que utiliza el agua. Eso quiere decir que saca provecho de la acumulación de energía de presión para posteriormente transmitirla a una corriente.

Componentes de la bomba de ariete

De acuerdo a Chero (2018), la instalación de un sistema de bombeo del tipo ariete hidráulico está constituido de los elementos y componentes:

1. **Nivel de agua:** Es la altura en la que se encuentra el agua del tanque de alimentación.
2. **Rejilla:** Tiene la función de impedir que las impurezas que provienen del centro de acopio de agua logren ingresar al sistema de la bomba.
3. **Tanque de alimentación:** Es el depósito de captación de agua de un río, embalse natural u otro tipo de recurso hídrico que sirve para abastecer de agua al ariete hidráulico. Su diseño y construcción depende del lugar en donde se hará la captación y de la aplicación y uso que se le dará.
4. **Tubería de carga o de alimentación:** Es uno de los componentes fijados que se encarga de conectar el tanque de alimentación y el cuerpo del ariete.
5. **Válvula compuerta o llave de cierre:** Sirve para detener o poner en marcha la funcionalidad de la bomba en caso se requiera realizar algunas diligencias manuales.
6. **Válvula de descarga o de retención:** Permite que el agua pueda ingresar a la cámara de aire e imposibilita su retorno debido al efecto de aire en compresión localizado en dicha cámara.
7. **Base de la bomba de ariete:** Viene a ser la superficie en donde se encontrará fijada la bomba dependiendo del tamaño del sistema o del cuerpo.
8. **Caja de válvulas:** Es la zona donde se dan lugar a las alteraciones de las ondas de tipo presión y donde se localizan las válvulas de descarga o de impulso.

9. **Desagüe a río:** Es el mecanismo para trasladar el caudal que no se ha utilizado hacia alguna zona de descarga como una acequia o un río.
10. **Válvula de impulso:** Se encarga de dar inicio al golpe de ariete producto del cierre en forma brusca que se genera por la velocidad del agua que se ha incrementado. Asimismo, permite regular el agua que ingresará a la cámara de aire.
11. **Cámara de aire:** Es el componente que permite impulsar el agua por medio de la tubería de descarga y el que absorbe las sobrepresiones al actuar como una forma de amortiguador para que la descarga tenga un flujo prácticamente continuo.
12. **Tubería de descarga:** Es el dispositivo que conecta al tanque de almacenamiento con la cámara de aire.
13. **Tanque de almacenamiento:** Es un depósito que depende del uso que tendrá el agua y del caudal que es suministrado por la bomba. Está constituido por un sistema de distribución y de rebose.

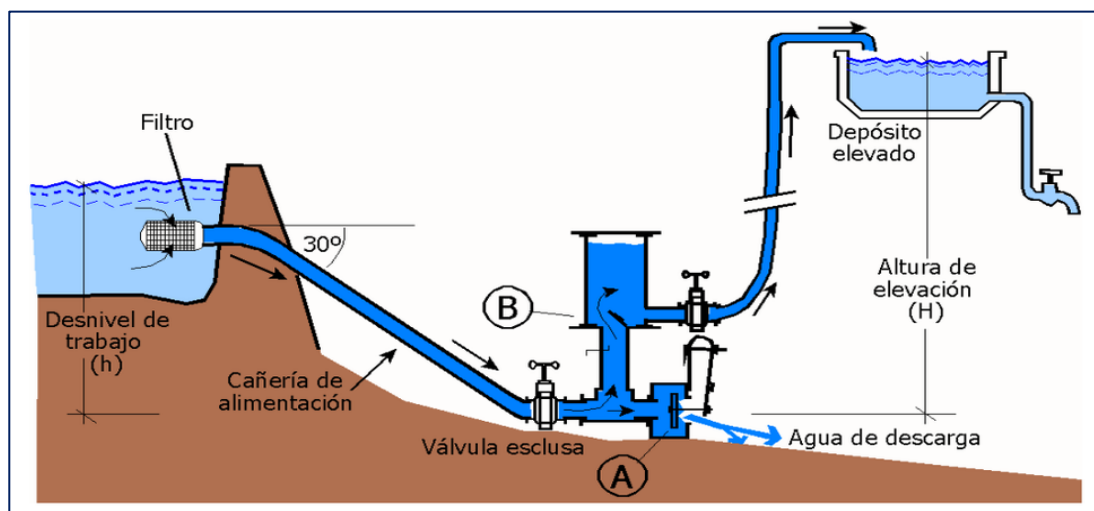


Figura 2. Componentes de un sistema de bombeo con ariete hidráulico

Nota. Adaptada de *Componentes de un sistema de bombeo con ariete hidráulico* [Imagen], por Czajkowski, 2007, Wikipedia (https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_ariete) CC BY-SA 2.5

Funcionamiento de la bomba de ariete

De acuerdo a Ortega (2015), para percibir el funcionamiento de este ejemplo de bomba, se explicará el proceso que se realizará de manera ininterrumpida una y otra vez.

En primer lugar, debido a que se apertura la válvula compuerta o de alimentación (A), el agua comienza a distribuirse por el interior de todo el cuerpo del ariete (B), hasta que llegue a la válvula de impulso (C) y ésta se cierre de forma inmediata a consecuencia de la energía potencial y cinética del agua; llegando a producirse el ya mencionado fenómeno de ariete.

Posteriormente, a principio de la repentina interrupción de la válvula de propulsión, el agua llega a retroceder por medio de ondas del tipo presión, las cuales impactan con las moléculas provenientes de la tubería de suministro; generando, la apertura de la válvula de descarga debido a la sobrepresión en el interior de la bomba de ariete ariete.

Debido a que la válvula de descarga se abre, una determinada proporción de agua logra ingresar a la cámara de aire; haciendo, que se comprima el aire que se encuentra presente en su zona externa.

Asimismo, debido a que en el cuerpo de ariete cesa la sobrepresión, llega a disminuirse la fuerza que ocasionaba la apertura de la válvula del tipo descarga y se llega a cerrar por la expansión del aire que se comprime en la cámara; el cual, empuja el agua que se encontraba en la cámara a través de la tubería de descarga. Con ello, se llega a abrir la válvula de impulso.

El ciclo se llega a repetir una y otra vez haciendo que el aire se llegue a comprimir cada vez más en su cámara respectiva, y por consiguiente, expulsando al agua a una mayor altura como ya se ha mencionado por la tubería y llegando a producir un fluido que se mantiene constante.

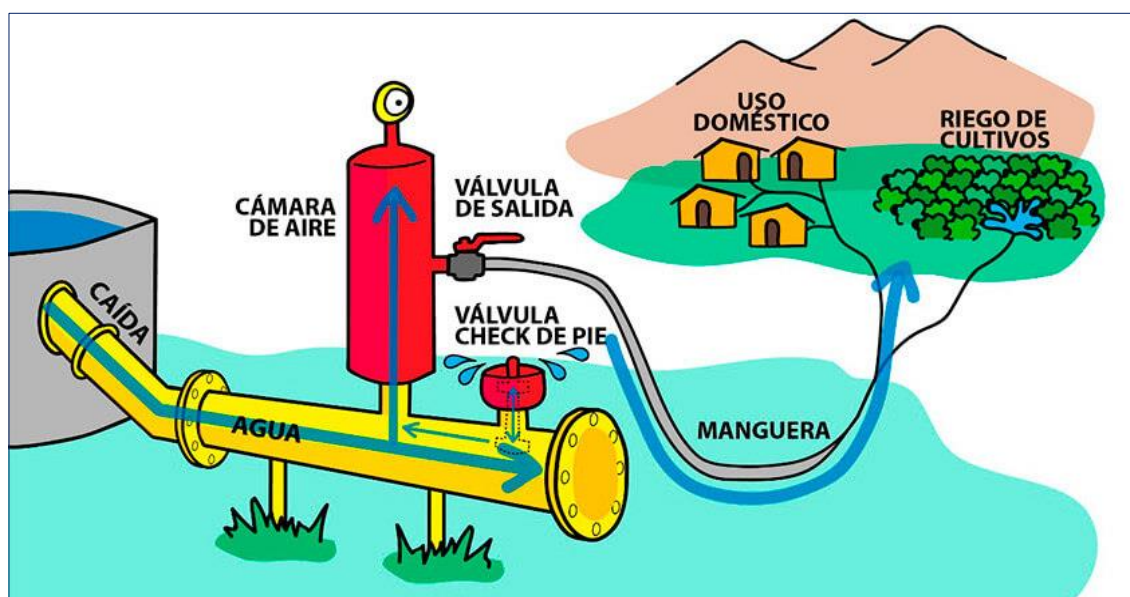


Figura 3. Funcionamiento del sistema de bombeo con Ariete Hidráulico

Nota. Adaptada de *Bombas de ariete para las zonas rurales* [Imagen], por Hadzich, 2021, AGROPERÚ INFORMA (https://www.agroperu.pe/wp-content/uploads/agroperu-informa_bombas-ariete.jpg) CC BY 2.0

Parámetros de diseño de la bomba

Según Piña (2021), los parámetros hidráulicos para determinar el sistema de bombeo del tipo ariete hidráulico son los siguientes:

Localización de la bomba

Se deben considerar los factores geográficos del terreno para determinar si el lugar en donde se llegará a ubicar e instalar la bomba resulta idóneo ya que tiene que resultar adecuado para el posterior mantenimiento que se le dará al dispositivo hidráulico.

Demanda de agua diaria

Se debe obtener para conocer el gasto total general que traerá el consumo de agua ya sea de personas en sus actividades cotidianas, de animales o para la actividad económica de riego agrícola. Dicha demanda diaria computada es dividida por veinticuatro, para calcular la correspondiente por cada sesenta minutos.

Altura de descarga o entrega (Hd)

Viene a ser la distancia vertical requerida entre el depósito de almacenamiento y el cuerpo de la bomba para trasladar el agua hasta un cierto nivel que permita emplear el agua en actividades o funciones como riego, almacenamiento, entre otros.

Altura de carga o suministro (Hs)

Es la distancia vertical que existe entre el tanque de alimentación y el cuerpo de la bomba de ariete. En este parámetro se debe tener en cuenta que, a mayor altura, el rendimiento será mejor. Como mínimo, debe tener un metro hasta un máximo de doce.

$$1\text{m} \leq H_s \leq 12\text{m}$$

$$H_s = 1/3 H_d$$

Tubería de carga o suministro

Tiene como fines la conducción del caudal requerido desde el tanque de alimentación hasta el cuerpo de la bomba y de resistir los efectos del tipo ondulatorio que se producen por el fenómeno de ariete. Su ángulo de inclinación debe estar entre los 10° y 45° respecto a la horizontal. Weinmann recomienda que su longitud sea de cuatro veces la altura de carga y Watt menciona que debe cumplir la siguiente relación:

$$L/D = 150 \text{ a } 500$$

Tubería de descarga o entrega

Es la que transporta el agua hasta el tanque de descarga. Para calcular su diámetro se debe tener en cuenta la siguiente consideración:

$$D_d = D_s/4 \text{ a } D_s/2$$

Donde:

D_d = Diámetro de descarga o entrega (m)

Ds= Diámetro de carga o suministro (m).

Caudal de descarga o entrega: Es la cantidad de agua que la bomba entrega cuando el sistema se encuentra funcionando.

$$Q_{des} = \frac{H_s * D^2 * U_c * \pi * C_d}{10 * H_d}$$

Donde:

Qdes= Caudal de descarga o entrega (m³/s)

Cd= Coeficiente de descarga

Hd= Altura de entrega (m)

D= Diámetro interno de la tubería de suministro (m)

Hs= Altura de suministro (m).

Uc= Velocidad de cierre de la válvula de impulso (m/s)

Caudal de alimentación o de la fuente

Puede ser el proveniente a un manantial o a una quebrada, en donde el mínimo gasto de la fuente podría abastecer el consumo que sea requerido y el correspondiente a las pérdidas de funcionalidad y de conducción del sistema. Su valor dependerá del espesor de la tubería de carga o abastecimiento y en caso ésta sea del tipo de hierro galvanizado.

Rendimiento del ariete hidráulico

Es la proporción que el agua que puede ser bombeada respecto al total que ha sido acanalada por el sistema y varía según el cociente Hd/Hs, ya que, si el valor que se obtiene es mayor, el rendimiento es menor (Arangurí, 2018).

Donde:

Hd= Altura de entrega o descarga (m)

Hs=Altura de suministro o carga (m)

h/H	2	3	4	6	8	10	12
R	0,85	0,81	0,76	0,67	0,57	0,43	0,23

Figura 4. Rendimiento energético del ariete hidráulico

Nota. Adaptada de Cálculo de caudal de elevación de la bomba de ariete hidráulico [Imagen], por Perez, 2018, Blogger (<https://bombariete.blogspot.com/2018/05/calculo-de-caudal-de-elevacion-de-la.html>) CC BY 2.0

Eficiencia del ariete hidráulico

Con respecto a la eficiencia del ariete, se determina usando la fórmula dada por (Arangurí, 2018):

$$n = \frac{H_d * Q_{des}}{H_s * Q_t}$$

Donde:

n= Eficiencia (%)

Hd= Altura de entrega o descarga (m)

Hs=Altura de suministro o carga (m)

Qdes= Caudal de descarga o entrega (m3/s)

Qt= Caudal total (descarga + perdido) (m3/s)

Abastecimiento de agua

Es el sistema que da la posibilidad que el agua captada desde la fuente, pueda llegar hasta un punto domiciliario bajo factores de calidad y cantidad. Este parámetro se puede clasificar en distintos tipos de sistemas como por gravedad con y sin tratamiento, así como el bombeo con y sin tratamiento (Enriquez, 2017).

1. **Captación:** Es la estructura, de material resistente como el concreto armado, que se encarga de la protección del manantial y que agrupa de forma adecuada el agua que llega a producir la fuente para dar abastecimiento a la comunidad. Para evitar que el agua llegue hasta el tope de la estructura, se instala un cono de rebose que regule el nivel de agua, así como una canastilla de salida que evite el ingreso de objetos de gran magnitud y de suciedad (Ruiz, 2016).
2. **Línea de conducción:** Hace referencia al tramo o sección de distribuciones y conductos que existen y que se encomiendan de conducir el agua a partir de la captación hacia el siguiente componente del sistema que viene a ser el reservorio (Ruiz, 2016).
3. **Reservorio:** Es una estructura constituida de concreto armado que se emplea para el almacenamiento del agua y con el fin de posteriormente distribuirla por las redes correspondientes, para así, proporcionar a la población de dicho recurso de manera eficiente y sin pausas (Ruiz, 2016).
4. **Red de distribución:** Consta de la línea de conducciones que se encargan de la distribución de agua a partir de la línea de aducción con dirección a las conexiones

domiciliarias. Usualmente van acompañadas de válvulas de control, cierre o de purga para que su funcionalidad no se vea afectada por diversos factores (Ruiz, 2016).

5. **Conexiones domiciliarias:** Son los accesorios y tuberías que se encuentran interconectados e instalados desde la red de distribución con dirección a los hogares o viviendas de los pobladores (Ruiz, 2016).

2.3. Definición de términos básicos

1. **Energía hidráulica:** Es el tipo de energía del tipo renovable que se obtiene de los fluidos con procedencia de canales, cuencas, ríos u otra fuente que hagan aumentar las energías tanto potencial como cinética de dicho fluido (Rivadeneira y Silva, 2013).
2. **Energía Cinética:** Es la energía requerida para que la velocidad de los fluidos se aumente desde que se encuentran en reposo hasta el máximo valor que puedan alcanzar. Se mide en Joules (J) (Palomino, 2016).
3. **Energía potencial:** Viene a ser la capacidad de un cuerpo para llevar a cabo el trabajo al interior de un campo de fuerzas del tipo magnética, gravitatoria, entre otras (Rivadeneira y Silva, 2013).
4. **Bomba hidráulica:** Es el mecanismo que permite trasladar o impulsar a los fluidos, por medio de la energía cinética aumentada, hacia ciertas distancias o alturas que se requieren (Palomino, 2016).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Ubicación Política

Lugar donde se realizará la investigación:

- País: Perú
- Región: San Martín
- Provincia: Lamas
- Distrito: Lamas
- Lugar: Urcopata
- Ubigeo: 2205010011
- Longitud: -76.503160
- Latitud: -6.391471

3.1.2. Ubicación Geográfica

Mapa del Perú



Figura 5. Mapa del Perú

Nota. Adaptada de *Departamento del Perú* [Imagen], por Pinterest, 2018, Pinterest (<https://www.pinterest.com/pin/742460688567179845/>) CC BY 2.0

DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN



Figura 6. Mapa político de san Martín

Nota. Adaptada de *División política de san Martín* [Imagen], por Discjockey, 2011, Wikipedia (https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Divisi%C3%B3n_Pol%C3%ADtica_de_San_Martin.jpg) CC BY 2.0

PROVINCIA DE LAMAS

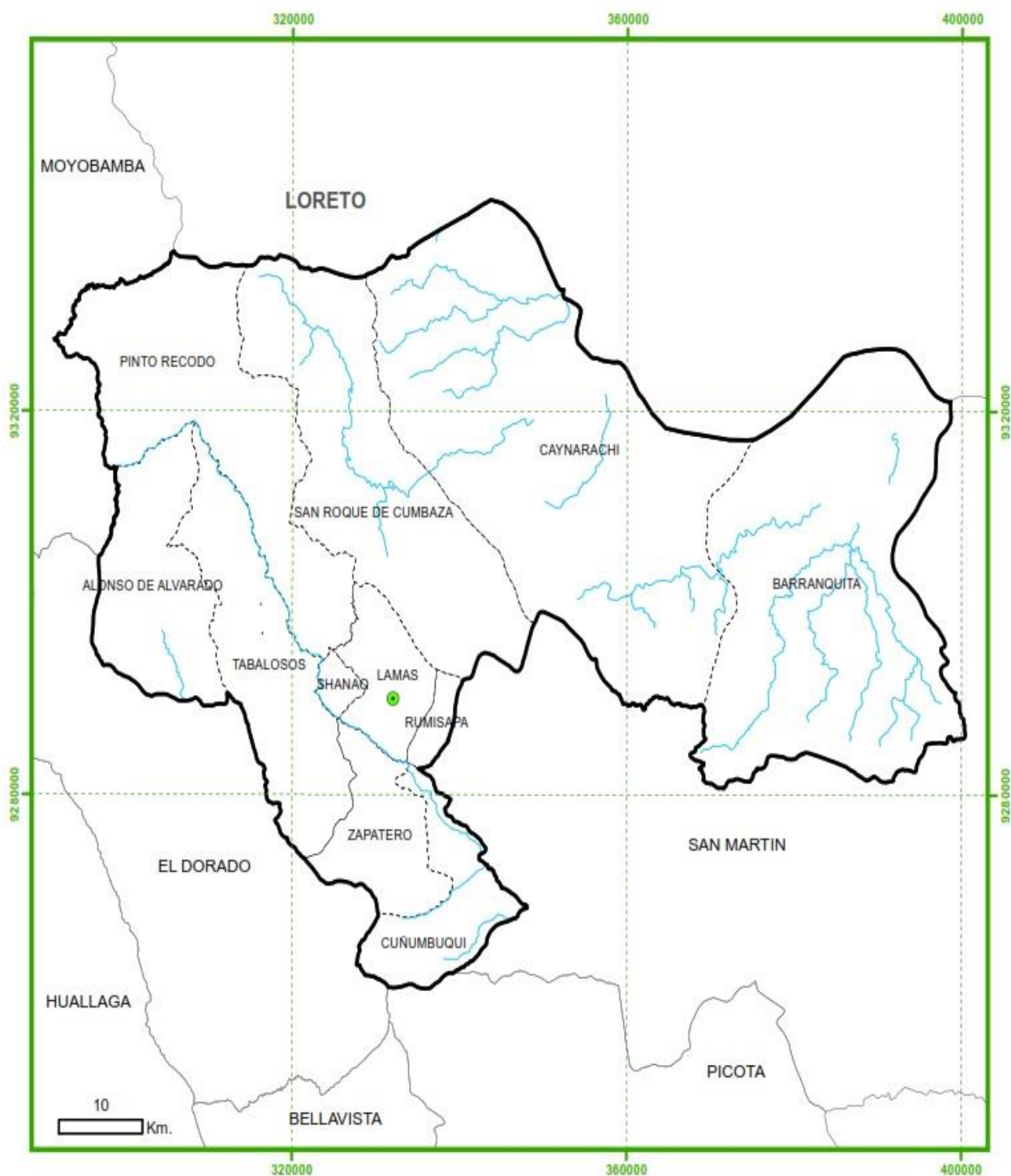


Figura 5. Distritos de la provincia de Lamas

Nota. Adaptada de *División política de san Martín* [Imagen], por COOPERACIÓN ONG, 2016, COOPERACIÓN ONG (<https://cooperacion.org.pe/mapas/lamas-noviembre-2016/>) CC BY 2.0

LOCALIDAD DE URCOPATA



Figura 6. Localidad de Urcopata

Nota. Adaptada de *Ubicación de la localidad de Urcopata* [Imagen], por Google maps, 2020, Google maps (<https://www.google.com/maps>) CC BY 2.0

3.1.3. Periodo de Ejecución

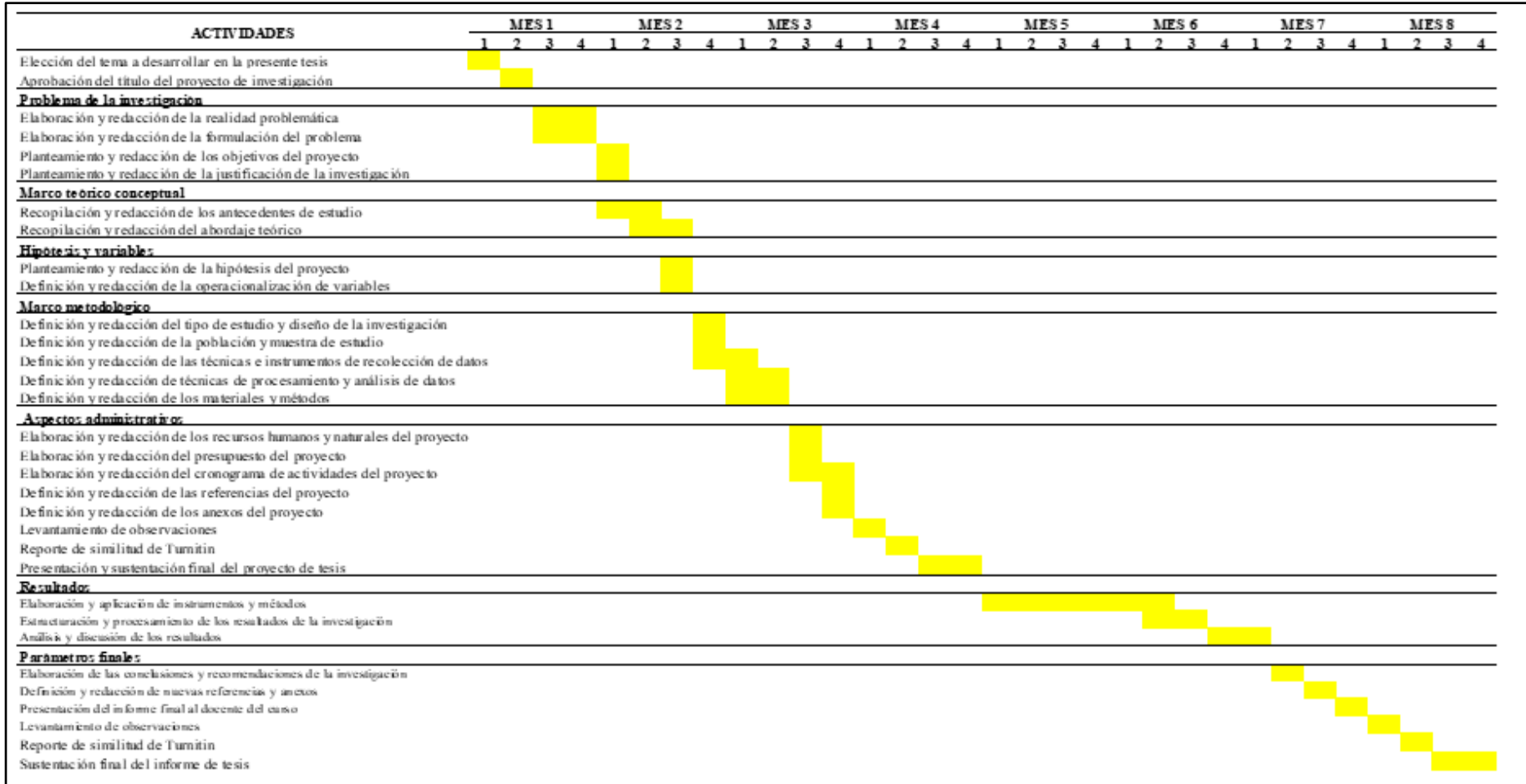


Figura 7. Diagrama de actividades

Nota: Elaboración propia

3.1.4. Autorizaciones y permisos

Sí se presentarán documentos y solicitudes simples o de acuerdo a los formatos ya establecidos por las entidades de las que se requiera permisos, recopilación de información u obtención de datos, ya sea la municipalidad, organismos del estado, empresas privadas, comunidad campesina, comuneros, universidad, entre otros. El fin siempre será lograr ejecutar cada uno de los objetivos planteados por lo que se debe especificar que se hará, como se hará y el tiempo aproximado que tomará realizar las actividades, el mismo procedimiento para la solicitud de información específica.

3.1.5. Control ambiental y bioseguridad

El control tanto ambiental y el control de bioseguridad estarán regidos bajo la normativa vigente, respetando todo derecho ambiental y de vida.

3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

Toda investigación que implique realizar, manipular o poner en ejecución alguna actividad tienden a tener riesgos, generalmente controlados, sin embargo, en la coyuntura actual; de la pandemia, se debe mantener un control de bioseguridad desde el uso de mascarilla y las dosis de vacunación completa hasta el simple hecho de mantener la distancia.

En el presente estudio se tiene en cuenta la condición de no contaminantes, es decir, determinar los grados de impacto ambiental que puede generar cada actividad de ejecución para prevenir o justificar el progreso de ejecución de este proyecto.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

Variable Dependiente: Captación y conducción de agua de uso doméstico.

3.2.2. Variable secundaria

Variable Independiente: Bomba de ariete.

3.3. Procedimientos de la investigación

En este punto de la investigación se desarrolló visitas de campo y se analizó de manera más detallada los elementos que desencadenan la problemática actual, al mismo tiempo se hizo visitas in situ las redes de distribución y al caudal de abastecimiento.

Entrevista a informantes claves: Selección de una o varias personas y/o a través de un grupo focal, realizar preguntas facilitadoras de discusión relacionada con la problemática del agua apta para el consumo humano y su abastecimiento en la localidad de Urcopata

que concierne al distrito de la Lamas. Se hizo sugerencias a la participación de representantes de la autoridad distrital y líderes comunitarios. Mediante el apoyo de instrumentos de recolección, listas de orientación, obtención de muestras de agua, topografía y georreferenciación.

Al momento de recoger y comparar la información del origen y la de in situ se realizó el estudio correspondiente usando el programa de ingeniería tales como el de AutoCAD 2020 (programa que permite plasmar no solo el dibujo real al dibujo digital si no también la de digitar la topografía del terreno), se empleó Microsoft Excel para realizar los cálculos correspondientes, posterior a ello se dio uso al software de nombre Watercad v10.00 con la finalidad de procesar la red hidráulica y obtener los resultados tentativos.

Estudio del levantamiento topográfico

El estudio del levantamiento topográfico es una disciplina fundamental para la planificación y desarrollo de proyectos. Consistió en la medición y representación precisa de la superficie terrestre, utilizando técnicas como GPS y estaciones totales. Este estudio permitió determinar la ubicación, altitudes, pendientes y detalles geográficos de un terreno. En el caso diverso del Perú, país y geográficamente complejo, el levantamiento topográfico es esencial para el diseño de carreteras, infraestructuras, construcciones y gestión de recursos naturales. Además, contribuya a la exhibición y protección del patrimonio cultural y arqueológico, mediante la documentación y mapeo de sitios históricos.

Determinación de los parámetros de diseño

Se propuso la red de conducción de agua para uso doméstico en el centro de Urcopata, junto con su correspondiente red de distribución, a fin de lograr un comportamiento eficiente de acuerdo con las medidas establecidas. Para ello, se calculó la población futura, el período de diseño, el caudal de diseño y el volumen de embalse, para luego introducir esta información en un programa de simulación. Como resultado, se construyó un software cuyo algoritmo nos proporciona una variedad de opciones para realizar el cálculo hidráulico mediante una simulación hidráulica computarizada utilizando la aplicación denominada Watercad.

Simulación hidráulica

Las bombas de ariete pueden diseñarse utilizando el caudal de diseño obtenido para aducción de agua natural, que luego se canaliza a un tanque de almacenamiento o embalse y, si es necesario, a otros elementos estructurales para el control de sedimentos antes de ser depositada en el embalse.

El programa Watercad permitió a los usuarios prever la administración a largo plazo de cualquier método de abastecimiento de agua potable, incluyendo, entre otros, estudios de protección contra incendios, estudios de vulnerabilidad, calibración hidráulica, evaluación de costes energéticos, eficiencia, etc. Utilizamos el programa para realizar la modelización hidráulica de archivos externos en formato DXF, la asignación de la demanda, la extracción de elevaciones, la preparación y gestión de modelos, la generación de informes, la gestión operativa y los cálculos y dibujos hidráulicos complementarios, además de la modelización y el análisis de líneas de suministro de agua a presión. Existen diversas opciones para mostrar los resultados del software en los informes. Como resultado, con esta información en la mano, es fácil ver cómo las características hidráulicas y físicas, datos definidos y establecidos, fueron incorporados en Watercad para crear el modelo hidráulico, y cómo éste representa con precisión las condiciones más similares y tangibles posibles para que las redes funcionen de la mejor manera posible.

Elaboración de los planos

El estudio que aquí se ofrece incluye diversos planes que recopilan e informan de los resultados, como:

Plano de ubicación

Plano de lotización

Plano de topográfico

Plano de los resultados finales

Datos que se empleó para la simulación hidráulica:

Caracterización de la urbanización

Para determinar las características del centro poblado Urcopata, se efectuó de manera in situ, por ello se realizó el estudio topográfico y la información respecto a la urbanización, realizando un recorrido por las calles del centro poblado y verificando lo siguiente:

El centro poblado de Urcopata esta abastecida por una fuente de agua subterránea, la población es abastecida mediante agua entubada la cual recibe tratamiento mínimo de desinfección en los reservorios, arriesgando la salud de todos los residentes, adicionalmente la red de distribución que la población tiene no satisface la demanda actual y como consecuencia de ello la presión ejercida en algunas tuberías no cumplen con los límites fijados en el reglamento vigente.

Características físicas de la red

Reservorio

El centro poblado de Urcopata tiene 2 reservorios existentes uno rectangular con un área de 12,50 metros cuadrados aproximadamente y uno circular con un área aproximadamente de 39,27 metros cuadrados.

Red de distribución y línea de aducción.

En las redes de aducción se tiene como diámetro de 2", las líneas de repartición están entre 1 pulgada y 1/2 pulgada, hasta el momento no se tiene información precisa de las conducciones efectivas debido a que estas fueron colocadas por la Junta de Administración de Servicios de Saneamiento (JASS) según la necesidad de cada poblador y sin ningún tipo de inspección y/o control.

Características hidráulicas de la red

La red hidráulica estará funcionando de manera gravitatorio sin empleo de bomba alguna, la característica hidráulica fue obtenida mediante criterio técnico empleado el libro de "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado" de autor Vierendel publicada en el año 2009, el cual describe que el empleo de K1 debe tomar un valor de 1,3 y K2 debe tomar un valor de 1,8 datos que coinciden con la norma vigente, con estos valores efectuaremos la simulación hidráulica para un periodo de diseño estático, para el análisis de flujo constante, para el diámetro en las líneas de distribución se consideró en base a criterio propio debido a que distribución de caudales se estableció de manera lineal para alcanzar un diseño de la red más realista.

Limitaciones encontradas durante la recolección de datos y el procesamiento del mismo

El boceto para el suministro de agua se realizó considerando los parámetros mínimos establecido en la calidad del agua están dentro del límite establecido por la norma vigente. En los estudios topográficos a realizar la limitación más probable que tengamos sería el relieve del terreno debido a que afecta a la gradiente de la línea de conducción. Realizar estudios topográficos con la finalidad de conocer el contorno u la topografía de la zona beneficiaria para optar por la pendiente ideal de diseño.

Resumen del procedimiento que seguí para lograr los objetivos trazados en mi tesis:

Mediante el presente trabajo de investigación se realizó el levantamiento topográfico de los suelos y respectivo análisis del agua del centro poblado Urcopata obteniendo las muestras.

Implementación del proceso físico para establecer los cálculos matemáticos descritos en la memoria de cálculo tales como:

- Determinación de la población de diseño.
- Predimensionamiento del tanque de reserva.
- Obtención del caudal de diseño.
- Diseño de la bomba de ariete.
- Establecer dimensiones del sistema de tratamiento.
- Se implementó un sistema de tratamiento

Programas de ingeniería tales como:

- Auto CAD: Para el dibujo del plano del proceso físico, para apreciar con detalle el dimensionamiento y sus componentes.
- Watercad: Para calcular la red de distribuciones y demás estructuras hídricas
- Recolección de muestras para análisis.
- Extracción manual de muestras
- Análisis de muestras:
Los análisis de los parámetros físicos, químicos, biológicos fueron medidos con equipos del laboratorio de Salud Pública San Martín
- Caracterización de las muestras.
- Ubicación del punto de monitoreo, medición de caudal.
- Los Resultados se discutirán en el CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.3.1. Objetivo específico 1

El objetivo específico 1 busca realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno por donde pasará la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

Para establecer la oferta y demanda de recursos hídricos se harán las siguientes actividades:

Actividades 1: Solicitar a la municipalidad u órgano del estado la información sobre las fuentes de agua y su disposición a ser utilizadas.

Actividades 2: Localizar la zona de estudio políticamente y geográficamente.

Actividades 3: Realizar el recorrido de campo para la identificación la ubicación del punto de captación o puntos claves.

Actividades 4: Realizar el levantamiento topográfico de la zona en estudio.

3.3.2. Objetivo específico 2

El objetivo específico 2 busca determinar mediante estudios hidráulicos los parámetros de diseño para efectuar la simulación hidráulica de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

Para establecer cuál es el correcto sistema hidráulico se harán las siguientes actividades:

Actividades 1: Determinar la disponibilidad de los recursos hídricos mediante una solicitud a la empresa prestadora de servicios de saneamiento.

Actividades 2: Calcular la población futura.

Actividades 3: Calcular los el caudal de diseño.

Actividades 4: Calcular el volumen del tanque o reservorio necesario para la disponibilidad de agua apta para el consumo humano.

3.3.3. Objetivo específico 3

El objetivo específico 3 busca diseñar y construir la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

Para establecer cuál la simulación hidráulica más óptima se harán las siguientes actividades:

Actividades 1: Diseñar la bomba de ariete, según la demanda existente.

Actividades 2: Realizar simulaciones hidráulicas y optar por las más óptima y eficiente.

Actividades 3: Diseñar las redes de conducción, de distribución y domiciliarias acorde al consumo de la población.

3.3.4. Objetivo específico 4

El objetivo específico 4 busca elaborar de planos en base a los resultados obtenidos del diseño y construcción la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

Para realizar el compendio de los resultados se presentarán en los planos respectivos y se harán las siguientes actividades:

Actividades 1: Realizar el plano de ubicación de la localidad de Urcopata.

Actividades 2: Realizar el plano de lotización de la localidad de Urcopata.

Actividades 3: Realizar el plano de topografía de la localidad de Urcopata.

Actividades 4: Realizar el plano de simulación hidráulica del centro poblado de Urcopata.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados de la investigación

Debido a la topología y topografía de la zona, se sugirió diseñar una o varias bombas de ariete para obtener un suministro de agua suficiente; este recurso, sin embargo, necesita ser tratado en el embalse antes de ser distribuido a la población; por último, se describe cómo se obtuvieron los resultados utilizando la tabla (tabla de datos de demandas) introducida en la modelización hidráulica propuesta.

4.1.1 Resultado del objetivo específico 1, realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno por donde pasará la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

Las alturas actuales del terreno de cimentación se determinaron mediante una evaluación topográfica del centro urbano de Urcopata (Anexo 04), que condujo a la selección de un sistema de gravedad alimentado por bombas de ariete.

4.1.2 Resultado del objetivo específico 2, determinar mediante estudios hidráulicos los parámetros de diseño para efectuar la simulación hidráulica de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la simulación hidráulica de la red de conducción de agua residencial del núcleo urbano de Urcopata, en base a los parámetros de diseño calculados:

Resultados de los parámetros de diseño

Se aprecia en las siguientes tablas el resultado de los cálculos relacionados a los parámetros y/o límites de diseño relacionados al sistema de suministro de agua apta para el consumo humano: En la Figura 10 se expresa el resumen de todos los resultados relacionados al cálculo de la demanda de agua tales como la población de diseño, dotación diaria, caudal promedio anual de la demanda, coeficiente de variación k_1 y k_2 , caudal máximo horario, volumen de regulación, volumen de incendio, volumen de reserva, volumen de alimentación (75%), volumen de alimentación (100%) y el Predimensionamiento del tanque circular.

Datos de cálculo de demanda y volumen de reservorio	
Ubicación	
Localidad	Urcopara
Distrito	Lamas
Provincia	Lamas
Región	San Martín
Datos de población	
Densidad Promedia de vivienda	4 Habitantes/viv.
Cobertura de agua potable proyectada	100%
Población de Diseño (2022)	223
Población de Diseño Promedio	354
Datos de Demanda	
Dotación diaria	150 L/Hab./Dia
Caudal promedio anual de la demanda	16.02 L/s
Coefficiente de variación K1	1.3
Caudal máximo diario	0.80 Lts./seg.
Coefficiente de variación K2	1.8
Caudal máximo horario	1.54 Lts./seg.
Caudal máximo máxíorum	2.00 Lts./seg.
Datos del diseño Hidráulico del Reservorio	
Volumen de Regulación	13.28 m ³
Volumen de Incendio	-
Volumen de Reserva	6.64 m ³
Volumen de Alimentación (75%)	19.91 m ³
Volumen de Alimentación (100%)	26.55 m ³
Tiempo de Reserva	3 horas
Predimensionamiento del Tanque Circular	
Volumen de diseño	26.55 m ³
Altura	2.00
Radio	2.10

Figura 8. Resultados de los parámetros de diseño del cálculo de la demanda

Nota: Elaboración propia

4.1.3 Resultado del objetivo específico 3, diseñar y construir la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

Se aprecia los resultados obtenidos en el modelamiento hidráulico para el suministro de agua apta para el consumo humano, los siguientes resultados:

Resultados del diseño de la bomba de ariete

Mediante el cálculo hidráulico realizado a través del software Excel, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 1

Cálculo y verificación del funcionamiento de la bomba de ariete

CÁLCULOS DE LA BOMBA DE ARIETE		LINEA DE CONDUCCION	
		TRAMO 1 TUBERÍA PVC	
		CLASE 10	
L	Longitud	m	103.29
Hg	Altura geométrica	m	15.00
Q	Caudal	l/s	1.54
Di	Diámetro interior	mm	63.00
De	Diámetro exterior	mm	57.00
v	Velocidad	m/s	0.49
Pérdida de carga continua para tubería en servicio (Hazen Williams)			
C	Coeficiente de Hazen - Williams		140
J	Pérdida de Carga	m/km	4.73
Δh	Pérdida de Carga	mca	0.49
Hm	Hg + Δh	mca	14.51
Sobrepresión por golpe de ariete			
v	Velocidad del agua	m/s	0.49
e	Espesor	mm	19.30
E	Módulo de elasticidad a largo plazo	kg/m ²	1.00E+08
Kc	Valor "K" largo plazo (característica)		100
a	Celeridad de onda	m/s	511.42
m	Pendiente hidráulica		0.14
C	Coef. "C" según Mendiluce		1
K	Coef. "K" según Mendiluce		2
T	Tiempo de cierre	s	1.71
Tc	Tiempo crítico	s	0.4
Lc	Longitud crítica	m	437.26
	Tipo de conducción		Corta
	Tipo de cierre		Lento
	Fórmula		Michaud
ΔP	Golpe de Ariete	mca	25.54
Qs	Caudal de salida - Hazen Williams	l/s	0.52
Ds	Diámetro de salida	l/s	1/2"
	Presión Máxima	mca	40.05
	Presión Admisible de tubería	mca	50.00
	CONDICION		OK
	OBSERVACIONES		Se colocarán Valvulas de Control

Nota: Elaboración propia

Resultados de la simulación hidráulica

Inventario del modelo hidráulico

Se adjunta el inventario del modelo hidráulico obtenido en el modelamiento hidráulico mediante el software Watercad

Hydraulic Model Inventory: SIMULACIÓN HIDRAULICA DE URCOPATA.wtg			
Scenario Summary			
ID	1		
Label	Base		
Notes			
Active Topology	Base Active Topology		
Physical	Base Physical		
Demand	Base Demand		
Initial Settings	Base Initial Settings		
Operational	Base Operational		
Age	Base Age		
Constituent	Base Constituent		
Trace	Base Trace		
Fire Flow	Base Fire Flow		
Energy Cost	Base Energy Cost		
Transient	Base Transient		
Pressure Dependent	Base Pressure Dependent Demand		
Failure History	Base Failure History		
SCADA	Base SCADA		
User Data Extensions	Base User Data Extensions		
Steady State/EPS Solver	Base Calculation Options		
Calculation Options	Base Calculation Options		
Transient Solver Calculation	Base Calculation Options		
Network Inventory			
Pipes	29	Pumps	0
Laterals	0	Pump Stations	0
Junctions	27	Variable Speed Pump	0
		Batteries	
Hydrants	0	PRV's	0
Tanks	1	PSV's	0
-Circular	1	PBV's	0
-Non-Circular	0	FCV's	0
-Variable Area	0	TCV's	0
Reservoirs	0	GPV's	0
Customer Meters	0	Isolation Valves	0
Taps	0	Spot Elevations	0
SCADA Elements	0		
Pressure Pipes Inventory			
0.50 (in)	2,676.68 m	4.00 (in)	16.37 m
1.00 (in)	723.89 m	6.00 (in)	231.60 m
2.00 (in)	1,087.08 m	All Diameters	4,735.61

Figura 9. Inventario del modelo hidráulico empleado en la simulación hidráulica

Nota. Elaboración propia

Reservorio

El reservorio calculado es de 26.55 m³ al 100% y de 19.91 m³ al 75%, proponiéndose un reservorio tipo circular asentado en el terreno

Tabla 2

Resultados del modelamiento hidráulico del tanque de reserva

ID	Etiqueta	Elevación (Base)	Elevación (Mínima)	Elevación (Inicial)	Elevación (Máxima)	Volúmen (inactivo)	Diámetro	Caudal (Saliente neto)	Grado hidráulico
147	T-1	953.02	954.02	954.52	955.02	0	4.2	1.54	954.52

Nota: Elaboración propia

En el Anexo 3 se presenta como tentativa de diseño del tanque de reserva (Reservorio) en el plano denominado SH-2.

Tubería matriz

Es la tubería que inicia desde el reservorio hasta el circuito primario, el resultado de la tubería matriz es de un diámetro de 6" con un caudal de 1.50 L/s, una velocidad de 0.08m/s y con una longitud de 232 metros, se puede divisar en la Tabla 3.

Línea de distribución

Del modelamiento hidráulico realizado en el programa Watercad considerando los datos establecidos en la Tabla 17, presentamos los siguientes resultados:

Tuberías del sistema hidráulico

La presente tabla contiene datos sobre la cantidad de tuberías, longitud de tubería, nodo de inicio, nodo de parada, diámetro, material de la tubería, caudal, velocidad y la gradiente hidráulica.

Tabla 3

Resultados del modelamiento hidráulico de la red de conducción y distribución del centro poblado de Urcopata

ID	Label	Start Node	Length (Scaled) (m)	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
89	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-29	J-29	173.71	J-30	0.5	PVC	150	0.03	0.22	0.006
92	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-20	J-32	2.29	J-31	1.0	PVC	150	0.20	0.40	0.008
95	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-4	J-33	16.37	J-34	4.0	PVC	150	1.44	0.18	0.000
98	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-12	J-35	30.09	J-36	0.5	PVC	150	0.00	0.04	0.000
101	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-22	J-38	40.19	J-37	1.0	PVC	150	0.39	0.78	0.029
104	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-11	J-35	45.18	J-39	0.5	PVC	150	0.01	0.06	0.001
106	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-8	J-40	49.47	J-41	0.5	PVC	150	0.12	0.95	0.095
109	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-2	J-33	60.00	J-42	0.5	PVC	150	0.01	0.08	0.001
111	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-7	J-40	65.08	J-43	0.5	PVC	150	0.01	0.08	0.001
113	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-27	J-31	66.22	J-29	0.5	PVC	150	0.12	0.93	0.091
114	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-10	J-41	71.99	J-35	0.5	PVC	150	0.04	0.29	0.010
115	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-21	J-37	74.18	J-32	1.0	PVC	150	0.32	0.62	0.019
116	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-18	J-44	88.33	J-45	0.5	PVC	150	0.01	0.11	0.002
119	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-28	J-46	105.73	J-47	1.0	PVC	150	0.02	0.03	0.000
122	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-19	J-31	127.16	J-44	0.5	PVC	150	0.05	0.41	0.020
123	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-26	J-29	130.76	J-48	0.5	PVC	150	0.03	0.23	0.007
125	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-6	J-49	138.38	J-40	1.0	PVC	150	0.17	0.34	0.006
127	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-24	J-32	197.71	J-48	0.5	PVC	150	0.07	0.56	0.035
128	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-25	J-48	142.93	J-50	0.5	PVC	150	0.02	0.18	0.004
130	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-15	J-46	154.68	J-51	1.0	PVC	150	0.19	0.37	0.007
132	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-16	J-51	157.19	J-44	0.5	PVC	150	0.02	0.18	0.005
133	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-23	J-37	180.30	J-52	0.5	PVC	150	0.03	0.23	0.007
135	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-9	J-41	198.72	J-53	0.5	PVC	150	0.03	0.26	0.008
137	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-14	J-38	208.44	J-46	1.0	PVC	150	0.28	0.56	0.016
138	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-1	T-1	231.60	J-33	6.0	PVC	150	1.50	0.08	0.000
140	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-17	J-51	352.77	J-55	0.5	PVC	150	0.06	0.45	0.024
142	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-13	J-49	533.35	J-38	2.0	PVC	150	0.80	0.40	0.004
143	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-3	J-34	539.09	J-56	0.5	PVC	150	0.09	0.69	0.053
145	RED DE AGUA POTABLE (Polyline)-5	J-34	553.73	J-49	2.0	PVC	150	1.17	0.58	0.007

Nota: Elaboración propia

a. Velocidades

Se muestra los resultados de las velocidades obtenidas en el modelamiento hidráulico del centro poblado de Urcopata:

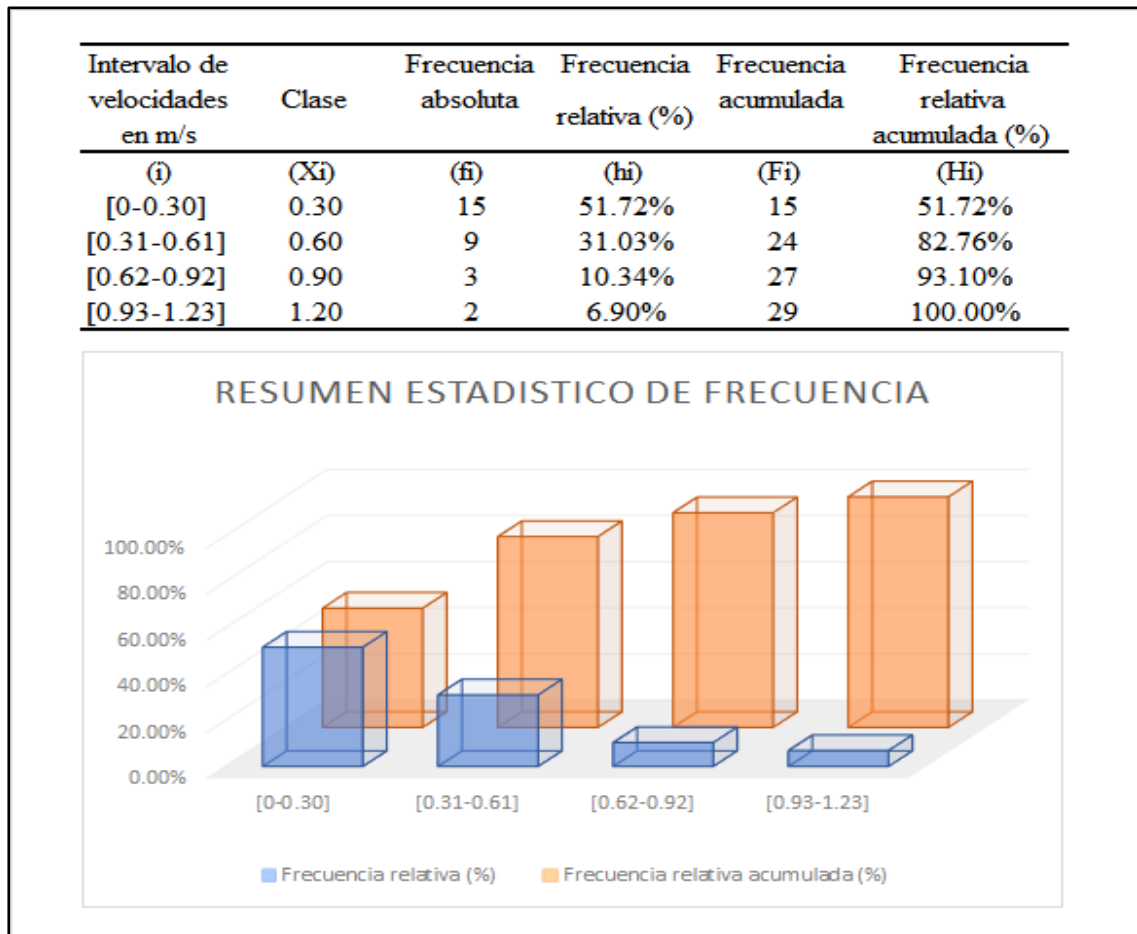


Figura 10. Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la velocidad en la simulación hidráulica

Nota. Elaboración propia

La figura 12 muestra que la modelización hidráulica predice los siguientes rangos de velocidades de flujo: (i) entre 0 y 0,30, que representa el 51,72%; (ii) entre 0,31 y 0,61, que representa el 31,0373%; (iii) entre 0,61 y 0,92, que representa el 10,34%; y (iv) entre 0,93 y 0,123, que representa el 6,90%. Las tuberías de esta gama de frecuencias absolutas se obtuvieron utilizando datos de modelización hidráulica sobre velocidades de flujo, por lo que se deduce que prácticamente siempre se ajustan a las normas aplicables.

Nodos del sistema hidráulico

La presente tabla contiene datos tales como el número del nodo, elevación, caudal, gradiente hidráulica y la Presión.

Tabla 4

Resultados de los nudos obtenidos en el modelamiento hidráulico del centro poblado de Urcopata

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (mm H2O)
90	J-29	890.22	0.06	939.73	49,413.38
91	J-30	889.23	0.03	938.61	49,283.56
93	J-31	896.24	0.03	945.75	49,408.25
94	J-32	896.45	0.04	945.77	49,219.10
96	J-33	918.60	0.05	954.51	35,832.46
97	J-34	917.14	0.18	954.50	37,289.30
99	J-35	915.00	0.02	944.06	28,999.34
100	J-36	915.00	0.00	944.05	28,991.77
102	J-37	898.80	0.05	947.21	48,310.18
103	J-38	902.83	0.13	948.37	45,448.63
105	J-39	911.33	0.01	944.03	32,637.17
107	J-40	906.14	0.04	949.48	43,254.13
108	J-41	910.17	0.05	944.79	34,553.04
110	J-42	914.61	0.01	954.45	39,757.84
112	J-43	905.58	0.01	949.41	43,741.82
117	J-44	897.29	0.06	943.25	45,864.74
118	J-45	894.11	0.01	943.08	48,876.37
120	J-46	898.87	0.08	945.11	46,146.05
121	J-47	908.06	0.02	945.10	36,960.68
124	J-48	896.19	0.08	938.83	42,554.71
126	J-49	904.99	0.20	950.35	45,266.91
129	J-50	896.98	0.02	938.19	41,120.44
131	J-51	896.02	0.11	943.96	47,843.36
134	J-52	896.28	0.03	945.96	49,584.33
136	J-53	908.34	0.03	943.15	34,738.55
141	J-55	892.64	0.06	935.51	42,786.64
144	J-56	894.17	0.09	926.19	31,952.16

Nota: Elaboración propia

b. Presiones

Se muestra los resultados de las presiones obtenidas en el modelamiento hidráulico del centro poblado de Urcopata:

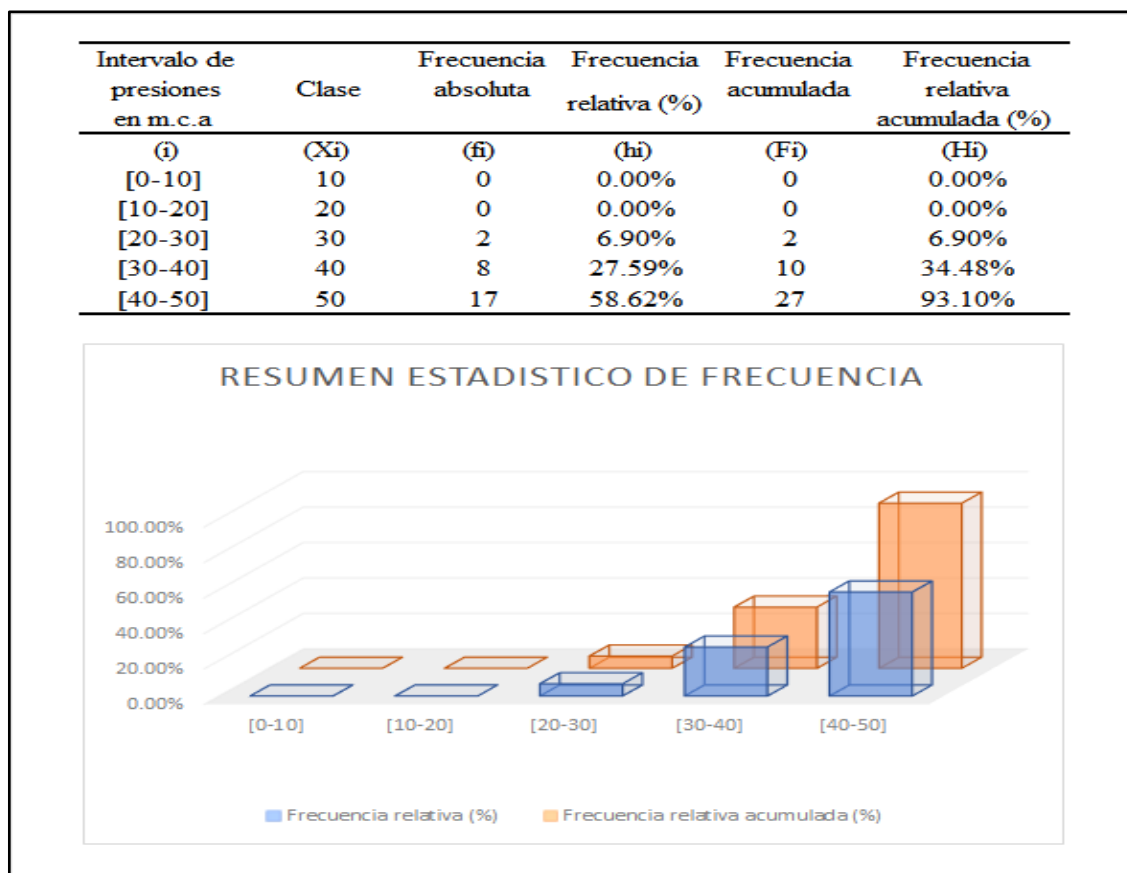


Figura 11. Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la presión en la simulación hidráulica

Nota. Elaboración propia

La figura 13 muestra que la presión ejercida sobre las tuberías es mayor entre 40 y 50 metros de columna de agua, menor entre 20 y 30 metros de columna de agua, y mayor de nuevo cuando la presión está entre 30 y 40 metros de columna de agua, con un total de 8 nodos. Como resultado, casi todos los nodos de la simulación hidráulica se sitúan dentro de estos rangos de presión.

4.1.4 Resultado del objetivo específico 4, Elaborar los planos en base a los resultados obtenidos del diseño y construcción la bomba de ariete y los componentes de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata.

De los resultados se obtuvo en el estudio de topografía y en la simulación hidráulica elaborando los planos respectivos (ver anexo 3) tales como:

- ✓ Plano de ubicación y localización

- ✓ Plano de topografía
- ✓ Plano de lotización
- ✓ Plano de Simulación hidráulica

4.3 Discusión de los resultados

Las conclusiones del presente estudio son las siguientes: el agua utilizada para abastecer a la población cumple las normas sanitarias y de seguridad, y el diseño hidráulico que se utilizará es un sistema convencional que se basa en la gravedad y consta de una bomba de ariete (que transporta el agua desde la captación hasta el depósito), un depósito de almacenamiento y un sistema de conductos.

Gómez y Triana (2015), se planteó diseñar y construir una bomba de ariete hidráulico para uso residencial el cual permite el aprovechamiento de las aguas vertidas provenientes de los equipos eléctricos y el aprovechamiento de aguas obtenidas de las lluvias, las cuales se emplearon en las descargas de los servicios higiénicos y el lavado de los pisos, para ello se empleó tuberías de 1/2" pulgada trasladando el agua residual a un tanque de reserva para su posterior uso; en la presente investigación se empleó el sistema gravitatorio para el suministro de agua ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, el cual ayuda al abastecimiento de agua potable para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una localidad futura de 354 pobladores. En modelamiento hidráulico se obtuvo tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados diferentes en el sistema de provisión de agua apta para el consumo humano porque ambos tienen finalidades diferentes tanto para su uso como las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica es diferente.

Camacho y Meza (2017), en su investigación planteó realizar un diseño de una bomba de ariete hidráulico para uso exclusivo de la facultad de ingeniería civil en la universidad central de Ecuador, el cual tiene un caudal de diseño de 8,2 l/min y empleo tubos de PVC de alimentación de 19.91 mm y tubos de PVC de distribución de 12.70 mm; sin embargo en la presente investigación se empleó el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua apta para el consumo humano ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, el cual ayuda al abastecimiento de agua apta para el consumo humano para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una población futura de 354 habitantes. En el modelamiento hidráulico se consiguió tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de

12.70 mm; se obtuvo resultados diferentes en la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata porque ambos tienen finalidades diferentes tanto para su uso como las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica es diferente.

Rivadeneira y Silva (2013), se planteó determinar la investigación de los fenómenos físicos que intervienen en las bombas hidráulicas de ariete con el fin de producir herramientas matemáticas y técnicas para el análisis del funcionamiento, obtenidas a partir de programas informáticos de diseño, construcción y dimensionamiento, no obstante y después de muchos cálculos se logró realizar el software para el dimensionamiento de una bomba de ariete; en la presente investigación se empleó el sistema gravitatorio para el suministro de agua apta para el consumo humano ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, el cual ayuda al abastecimiento de agua apta para el consumo humano para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una población futura de 354 pobladores. En el modelamiento hidráulico se consiguió tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados diferentes en el sistema de suministro de agua apta para el consumo humano porque ambos tienen finalidades diferentes debido a que uno tiene como objetivo realizar un software y el otro es el diseño de una red de abastecimiento.

Palomino (2016), en su investigación planteó realizar el diseño de la bomba de ariete hidráulico consistió en modificaciones a la válvula de descarga y a la válvula de descarga de 3 pulgadas de diámetro, que a nivel de la cámara de aire generan el golpe de ariete que, dispuesto estratégicamente, aprovecha la energía del agua que entra por la tubería de descarga de 3 pulgadas de diámetro y 20.40 metros de longitud a una caída de 6.10 metros; alimentada con un caudal de 247.20 l/min, bombea un caudal de 42.60 l/min a través de la bomba de ariete hidráulico está fabricada con componentes de acero galvanizado, bronce y polietileno de alta densidad; el coste de la bomba de ariete hidráulica es de novecientos sesenta y siete con cincuenta centavos y dos mil novecientos cincuenta con cincuenta centavos; en la presente investigación se empleó el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua apta para el consumo humano ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, cual ayuda al suministro de agua apta para el consumo humano para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una población futura de 354 pobladores. En el modelamiento hidráulico se consiguió tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para líneas de conducción y para redes

de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados diferentes en el sistema de suministro de agua apta para el consumo humano porque ambos tienen finalidades diferentes tanto para su uso como las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica es diferente, se construyó la bomba de ariete y el costo ascendió a s/. 1200.00.

Malca y Quiroz (2016), en su investigación planteó determinar de forma experimental, a través de la realización de ensayos, que tan eficaz es un sistema para suministrar agua por impulso empleando un pistón de ariete hidráulico junto a dos válvulas que trabajan en forma de serie (primer escenario) y dos válvulas que trabajan paralelamente (segundo escenario). Se concluye que luego de los 9 ensayos realizados para cada tipo de sistema hidráulico descrito, se tiene que el sistema que trabaja en serie tiene más eficiencia que el que trabaja en paralelo (112%), se empleó accesorios de 2" en todo el sistema; en la presente investigación se empleó el sistema gravitatorio para el suministro de agua apta para el consumo humano ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, el cual ayuda al abastecimiento de agua apta para el consumo humano para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una población futura de 354 habitantes. En el modelamiento hidráulico se consiguió tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados diferentes en el procedimiento de suministro de agua apta para el consumo humano porque ambos tienen finalidades diferentes tanto para su uso como las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica es diferente, se construyó la bomba de ariete y el costo ascendió a s/. 1200.00.

Chuquicondor (2019), en su investigación planteó efectuar el diseño de la simulación hidráulica para el suministro de agua apta para el consumo humano en el Caserío Alto Huayabo empleando un sistema gravitatorio de abastecimiento de agua, no se realizó ensayos del control de calidad del agua, sin embargo, sin embargo se ejecutó el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 25.40 mm para las líneas de conducción y diámetros de 19.05 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones dentro del rango de lo establecido en las normas vigentes; en la presente investigación se empleó el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua apta para el consumo humano ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, el cual ayuda al abastecimiento de agua apta para el consumo humano para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una población futura de 354 habitantes. En el modelamiento hidráulico

se consiguió tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados diferentes en la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata porque ambos tienen finalidades diferentes tanto para su uso como las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica es diferente, se construyó la bomba de ariete y el costo ascendió a s/. 1200.00.

Alayo & Espinoza (2016), en su investigación realizó el diseño de la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua apta para el consumo humano empleando un sistema gravitatorio de abastecimiento de agua, no se realizó ensayos del control de calidad del agua, sin embargo, se ejecutó el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 254 mm, 152 mm y de 101.60 mm para las líneas de conducción y diámetros de 50.80 mm para las acometidas, con ello se logró resultados de velocidades y presiones dentro del rango de lo establecido en las normas vigentes; en la presente investigación se empleó el sistema gravitatorio para el abastecimiento de agua potable ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, el cual ayuda al abastecimiento de agua apta para el consumo humano para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una localidad futura de 354 habitantes. En el modelamiento hidráulico se consiguió tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados diferentes en la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata porque ambos tienen finalidades diferentes tanto para su uso como las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica es diferente, se construyó la bomba de ariete y el costo ascendió a s/. 1200.00.

Frisancho (2018), en su investigación efectuó el diseño de la simulación hidráulica para el abastecimiento de agua potable empleando un sistema gravitatorio de abastecimiento de agua por tal motivo no se realizó el diseño de la bomba de ariete, solo se logró ejecutar el modelamiento hidráulico y se escogió el diseño más optimizado el cual inicio con tubería PVC de diámetro de 83.40 mm para las líneas de conducción y diámetros de 33 mm para las acometidas, con ello se obtuvo resultados de velocidades y presiones dentro del rango de lo establecido en las normas vigentes. Es así que en la investigación realizada se empleó sólo el sistema gravitatorio ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, el cual ayuda al abastecimiento de agua potable para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una población futura de 354 habitantes. En la simulación hidráulica se obtuvo tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para

líneas de conducción y para redes de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados similares en la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica es diferente por ser lo más económico y viable.

Fernandez y Salas (2018), en su investigación se busca proponer el diseño de un sistema que abastezca de agua empleando una bomba de tipo ariete verificando y partiendo de los condicionantes topográficos. Para ello, se llevó a cabo el estudio de la fuente tomando en cuenta los parámetros de calidad y el método del aforo. Los resultados que se identificaron de todos los cálculos obtenidos, mostraron que los análisis tanto físicos, químicos y microbiológicos cumplen los estándares establecidos. Asimismo, se ejecutó el modelamiento hidráulico y se concluye que el diámetro de conducción es de 3" y los diámetros de distribución domiciliaria es de 1/2", las velocidades y presiones están dentro de los parámetros de la norma vigente. Es así que en la investigación realizada se empleó sólo el sistema gravitatorio ayudado por tres bombas de ariete con un caudal de salida de 1.56 l/s, el cual ayuda al abastecimiento de agua apta para el consumo humano para uso doméstico, logrando obtener en la simulación hidráulica, un reservorio de 26.55 m³, caudal de diseño de 1.54 l/s para una población futura de 354 habitantes. En el modelamiento hidráulico se consiguió tuberías de PVC con diámetros de 152.40 mm para líneas de conducción y para redes de distribución de 12,7 mm; se obtuvo resultados similares en la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata en referencia a las líneas de conducción y en las redes de distribución debido a que el caudal de diseño que se empleó en la modelación hidráulica es diferente por ser lo más económico y viable.

4.4 Contrastación de la hipótesis

Las conclusiones del presente estudio son las siguientes: el agua utilizada para abastecer a la población cumple las normas sanitarias y de seguridad, y el diseño hidráulico que se utilizará es un sistema convencional que se basa en la gravedad y consta de una bomba de ariete (que transporta el agua desde la captación hasta el depósito), un depósito de almacenamiento y un sistema de conductos.

Hipótesis de la investigación

Hipótesis nula (H₀): $H_0: \mu \bar{d} = 0$

H₀: "No es posible que, mediante tres sistemas de bomba de ariete diseñadas y construidas permitirá abastecer de 26.55 m³ de agua a la comunidad nativa de Urcopata, Provincia de Lamas, región San Martín".

Hipótesis alterna (H1): $H1: \mu \bar{d} \neq 0$

H1: “Es posible que, mediante tres sistemas de bomba de ariete diseñadas y construidas permitirá abastecer de 26.55 m³ de agua a la comunidad nativa de Urcopata, Provincia de Lamas, región San Martín”.

Regla de decisión

Si el Valor p (Sig) $\geq 0,05$ se acepta la hipótesis nula (Ho).

Si el Valor p (Sig) $< 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (H1)

Obtención de la significancia (p) por parámetros:

Para un nivel de significación de $\alpha = 5\% = 0,05$ y un nivel de confianza: $1 - \alpha = 95\% = 0,95$ tenemos las siguientes pruebas estadísticas:

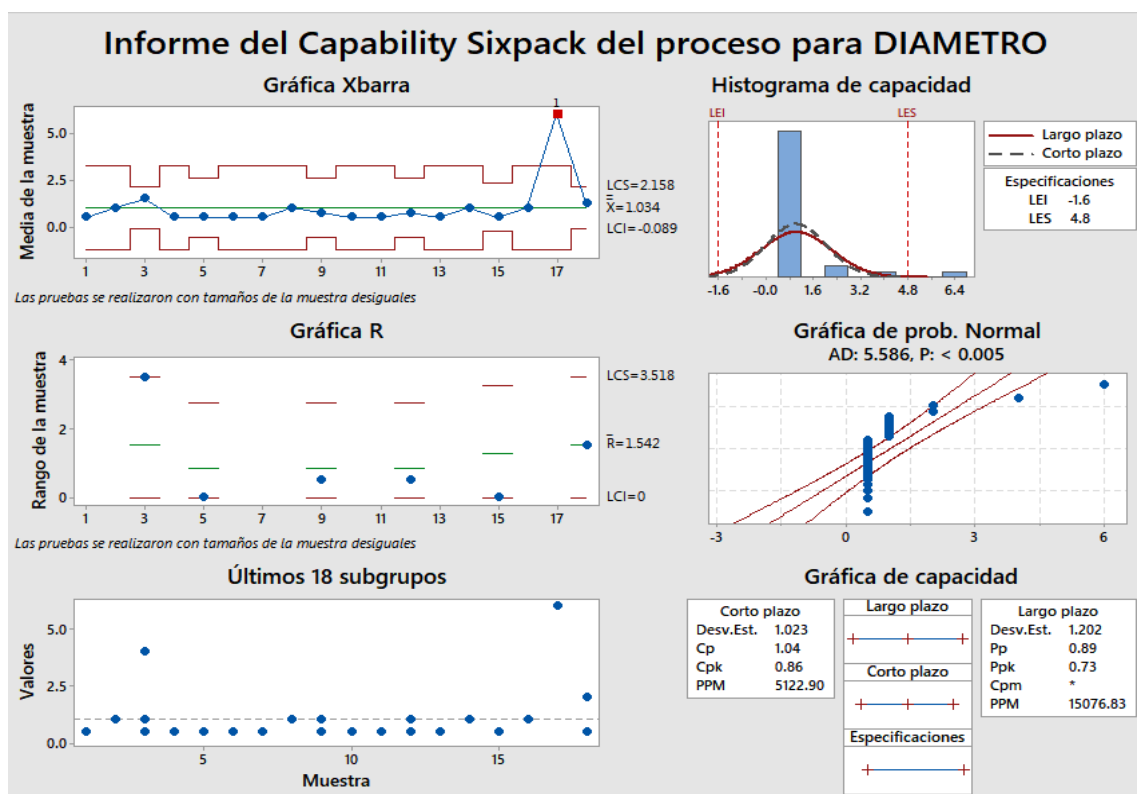


Figura 12. Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica
 Nota. Elaboración propia

Interpretación:

Se rechaza H0 y se acepta H1 porque el valor p (0,005) es menor que el nivel de significación (0,05). Esto significa que la simulación hidráulica realizada es un diseño óptimo para el método de abastecimiento de agua potable propuesto en este estudio. Además, deduciendo de la evidencia estadística, es posible afirmar que los valores

obtenidos en las tuberías con respecto a los diámetros están dentro de los estándares planteados en la investigación.

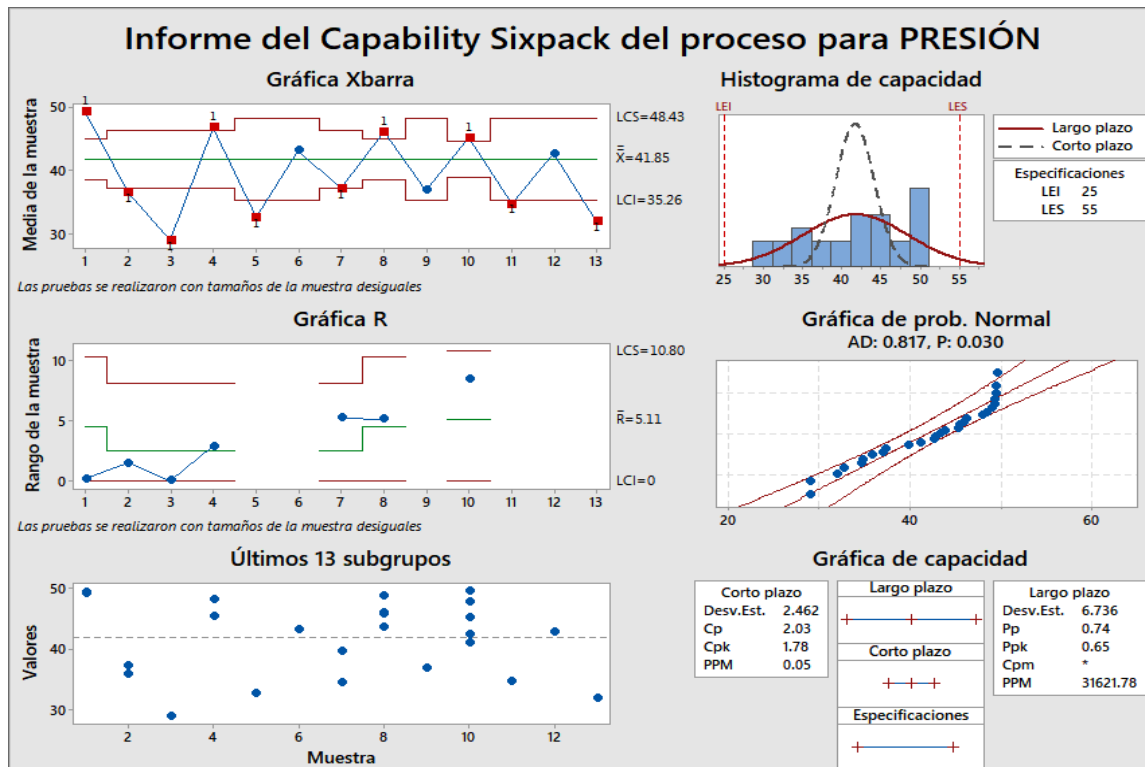


Figura 13. Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica
 Nota. Elaboración propia

Interpretación:

Como el valor p es inferior al nivel de significación (0,030) y H1 es verdadera, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1). Esto significa que la simulación hidráulica realizada es un diseño óptimo para el método de abastecimiento de agua apta para el consumo humano propuesto en la presente investigación.

CONCLUSIONES

- Al realizarse el estudio topográfico se pudo determinar las cotas de terreno (topología), con ello obtuvimos la pendiente de diseño o la gradiente hidráulico y las cotas de elevación que permitirán ayudar en la simulación hidráulica.
- Mediante el cálculo de los parámetros hidráulicos se determinó el periodo de diseño de 20 años, con una población futura de 419 habitantes, el caudal de diseño es de 1.54 l/s y un volumen de reservorio de 26.55 m³.
- En el modelamiento hidráulico de la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata planteado es el más óptimo, obteniendo una línea de conducción de 6 pulgadas, redes de distribución de diámetro nominal mínimo de 2 pulgadas y en las redes domiciliarias se obtuvo diámetro nominal mínimo de 1/2 pulgada, empleándose tubería PVC de clase 10.
- Mediante el cálculo para el diseño de la bomba de ariete se obtuvo como diámetro de ingreso de 2", con un diámetro de salida de 1/2" y con un caudal de salida de 0.52 l/s, por lo cual se empleará 3 bombas de ariete para compensar la demanda existente.
- La velocidad máxima en la red de agua apta para el consumo humano no deberá ser mayor a 3 m/s; por lo tanto, al revisar la velocidad máxima que posee el sistema, el diseño cumple con la normativa vigente siendo la velocidad máxima de 0.78 m/s, para los nodos en la red de conducción de agua de uso doméstico del centro poblado de Urcopata se obtuvo que la presión máxima es de 49.58 m H₂O, logrando un eficiente funcionamiento en el sistema de suministro de agua apta para el consumo humano obteniendo presiones y velocidades en su mayoría dentro de los rangos establecidos en la normativa vigente.
- Para la elaboración de planos se describió detalladamente los componentes hidráulicos obtenidos de la simulación hidráulica. realizada para el suministro de agua apta para el consumo humano para el centro poblado de Urcopata.

RECOMENDACIONES

- A los futuros investigadores de la escuela profesional de ingeniería civil, ejecutar los estudios topográficos con mucho cuidado ya que, en la configuración de cotas, un error significaría un cambio total en la gradiente, movimiento de tierras, etc.
- A la junta de administración de servicios de saneamiento, debe incentivar a otros investigadores continuar con la investigación, ya que los resultados ayudarán a poder formular un expediente técnico completo donde encontraremos metrados y presupuesto de obra según propuesta técnica debido a que la entidad debe averiguar el financiamiento respectivo para su ejecución.
- A la junta de administración de servicios de saneamiento tomar en cuenta esta investigación ya que cumplirá en compensar la demanda de la comunidad nativa de Urcopata, debiendo tomar las medidas respectivas para optimar el servicio de agua apta para el consumo humano, mejorando el estilo de vida de la población.
- A los estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín inducir sus investigaciones a solucionar los problemas del suministro básico de agua de la población que no cuenta con estos servicios para mejorar su calidad de vida.
- A los tesisistas de esta línea de investigación, considerar realizar las simulaciones hidráulicas necesarias con la finalidad de no solo tener eficiencia en este servicio básico si no también considerar los criterios económicos debido a que no todas las poblaciones cuentan con presupuestos económicos deseables.
- A la junta de administración de servicios de saneamiento emplear tuberías PVC clase 10 en las redes de distribución ya que son más flexibles y de mejor calidad, para así cumplir con los parámetros de velocidad y presión establecidos en el reglamento vigente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Hurtado, J. E., & Lara Montani, J. L. (1991). *Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba, Riogja, Soritor*. Lima.
- Alvarez Cáceres, R. (2007). *Estadística aplicada a las ciencias de la salud*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Becerra V., O. E. (18 de Octubre de 2017). <https://nticsaplicadasalainvestigacion.wikispaces.com>. Obtenido de <https://nticsaplicadasalainvestigacion.wikispaces.com/file/view/guia+para+elaboracion+de+instrumentos.pdf>
- Braja M. Das. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*.
- Castro Cuba, M. E., Chang, L., & Salas, L. R. (2003). *Zonificación geotécnica sísmica de la ciudad de Moquegua*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Editorial limusa s.a.
- Dal-Re Tenreiro, R. (2001). *Caminos rurales: Proyecto y construcción*. Madrid: Ediciones mundi-prensa.
- Flores Pinedo, K. (2015). *Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo de la Localidad de Sauce, Distrito de Sauce, Provincia de San Martín - Región San Martín*. Tarapoto.
- INDECI. (2004). *Mapa de peligros de la ciudad de San Hilarion*. San Hilarion.
- Jiménez Flores, J. F. (2010). *Zonificación de la capacidad portante del distrito de la Banda de Shilcayo*. Tarapoto.
- Marquez, R. (28 de abril de 2012). *IMIC: Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos*. Obtenido de <http://imic.mx/blog/?p=245>

Monroe, J. S., Wicander, R., & Pozo, M. (2008). *Geología: Dinamica y evolucion de la tierra*. España: Edicion Española.

MTC. (2013). *Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección Suelos y Pavimentos*. Lima.

MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima.

Rico Rodríguez, A., & Del Castillo, H. (2005). *La ingeniería de suelos en las vías terrestres*. México: Editorial limusa s.a.

Rocha Sandoval, C. A. (2010). *Zonificación de la capacidad portante del distrito de Morales*. Tarapoto.

ANEXOS

ANEXO 1: Panel Fotográfico



Fotografía N° 01: La implementación de la bomba de ariete.



Fotografía N° 02: La implementación de la bomba de ariete.



Fotografía N° 03: Culminación de la unión de la bomba de ariete



Fotografía N° 04: Bomba de ariete terminada.



Fotografía N° 05: Instalación de la bomba de ariete.



Fotografía N° 06: Instalación de la bomba de ariete.



Fotografía N° 06: Verificación de las coordenadas UTM de la tubería actual.



Fotografía N° 07: Verificación del punto de captación, extracción de coordenadas UTM.




Fotografía N° 07: Reservorio circular actual de la red de abastecimiento.



Fotografía N° 08: Reservorio circular actual de la red de abastecimiento.

ANEXO 2: Memoria de Calculo Hidráulico

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS : "ESTUDIO HIDRAULICO Y CONSTRUCCION DE UNA BOMBA DE ARIETE PARA LA CAPTACION Y CONDUCCION DE AGUA DE USO DOMÉSTICO"		
Localización del proyecto : Centro Poblado de Urcopata		

MEMORIA DE CÁLCULO

1.1 DETERMINACIÓN DE PERIODO DE DISEÑO:

Según VIERENDEL, 2009:

- Para poblaciones de 2,000 hasta 20,000 habitantes se considerara de 15 años.
- Para poblaciones de 20,000 habitantes a más se considerara de 10 años.

Se considerará un periodo de diseño de **15 años** en base a la población de habitantes.

Adicionalmente se considerará un periodo de estudio entre 2 y 5 años

Periodo de diseño a establecer :

* Periodo de diseño en base a la población de habitantes =	15 años
* Periodo de diseño en base al periodo de diseño =	5 años
* PERIODO TOTAL DE DISEÑO A EMPLEARSE =	20 años

1.2 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN DE DISEÑO:

* Datos censales:

AÑO	POBLACION
2007	98
2017	144
2022	210

Fuente: INEI

1.2.1. Método de Interés Simple:

* Formula a emplear: $P = P_o * (1 + r * (t - t_o))$, donde $r =$

$$\frac{(P_{i+1} - P_i)}{P_i * (t_{i+1} - t_i)}$$

AÑO	POBLACION	$P_{i+1} - P_i$	$P_i * (t_{i+1} - t_i)$	r
1993	98	-	-	-
2007	144	46	1,372	0.0335
2017	210	0,066	1,440	0.0458
2022	252	-	-	-
2042	419	-	-	-
r prom. =				0.0397

*Para el año 2042 tenemos :

$$P_{2042} = 210 * (1 + 0.0397 * (2042 - 2017))$$

$$P_{2042} = 419 \text{ Habitantes}$$

1.2.2. Método Geométrico:

* Formula a emplear:

$$r = P \times r^{(t-t_0)} \quad , \quad r = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{(i+1)}}{P_i}}$$

AÑO	POBLACION	Δt	$r = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{(i+1)}}{P_i}}$
1993	98	-	-
2007	144	14	1.0279
2017	210	10	1.0385
2022	248	5	-
2042	475	20	-
r prom. =			1.0332

*Para el año 2042 tenemos :

$$P_{2042} = 210 * 1.03^{(2042-2017)}$$

$$P_{2042} = 475 \text{ Habitantes}$$

1.2.3. Método de la Parábola:

* Formula a emplear:

$$P = A * \Delta t^2 + B * \Delta t + C$$

AÑO	POBLACION	Δt
1993	98	0
2007	144	14
2017	210	24
2022	170	29
2042	168	49

$$98 = 0^2 * A + 0 * B + C$$

$$144 = 14^2 * A + 14 * B + C$$

$$210 = 24^2 * A + 24 * B + C$$

$$C = 98$$

$$B = 4.04$$

$$A = -0.05$$

*Para el año 2042 tenemos :

$$P_{2042} = 49 * 49 * -0.05 + 49 * 4.04 + 98$$


$$P_{2042} = 168 \text{ Habitantes}$$

En base a los resultados obtenidos se realizo el cálculo promedio de los tres métodos obteniendo los siguientes resultados:


* P 2022 =	223 Habitantes
* P 2042 =	354 Habitantes

Figura 14. Memoria de cálculo I para los parámetros de diseño

Nota. Elaboración propia



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS : "ESTUDIO HIDRAULICO Y CONSTRUCCION DE UNA BOMBA DE ARIETE PARA LA CAPTACION Y CONDUCCION DE AGUA DE USO DOMÉSTICO"

Localización del proyecto : Centro Poblado de Urcopata

1.3 DATOS BASICOS DEL DISEÑO:

ESTRUCTURA	CAPACIDAD REQUERIDAD
Río o campo de pozos	Q máx. Diario
Conducto I	Q máx. Diario
Conducto II	Q máx. Diario
Conducto III	Q máx. Diario + Q incendio
Bomba de baja potencia	Q máx. Diario + Reserva
Planta de tratamiento	Q máx. Diario + Reserva
Bomba de alta potencia	Q máx. Horario + Reserva
Sistema de distribución	Q máx. Horario Vs Qmáx. Diario + Q incendio

Fuente: Vierendel, 2009

1.3.1. Dotación:

Población	Clima	
	clima frío	clima templado
De 2,000 Hab. a 10,000 Hab.	120 Lts./Hab./Día	150 Lts./Hab./Día
De 10,000 Hab. a 50,000 Hab.	150 Lts./Hab./Día	200 Lts./Hab./Día
Más de 50,000 Hab.	200 Lts./Hab./Día	250 Lts./Hab./Día

Fuente: Vierendel, 2009

La dotación diaria por habitante según la población y el clima será:

$$\text{Dot. Diaria} = 150 \text{ Lts./Hab./Día}$$

1.3.2. Variaciones de Consumo:

Para los efectos de las variaciones de consumo se considerara las siguientes relaciones con respecto al promedio anual de la demanda (Qp):

* Cálculo de QP (Promedio Anual de la Demanda) :

$$\rightarrow Q_p = \frac{\text{Dot.} \cdot \text{Pob.}}{86400}$$

$$\rightarrow Q_p = 0.61 \text{ L/s}$$

a) Máximo anual de la demanda diaria: 1.2 - 1.5 (K₁)

Se recomienda usar K₁ = 1.3

$$\rightarrow Q \text{ máx. Diario} = Q_p \cdot K_1$$

$$\rightarrow Q \text{ máx. Diario} = 0.80 \text{ L/s}$$

b) Máximo anual de la demanda horaria (K₂):

- Para poblaciones de 2,000 a 10,000 Hab.

$$K_2 = 2.5$$

- Para poblaciones mayores a 10,000 Hab.

$$K_2 = 1.8$$

$$\rightarrow Q \text{ máx. Horario} = Q_p \cdot K_2$$

$$\rightarrow Q \text{ máx. Horario} = 1.54 \text{ L/s}$$

c) El máximo maximórum; es el gasto máximo horario del día de máximo consumo:

$$\rightarrow Q \text{ máx. máx.} = Q_p \cdot K_1 \cdot K_2$$

$$\rightarrow Q \text{ máx. máx.} = 2.00 \text{ L/s}$$

1.3.3. Demanda contra Incendio:

a) En poblaciones de hasta 10,000 Hab. No se considerara demanda contra incendio, salvo casos especiales en que se justifique por la calidad combustible de los materiales de construcción, industrias inflamables, etc.

1.3.4. Conducción:

1.3.4.1. Por Tuberías:

a) La velocidad mínima será adoptada de acuerdo a los materiales en suspensión, pero en ningún caso será menor de 0.60 mts/seg.

b) La velocidad máxima admisible será :

* Tubo de PVC 5.00 mts./seg.

c) Para el cálculo de las tuberías que trabajan a presión se recomienda el uso de la fórmula Hazen y Williams con los siguientes coeficientes:

* Tubo de PVC 150.000

$$Q = 0.0004264 C D^{2.65} S^{0.54}, \text{ donde:}$$

C= Coef. De Hazen (√pie/seg.)

D= Diámetro (pulgadas)

S= Pendiente (mts./Km.)

Q= Caudal (Lts./seg.)

Figura 15. Memoria de cálculo II para los parámetros de diseño

Nota. Elaboración propia

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>TESIS : "ESTUDIO HIDRAULICO Y CONSTRUCCION DE UNA BOMBA DE ARIETE PARA LA CAPTACION Y CONDUCCION DE AGUA DE USO DOMESTICO"</p>		
<p>Localización del proyecto : Centro Poblado de Urcopata</p>		

1.3.5. Accesorios:

1.3.5.1. Válvulas de Aire:
 Se colocarán válvulas extractoras de aire en cada punto alto de las líneas de conducción. Cuando la topografía no sea accidentada, se colocaran cada 2.5km., como máximo y en los puntos más altos. Si hubiera peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo se colocaran válvulas de doble acción (admisión y expulsión). El dimensionamiento de la válvula se determinara en función del caudal y presión de la tubería.

1.3.5.2. Válvula de Purga:
 Se colocarán válvulas de purga en los puntos bajos teniendo en consideración la calidad del agua conducida y la modalidad de funcionamiento de la línea.
 Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

Recomendaciones

<u>Diámetro de Tubería</u>	<u>Diámetro de válvula de Purga</u>
$\Phi < 4"$	Mismo diámetro de la tubería
$4" < \Phi < 16"$	4"
$\Phi > 4"$	Φ de la tubería /4

1.4 DISEÑO HIDRAULICO DEL RESERVORIO:

1.4.1. Generalidades:

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento de la fuente sea menor que el caudal. Las funciones básicas de un reservorio son:

- Compensar las variaciones en el consumo de agua durante el día.
- Tener una reserva de agua para atender los casos de incendio.
- Disponer de un volumen adicional para casos de emergencias y/o reparaciones del sistema.
- Dar una presión adecuada a la red de distribución.

1.4.2. Cálculo del volumen de Almacenamiento del Reservorio:

$$VOL. ALM. = V_{REG.} + V_{INCENDIO} + V_{RESERVA.}$$

1.4.2.1. Volumen de regulación:

Se obtiene del diagrama de masa. Si es que no se tiene datos para graficar el diagrama de masas se procede de la siguiente manera:

$$Vol. Reg. = 25\% (Consumo Medio Diario)$$

$$Vol. Reg. = 0.25 * Pf * Dotación$$

Pf (2042)= 354 Hab. , Dotación= 150 Lts./Hab./Dia

Vol. Reg. = 13.28 m3

1.4.2.2. Volumen de Incendio:

a) En poblaciones de hasta 10,000 Hab. No se considerara demanda contra incendio, salvo casos especiales en que se justifique por la calidad combustible de los materiales de construcción, industrias inflamables, etc.

Vol. Indencio = 0.00 m3

1.4.2.3. Volumen de Reserva:

Se analiza los siguientes casos y se elige el mayor:

- $V_{RESERVA} = 25\% Vol. Total.$	- $V_{RESERVA} = 4.43 m3$
- $V_{RESERVA} = 33\% (Vol.Regulacion + Vol. Incendio).$	- $V_{RESERVA} = 4.38 m3$
- $V_{RESERVA} = Qp \times t \longrightarrow 2 \text{ horas} < t < 4 \text{ horas}$	- $V_{RESERVA} = 6.64 m3$
- $V_{RESERVA} = 6.64 m3$	

Por lo tanto el Volumen de Almacenamiento del reservorio total será:

$$VOL. ALM. = V_{REG.} + V_{INCENDIO} + V_{RESERVA.}$$

VOL. ALM. = 19.91 m3 , Consideramos como volumen efectivo al 75 %

Vol. Total= 26.55 m3

1.4.3. Predimensionamiento del Tanque:

Se Opta por un Tanque circular para realizar el predimensionamiento:

- Vol. del Tanque Circular = $\pi * r^2 * h$

Calculando el radio:

<p>Vol. = 26.55 m3</p> <p>h= 2.00 m. (asumido)</p> <p>r= a calcular</p>	<p>- Vol. del Tanque Circular = $\pi * r^2 * h$</p> <p>26.55 m3 = $\pi * r^2 * 2.5$</p> <p>r= 2.06 m.</p> <p>redondeo, r= 2.10 m.</p>
---	---

Figura 16. Memoria de cálculo III para los parámetros de diseño

Nota. Elaboración propia

ANEXO 3: PLANOS

Estudio hidráulico y construcción de una bomba de ariete para la captación y conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, distrito y provincia de Lamas, región de San Martí

Fecha de entrega: 22-may-2023 09:06a.m (LTC-0500)
por Isala Huancas Vasquez/ Ander Nilson Idrogo Burga

Identificador de la entrega: 2099261933

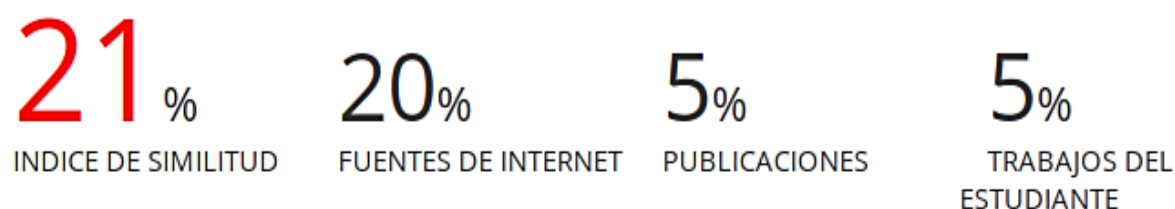
Nombre del archivo: CIVIL_-_Ander_Nilson_Idrogo_Burga_Isa_as_Huancas_V_squez_1.docx (7.62M)

Total de palabras: 14610

Total de caracteres: 76254

Estudio hidráulico y construcción de una bomba de ariete para la captación y conducción de agua de uso doméstico en la comunidad nativa de Urcopata, distrito y provincia de Lamas, región de San Martí

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
7	Marini Bulbarela Eva Carolina. "Plan de seguridad del agua para el campus Ciudad"	<1%