



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO
ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL
DISTRITO DE HUATASANI, PUNO – 2022**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. NELSON RAUL MEJIA PINTO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

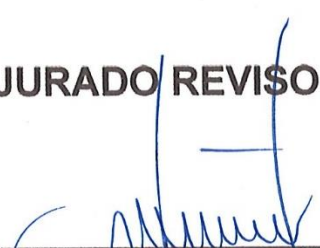
**ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO
ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL
DISTRITO DE HUATASANI, PUNO – 2022**


TESIS PRESENTADA POR:


Bach. NELSON RAUL MEJIA PINTO


**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

PRIMER MIEMBRO : 
Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI

SEGUNDO MIEMBRO : 
Ing. JAVIER ARTURO BOJÓRQUEZ GANDARILLAS

ASESOR DE TESIS : 
Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1475-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de diciembre de 2023

VISTOS:

El **OFICIO N° 179-2023-D-EPISA-FICP-UANCV** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°1460-2023 de fecha 26 de diciembre de 2023 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **NELSON RAUL MEJIA PINTO**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **1er Miembro** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- * **2do Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**
- * **Asesor** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **NELSON RAUL MEJIA PINTO**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : 29 de diciembre de 2023
- * **HORA** : 9:00
- * **LUGAR** : Aula 306 - pabellón de hidráulica

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c. Arch. 2023
Interesado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1460-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de diciembre de 2023

VISTOS:

El **INFORME N° 823-2023-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **INFORME N° 066-2023-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1607-2022-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **20 de diciembre de 2022** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **21 de diciembre de 2023** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **NELSON RAUL MEJIA PINTO**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **1er Miembro** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- * **2do Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO Y DISEÑO OPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 462-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **NELSON RAUL MEJIA PINTO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO Y DISEÑO OPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631

cc.
archivo 2023
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1607-2022-D-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de diciembre de 2022

VISTOS:

El **INFORME N° 765-2022-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 068-2022-UANCV-FICP-EPISA-UI-CI** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 037-2022-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **06 de diciembre de 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el tema titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **NELSON RAUL MEJIA PINTO**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**; y.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **1er Miembro** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- * **2do Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022**, correspondiente a la línea de investigación: **SANEAMIENTO AMBIENTAL**; y.

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **NELSON RAUL MEJIA PINTO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI PUNO - 2022**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
archivo 2022
interesado (a)
/nyq.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO EN EL MUNICIPIO DE HUATASANI, PUNO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI, PUNO – 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%



Metadatos complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI, PUNO – 2022	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	NELSON RAUL MEJIA PINTO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73512715
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-9089-2875
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	CESAR JULIO LARICO MAMANI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42059080
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JAVIER ARTURO BOJÓRQUEZ GANDARILLAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41884772



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Nelson Raul Mejia Pinto, identificado con DNI
Nro. 73512715, en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional

Programa de Segunda Especialidad,

Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Sanitaria y Ambiental

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico
denominada:

"Análisis de la demanda del recurso hídrico y diseño óptimo
de un sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete para
el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022"

Asesorado por: Mgtr. Milthon Quispe Huanca.

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 04 de julio del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

La dedico a Dios, porque gracias a su misericordia e logrado completar mi carrera profesional, dedico desde todo mi corazón a mis padres, Wilber Mejia Machacca y Cristina Hilda Pinto Tacuri pues sin ellos no lo hubiera logrado, porque siempre estuvieron presentes ofreciéndome su apoyo y sus recomendaciones para ser una mejor persona, a mis hermanos por sus palabras y su compañía, a mi abuelito Juan Machacca Huanca aunque no esté físicamente en este mundo, que desde el cielo siempre vela y me guía en mi camino, también dedico a todos mis familiares, compañeros, amigos y todos en general que de alguna u otra manera a apoyado para el logro de mis anhelo



AGRADECIMIENTO

“Mientras estemos vivos aprendemos de las malas y buenas experiencias, por ello no renunciemos a nuestras metas por más dificultosas que parezcan.”

Agradezco a Dios y a mis padres Wilber Mejia Machacca y Cristina Hilda Pinto Tacuri y mis hermanos, no podría sentirme más agradecido por la seguridad puesta en mi persona.

Muchas gracias a todos mis familiares, amigos mi enamorada Vilma y docentes por haberme acompañado en mi etapa de formación.

Este logro es primordialmente gracias a ustedes; he logrado culminar satisfactoriamente un proyecto que en un inicio parecía una tarea descomunal e interminable



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE SIGLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	4
1.4.1. Justificación Social	4
1.4.2. Justificación Técnica.	5
1.4.3. Justificación Económica	5
1.4.4. Justificación ambiental	5
1.5. Hipótesis de la investigación	6



- 1.5.1. Hipótesis Alterna 6
- 1.5.2. Hipótesis nula 6
- 1.6. Variables..... 6
 - 1.6.1. Variable independiente (VI) 6
 - 1.6.2. Variable dependiente (VD) 6
- 1.7. Operacionalización de variables 7

CAPITULO II

MARCO TEORICO

- 2.1. Antecedentes de la investigación 8
 - 2.1.1. Antecedentes internacionales 8
 - 2.1.2. Antecedentes nacionales 10
 - 2.1.3. Antecedentes regionales 13
- 2.2. Bases teóricas 16
 - 2.2.1. Demanda del recurso hídrico 16
 - 2.2.2. Análisis de la demanda de agua..... 16
 - 2.2.4. Agua potable 25
 - 2.2.5. Sistema de abastecimiento de agua potable..... 26
 - 2.2.6. Criterios de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable..... 31
- 2.3. Marco Conceptual..... 42

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

- 3.1. Diseño de investigación 44



3.2. Tipo de investigación 44

3.3. Ubicación de la zona en estudio 44

3.4. Recopilación de la información Disponible. 45

 3.4.1. Determinar la demanda de agua requerida para el diseño de la
 bomba de ariete para el Anexo Quealli..... 45

 3.4.2. Determinar si el caudal en la Nota atenderá a la demanda actual
 para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli..... 49

 3.4.3. Efectuar el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba
 ariete para el anexo Quealli 50

3.5. Materiales y equipos 57

3.6. Técnicas e instrumentos 57

 3.6.1. Técnicas 57

 3.6.2. Instrumentos..... 58

3.7. Población y muestra 58

 3.7.1. Población..... 58

 3.7.2. Muestra 58

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados 59

 4.1.1. Determinar la demanda de agua requerida para el diseño de la
 bomba de ariete para el Anexo Quealli..... 59

 4.1.2. Determinar si el caudal en la Nota atenderá a la demanda actual
 para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli..... 62



4.1.3. Efectuar el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli	63
4.1.3.1 Captación de ladera.....	64
4.1.3.2. Línea de alimentación u línea de conducción	66
4.1.3.3. Bomba de ariete	67
4.1.3.4. Línea de impulsión.....	76
4.1.3.5. Reservorio	80
4.1.3.6. Línea de aducción	81
4.1.3.7. Red de distribución	81
4.3. Discusiones.....	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	95



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de la investigación	7
Tabla 2. Periodo de diseño en función a la población.....	18
Tabla 3. Datos requeridos para cálculo de la demanda	18
Tabla 4. Profundidad para medir caudal con correntómetro	24
Tabla 5. Dotación según tipo de opción tecnológica	47
Tabla 6. Periodo de diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua	60
Tabla 7. Caudales de diseño.....	61
Tabla 8. Cálculo del caudal de agua en temporada de estiaje.....	63
Tabla 9. Cálculo del caudal de agua en temporada de avenida.....	63
Tabla 10. Criterios de estandarización de componentes hidráulicos	64
Tabla 11. Comparación del ariete hidráulico con otro tipo de bombas	75
Tabla 12. Cálculo hidráulico de la red de distribución.....	85



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medición del caudal por método volumétrico	22
Figura 2. Medición del caudal por correntómetro de una sección del río	23
Figura 3. Esquema de un sistema de abastecimiento de agua potable	26
Figura 4. Trazo de redes de agua en un sistema cerrado	30
Figura 5. Elementos y componentes de la bomba de ariete.	35
Figura 6. Configuración de una bomba de ariete Hidráulico.	39
Figura 7. Partes del sistema de la bomba de ariete Hidráulico.	40
Figura 8. Instalación de los componentes de la bomba de ariete.....	42
Figura 9. Ubicación de la zona en estudio	45
Figura 10. Propuesta de bomba de ariete	72
Figura 11. Distribución de beneficiarios en el Anexo Quealli	82
Figura 12. Nodos del sistema de distribución de agua en el Anexo Quealli	83



ÍNDICE DE SIGLAS

MVCS	: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
CEPIS	: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
OPS	: Organización Panamericana de la Salud
EPA	: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
OMS	: Organización Mundial de la Salud
JASS	: Junta administradora de servicios de saneamiento
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental
MINSA	: Ministerio de Salud



RESUMEN

La investigación se efectuó con el objetivo de determinar la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022.; con procedimiento mediante la determinación de la demanda de agua; estimando el caudal promedio, caudal máximo diario y caudal máximo horario requerido; para posteriormente determinar el caudal de la Nota de agua seleccionada; y con dichos datos efectuar el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba de ariete. Siendo resultando un gasto de agua para una población futura al año 2042 de: 0.028lts/s de caudal promedio, 0.036lts/s de caudal máximo diario y con un caudal máximo horario de 0.056lts/s; mientras que el caudal de la Nota de agua varía entre 1.88 lts/s en temporada de estiaje y 2.34 lts/s en temporada de avenida; siendo superior a la demanda de agua actual requerida; por ello es factible su empleo, y con ello se diseñó el sistema de abastecimiento de agua con una captación de ladera, transportando el agua hacia la bomba de ariete con diámetro de conducción de 1"; y con respecto a la bomba de ariete presentara un diámetro de pie de válvula de impulso de 2"; con orificio de asiento de válvula de impulso de 1 ½"; con espesor del pie de válvula de 0.00536m; y con un diámetro del vástago de 1"; además con 1" de diámetro de línea de impulsión; almacenando el agua en un reservorio de 5.00m³. Concluyendo que el diseño un sistema de abastecimiento de agua óptimo con bomba de ariete garantizara una presión no menor a 5mca en la línea de aducción y distribución.

Palabras claves: Demanda de agua, sistema de agua potable, bomba de ariete



ABSTRACT

The research was carried out with the objective of determining the demand of the water resource and the optimal design of the water stockpile system by ram pump for the Quealli annex of the district of Huatasani, Puno - 2022; with procedure by determining the water demand; estimating the average flow, maximum daily flow and maximum scheduled flow required; to subsequently determine the flow of the selected water source; and with these data to make the optimal design of water supply by ram pump. The result is a water expense for a future population in the year 2042 of: 0.028lts/s of average flow, 0.036lts/s of maximum daily flow and with a maximum scheduled flow of 0.056lts/s; while the flow of the water source varies between 1.88 lts/s in low water season and 2.34 lts/s in flood season; being higher than the current water demand required; therefore its use is feasible, and with this the water supply system was designed with a hillside catchment, transporting the water to the ram pump with a conduction diameter of 1"; and with respect to the ram pump it will present a diameter of the impulse valve foot of 2"; with an impulse valve seat orifice of 1 ½"; with thickness of the valve foot of 0.00536m; and with a stem diameter of 1"; in addition with 1" of impulse line diameter; storing the water in a 5.00m³ reservoir. In conclusion, the design of an optimal water supply system with a ram pump will guarantee a pressure of not less than 5mWhp in the adduction and distribution lines.

Keywords: Water demand, potable water system, ram pump



INTRODUCCIÓN

Un componente vital en la evolución de la existencia humana ha sido, sigue siendo y seguirá siendo la disponibilidad hídrica; además los sistemas de suministro de agua se crean para servir a la población (Martínez, 2021). Estos sistemas deben funcionar adecuadamente para brindar un servicio eficaz a las personas. Es esencial para la población que exista un suministro de agua idónea para uso poblacional, que logre a los usuarios asumir un papel activo en su propio bienestar. Sin embargo, la historia demuestra que, iniciada la puesta en marcha del sistema, a menudo no se mantiene ni funciona correctamente. Esto, combinado con el envejecimiento de sus componentes y el crecimiento poblacional, hace que el sistema marche mal y perjudique a los usuarios, lo que en última instancia conduce a un déficit en la demanda de agua o consumo per cápita (Quispe, 2018).

Ante ello la dotación de agua; es un dato indispensable para conocer la cantidad de agua que requiere una localidad, dentro de los rangos aconsejables; por la normatividad (Wilson, 2016). Así mismo en base a ello se pueden efectuar adecuadas proyecciones disminuyendo los costos de los proyectos y optimizando su funcionalidad (Trejo, 2020).

Ahondando todo ello en el Anexo Quealli no existe un sistema establecido para la entrega de agua potable. Por lo tanto, para gestionar y planificar los cambios en un sistema de agua potabilizada, es necesario entender cómo los clientes necesitan el servicio para proporcionarlo y distribuirlo de manera efectiva.



Ante ello es que surgió la presente investigación titulado; Análisis de la demanda del recurso hídrico y diseño óptimo de un sistema de bastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno – 2022;

Asimismo, la investigación está organizada en 4 capítulos, que se describen:

El planteamiento del problema se expone en el Capítulo I, Introducción, mediante la exposición del problema, la hipótesis y la justificación, así como los objetivos del estudio.

El Capítulo II expone los fundamentos relacionados con el tema del estudio, las Notas, los fundamentos teóricos y el marco jurídico, que han servido de cimiento para el presente trabajo.

La metodología del estudio se describe en el Capítulo III, donde se detalla el tipo y diseño del estudio, los instrumentos y procedimientos, la población y la muestra, así como las metodologías y el tratamiento de los datos.

El Capítulo IV evidencia los resultados y la discusión, respectivamente. Por último, las sugerencias y conclusiones.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

Hoy en día el mundo, en específico mil millones de personas no cuenta con agua potable y, cada año, aproximadamente 2 millones de niños menores a 5 años padecen por enfermedades provocadas por el consumo de agua contaminada. Los más perjudicados son las personas de los países subdesarrollados que habitan en condiciones de pobreza extrema (OMS, 2019). Además, la ausencia de atención dada a los servicios de agua para zonas rurales y periurbanas ha obligado a estas poblaciones a instalar pozos artesianos para satisfacer sus necesidades de agua. Sin embargo, La calidad de estas Notas no es adecuada para el consumo poblacional, lo que puede provocar problemas de salud como diarrea, trastornos gastrointestinales, cólera, fasciolosis, úlceras y, incluso la muerte (Cabeza & Castillo, 2016).

En el país, especialmente en las regiones altoandinas, no existen sistemas de agua o los que existen se hallan en situación precaria debido a la escases de personal cualificado para el mantenimiento, carencia de criterios y la deficiencia de formación por parte de las entidades



competentes. Esto pone en amenaza la salubridad de los usuarios y es una preocupación latente porque los problemas de salud más usuales en la nación son causados por enfermedades transmitidas por el agua (Yucra & Yucra, 2021); Además, el gobierno peruano prioriza el desarrollo de servicios de agua potable; sin embargo, muchas personas en el Perú - principalmente en zonas rurales- no tienen acceso a esta necesidad básica (Torres, 2019). Para subrayar este punto aún más, los datos revelan que muchos de los habitantes de las zonas de la nación con drenaje y agua tenían tasas más bajas de enfermedades infecciosas, especialmente las de origen hídrico, que otras regiones que carecían de estos servicios básicos. Para disminuir el peligro de trastornos gastrointestinales, la mejora de las condiciones sanitarias y, eventualmente, disminuir las tasas de padecimientos infecciosos, es crucial abastecer a estas comunidades con cantidades suficientes de agua limpia y libre de patógenos (Ruiz, 2017).

De igual modo en el departamento de Puno, en específico el Anexo Quealli, no es ajena a este problema, ya que ha aumentado la incidencia de problemas de salud provocados por problemas gastrointestinales (diarrea). En situaciones graves, niños y ancianos mueren por consumir agua de inadecuada calidad y no idónea para su consumo, lo que conduce a un modo de vida muy poco saludable, según lo mencionado por el puesto de Salud de Huatasani (2022), atribuye todo esto a la falta de suministro de agua adecuada en la región de estudio, lo que obliga a la población a utilizar agua de acequias, pozos, lluvias, entre otras. Por ello, se ha impulsado la realización del presente estudio, en un esfuerzo por ofrecer



una posible respuesta a esta situación a través del diseño de un sistema de agua potable.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuál será la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuánto es la demanda de agua requerida por la población del Anexo Quealli?
2. ¿El caudal en la Nota atenderá a la demanda actual para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli?
3. ¿Cómo será el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la demanda de agua requerida para el diseño de la bomba de ariete para el Anexo Quealli



2. Determinar si el caudal en la Nota atenderá a la demanda actual para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli
3. Efectuar el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli

1.4. Justificación de la investigación

El anexo Quealli del distrito de Huatasani carece de un sistema de agua potable, ante ello los residentes deben obtener el agua de acequias, pozos y precipitaciones, entre otras Notas. Para colmo, estas Notas de agua también son utilizadas por los animales de los pobladores como bebederos, lo que hace insalubre el consumo humano del agua. Este contexto de insalubridad también es consecuencia de la carencia de un sistema, lo que está provocando diarreas, molestias gastrointestinales, problemas cutáneos y, la muerte, en la región de estudio. Por ende, se realizó la presente investigación, en donde se realizó el diseño hidráulico de los elementos contemplados en un sistema de agua potable por medio de una bomba de ariete.

1.4.1. Justificación Social

El propósito de dicho proyecto es la mejoría de la calidad del vivir de los habitantes, al hacer de la comunidad un lugar para promover un esquema piloto de uso del agua. De esta manera, se reduce la migración de residentes del anexo Quealli a diferentes lugares, pues con este proyecto se revitalizará el sector agrícola por la disposición de agua, por otro lado, se incentivará a implementar muchos proyectos similares en otros centros poblados y/o comunidades (Flores R. , 2021)



1.4.2. Justificación Técnica.

Dado que utilizará el suministro de agua en las inestables circunstancias geográficas del anexo de Quealli, es técnicamente aceptable. La misma que apoya a utilizar esta energía para el bombeo de una porción del caudal actual a lugares lejanos o a una altitud superior donde el agua se apartará y se dispersará para el riego a través de la zona no cultivada (Mamani, 2015)

1.4.3. Justificación Económica

Podemos suministrar agua a esta zona que debe anexionarse a Quealli utilizando una bomba hidráulica de ariete. Esto tiene la ventaja de que pagaran combustible ni electricidad porque la disposición del ariete aprovecha el caudal disponible en la zona y la diferencia de altura entre el embalse y la posición del ariete (Flores R. , 2021)

1.4.4. Justificación ambiental

Además, cuenta con una justificación ambiental dado que la propuesta de un sistema de abastecimiento por bomba ariete no ocasiona efectos al ambiente a diferencia de otros. Es decir, es de nulo impacto negativo. La ventaja de no tener que pagar combustible ni electricidad es que se puede suministrar agua a las comunidades necesitadas con la ayuda de la bomba hidráulica de ariete (Mamani, 2015)



1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. *Hipótesis Alternativa*

La evaluación de la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete consentirán una mayor disponibilidad de agua para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022

1.5.2. *Hipótesis nula*

La evaluación de la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete no consentirán una mayor disponibilidad de agua para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente (VI)

- Demanda de recurso hídrico

1.6.2. Variable dependiente (VD)

- Sistema de abastecimiento



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables de la investigación

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGÍA
Independiente Demanda de recurso hídrico	Consumo de agua	Personas	L/hab	Tipo de investigación Descriptiva
		Actividades	L/hab	
		Caudal promedio	lts/s	
	Caudales de consumo	Caudal máximo diario	lts/s	
Dependiente Sistema de abastecimiento	Bombeo por bomba de ariete	Elevación	m	Diseño de investigación No Experimental
		Diámetro	plg	
		Línea de impulsión	-	
	Caudal para la bomba de ariete	Altura de carga	m	
		Flujo del líquido	Lts/s	
		Reservorio	m ³	



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Avila (2020), ejecuto el trabajo de investigacion con el objetivo de Instalar el sistema con ariete hidráulico para una gestión eficaz del agua, que dará lugar a una cúpula geodésica para el riego de plántulas de invernadero. El suministro hidrico es una red de niebla que recoge el agua de lluvia horizontalmente. La técnica incluye el analisis de la eficiencia del proceso, así como el diseño hidráulico, los requisitos de equipamiento y los insumos requeridos para instalar y conducir el agua. Con compensación por gravedad, el sistema experimenta una pérdida local por fricción de 4,72 m. Con cinco conexiones y accesorios y un conducto de 2 pulg. de diámetro, el sistema experimenta una pérdida local compensada por gravedad de 4,78 m. El ariete puede liberar 1,75 litros por segundo en su caudal de descarga. La manguera de descarga tiene 65 m lineales, mientras que toda



la tubería de entrada tiene 30 m lineales. Un ariete hidráulico se describe como una bomba accionada por gravedad con un rendimiento potencial del 65%; la explotación aguas abajo utiliza la recirculación del agua. El sistema que se beneficia del agua que pasa del ariete a la cúpula es un invernadero equipado con un sistema de riego a presión que funciona a alta frecuencia, como la nebulización. Los principales efectos del proyecto están en el uso eficiente y rentable del agua, así como en la garantía de un equilibrio a largo plazo entre todas las tecnologías utilizadas para transformar la finca en un centro de experimentación de permacultura en un entorno rural. 2. El proyecto debe integrarse en un marco educativo-ambiental que permita realizar recorridos que combinen el turismo de naturaleza con la visita a la finca La Libertad.

Camacho & Meza (2017), efectuaron la investigación con el fin de diseñar un sistema de bombeo con ariete hidráulico en una escala de laboratorio; Para ello se realizaron cuatro fases de un estudio técnico: diseño, simulación, construcción y puesta en inicio del sistema. Se tuvieron en cuenta la superficie disponible del laboratorio de Operaciones Unitarias, los objetivos del diseño y el uso de modelos matemáticos. Después, se utilizó un simulador hidráulico comercial para continuar la simulación dinámica con el fin de determinar el tamaño y las condiciones de trabajo del sistema. Con estos conocimientos, se construyó el sistema utilizando las herramientas y los materiales necesarios. A continuación, se ensambló y probó, y se acondicionaron las válvulas de impulsión. Se confirmaron las condiciones de funcionamiento del simulador y los datos de presión y



caudal de vertimiento adquiridos experimentalmente, revelándose un error de hasta el 10% en estas variables.

Otí (2017), efectuó la investigación con la finalidad esencial de efectuar el diseño de un ariete hidráulico para el riego. Según el planteamiento, construir un ariete hidráulico es barato (el prototipo del proyecto costó 1.200,67 euros), y funciona automáticamente cuando se le da agua. Además, sus componentes son fácilmente sustituibles y necesitan poco mantenimiento. Cabe mencionar que el ariete se montó con teflón y se construyó con componentes de fontanería roscados. En comparación con los arietes hidráulicos comerciales, que se fabrican para un fin determinado y tienen mejores prestaciones que el proyecto, esta construcción no es comparable. Al obtener los resultados experimentales del ariete hidráulico, se constata que el caudal aumentado por el ariete es un 19% inferior a las normas, lo que está ligeramente por debajo de los valores estimados teóricamente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Rimari & Villalobos (2021), investigaron con el objetivo de instalar una bomba de ariete para la Quebrada del Río Pativilca. Era de carácter descriptivo-explicativo y aplicado. Además de ser una bomba autosuficiente, se sugiere el diseño de una bomba con ariete. Su construcción es sencilla, por que las piezas son fáciles de adquirir en toda ferretería. Esta tesis hace uso de válvulas y accesorios calibrados para aprovechar el fenómeno del golpe de ariete. Los principales hallazgos fueron que el suelo es Leptosol lítico con un índice de permeabilidad pobre



y que el terreno tiene una pendiente del 13%. Se midieron las dimensiones de las tuberías de alimentación y de impulsión, que resultaron ser de 4,09 cm y 3,55 cm. El corazón de la bomba de hierro galvanizado medía 5,09 cm. La bomba de ariete podía transportar un flujo de 0,250 l/s a alturas de 4,30 m, sin embargo su caudal de aspiración era de 0,520 l/s con una altura de impulsión de 2,30 m. A 70 golpes por minuto, la bomba está en funcionamiento. Con una potencia de 0,01347 CV y un caudal de 70 carreras por minuto, esta bomba tiene un rendimiento del volumen del 48,271%. El costo constructivo y de implementación es de S/. 629.60, y el mantenimiento es fácil y asequible. En el conducto de riego hay una pieza triangular revestida de polietileno que transporta 2.23 litros por segundo. Con dicha bomba de ariete se pueden irrigar 0,016 ha de maíz y 8,220 ha de hortalizas. Se determina que el diseño de dicha bomba es idóneo para regar hortalizas.

Arangurí (2018), efectuó la investigación con el objetivo de estimar la actividad del sistema de bombeo en base al ariete hidráulico en el área rural de San Pablo. El método examinó las características hidráulicas de una bomba con ariete, el trazado óptimo de la implementación, la eficacia del sistema y el grado de gusto de la población rural. Se empleó un diseño experimental y se incluyeron técnicas de control de los parámetros hidráulicos, entrevistas, observación directa sobre el terreno y la escala de Likert para medir el grado de gusto. El suministro de agua es de 15 a 25 l/s, pero la demanda total es de 8.072 l/min, que comprende el riego de pastos, animales y uso doméstico. Una junta de bombeo de 1", que alimenta



el sistema paralelamente y proporciona 8,8 l/min con un rendimiento del sistema del 55,23%, controla los elementos de diseño y funcionamiento del sistema. Desde los elementos técnicos, financieros y medioambientales hasta el uso y el funcionamiento.

Saavedra (2018), realizó el trabajo de con el fin de analizar el desempeño de la bomba con ariete Breur utilizando elementos fáciles de adquirir. Se empleo un sistema piloto que ofrecía unas circunstancias óptimas para el avance de las pruebas hidráulicas. La cantidad de valvulas de impulsión (números 1, 2 y 3) fue la variable principal de la investigación. Además, se tuvieron en cuenta 3 diámetros distintos para cada cámara de presión, de 0.5-1 y 1.5 mts de longitud, junto con longitudes variables de la tubería de alimentación de 4,00, 5,00 y 6,00 metros. En cada prueba de bombeo realizada se midieron la presión de salida, el volumen impulsada y el volumen alimentada. A continuación se calcularon los valores de rendimiento de cada diseño de bomba utilizando una hoja de cálculo. Se descubrió que el rendimiento aumentaba con el número de válvulas de impulsión. Sin embargo, no hubo ninguna mejora perceptible en el tamaño de la cámara de presión ni en la longitud del conducto de alimentación. El conducto de alimentación influyó directamente en la altura máxima del rendimiento, la altura del bombeo y el caudal máximo de rendimiento, obteniéndose los mejores resultados con una longitud de 6,00 metros. Por el contrario, ningún atributo observado o calculado a lo largo de las pruebas se vio afectado significativamente por la longitud de la cámara de presión. Una configuración de bomba ariete con tres válvulas de descarga, cuatro



mts de conducto de alimentación y cincuenta mts de cámara de presión tuvo el rendimiento más alto del 66,40%. Con una altura máxima de rendimiento de 13,87 mts y una altura del bombeo de 19,42 metros, el caudal de mayor rendimiento fue de 1028,80 L/día.

2.1.3. Antecedentes regionales

Callata (2021), efectuó el estudio con el objetivo de estimar el diseño de la bomba con ariete hidráulico monopulso para satisfacer los requerimientos hídricos para abastecer agua al anexo Anucariri, El manantial de Cutimbo tiene un caudal de 0,91 litros por segundo, según el estudio topográfico del lugar; estas mediciones se realizaron durante la época de estiaje. El lugar se encuentra a 8,48 metros sobre el nivel del río, y se utilizó un GPS diferencial para realizar el análisis topográfico. El diseño de una bomba con ariete hidráulica monopulso incluía un diámetro de impulso 0,0275 mts, un cuerpo de ariete monopulso con un diámetro interno de 0,0545 mts, una longitud del conducto de alimentación de 7,67 mts y una pendiente de alimentación de 2 metros para elevar la bomba hasta una altura de 20 mts. El resultado exhibe que el caudal a bombear era de 1.93 lts/min, el diámetro era de ½ pulgada, la carrera era de 10 milímetros, la velocidad de latido era de 41 latidos por minuto, y el caudal desperdiciado era de 22.90 lts/min, o 32,822 lts/min. bombeando 2,764.80 litros por día para dar servicio al área anexa de Anucariri; sin embargo, en las pruebas de ensayo, la bomba sólo pudo alcanzar una altura de 14 metros y una presión de 20 PSI. El punto de bombeo se encuentra a 3.906,23 msnm, además la vivienda más alta está situada a unos 3.911,60 msnm. El



manante de Cutimbo, accionado por un monopulsador hidráulico, es la Nota de agua de esta casa, situada a 24 msnm. Esta diferencia indica que se ha vencido a la gravedad para abastecer a la casa, que está situada en una zona más escarpada que las demás casas de la zona rural.

Condori & Mamani (2021), realizaron el estudio con el propósito de suministrar de agua a la granja Pachaticgra, en el pueblo de Pinaya, Utilizando un fenómeno de golpe de ariete, se diseñó mediante experimentación, en la que se manipuló la válvula de impulso para forjar 3 escenarios variados con diferente número de golpes en un minuto. Presentando resultados donde la válvula de impulso se calibró a 50 carreras/min, lo que dio lugar a un caudal de vertimiento de 7,07 l/min mediante una tubería de ½", bombeando a 50 mts y 35 mts. de altura, donde se encuentra en la zona más alta. Cumpliendo con los fines en estudio y se identificó un tipo ideal de bomba de ariete, que consiente la utilización de recursos renovables dado el bajo presupuesto de construcción.

Chaiña (2016), realizó el estudio para calcular las dimensiones de un sistema hidráulico de distribución de agua a golpe de ariete en el pueblo puneño de Anansaya, en la región de Nicasio. Según este planteamiento, se bombea un pequeño cantidad de agua a partir de la origen de suministro hasta un nivel muy superior al de la propia Nota utilizando una bomba hidráulica de ariete. El objetivo de este es identificar los elementos de diseño más adecuados para cumplir la cantidad hidrica dela rea. Se estimo que un caudal máx. de 0,41 litros por segundo durante un periodo de una



decada y una altura máxima de descarga de 26 metros eran los más idóneos para instalar hacia el depósito de acopio. Las bombas de ariete no son nuevas; de hecho, se utilizan desde 1796. Esta es la razón por la que su empleo está resurgiendo en diversos países debido a su facilidad de instalación, control y mantenimiento. Se comprobó que 2 plg y 2 m, respectivamente, eran el diámetro y altitud disponibles más idóneos para proporcionar este caudal de 0,42 l/s a una altura de descarga de 26 m.

Mamani (2015), realizó el estudio con la finalidad de emplear la bomba ariete hidráulico para impulsar el agua en riego en Puno. El diseño tiene una altura disponible de 7,80 metros. y 5,70 metros de longitud, medida desde la base de alimentación hasta la bomba hidráulica del ariete. Con una alimentación que reserva 1200 lts a una altura accesible de 7,9 metros, el sistema puede funcionar a una altura de 3mts con flujo de entrada de 0,5 litros por segundo, un flujo de elevación de 0,026 litros por segundo, un caudal residual de 0,071lit/seg, un rendimiento del 61% para una porcentualidad de elevación del 150%, una pérdida en la tubería de 0,9 hf/m y una asociación entre la altura de vertimiento y la altitud de alimentación de 2,8 h/H. La potencia de ariete es de 4,6 PBAH. Con una alimentación de 1200 litros y una altura ideal de 7,9 metros, el sistema puede funcionar con una altura de 3mts y un caudal de entrada de 0,5 l/s. Esto da como resultado un caudal de elevación de 0,059 litros/segundo cuando la llave de paso está totalmente abierta, un caudal residual de 0,067 litros/segundo, un rendimiento del 75% cuando el porcentaje de elevación es del 96% y una pérdida de 0,7 hf/m. Presenta una relación entre altura

de vertimiento y altura de alimentación de 2,3 h/h, una potencia de 6,5 PBAH y una potencia de desplome de 16 P. El sistema es ideal y ecológicamente benigno, como demuestra su rendimiento del 61% y el 75%. Con este sistema se pretende elevar el grado de vivir de la población de tal manera que se fomente la creación y el uso del mismo entre la población rural.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Demanda del recurso hídrico*

Es la cantidad de agua utilizada por la población y las zonas económicas se refleja en la demanda estimada, o d. Restringe otros usos y tiene en cuenta la cantidad de agua extraída o mantenida en los sistemas hídricos. También tiene en cuenta la cantidad de agua utilizada como insumo, materia prima, y devuelta a los sistemas hídricos (Chacón & Dávila, 2021).

2.2.2. *Análisis de la demanda de agua*

Pari (2019) afirma que existen tres categorías para el examen de la demanda de agua: pérdidas, usos no consuntivos y usos consuntivos. Estos se explican a continuación.

- **Los usos consuntivos**, en este contexto, el agua se consume para diversos fines sin verterse en los sistemas de alcantarillado o drenaje.
- **Usos no consuntivos**, como la entrega de agua para su reutilización en otros procesos o la descarga de agua utilizada en operaciones



regulares en el sistema de colector sanitario después de su uso (Pari, 2019).

- **En pérdidas,** El agua que no se utiliza para ningún fin, incluido el desperdicio innecesario de agua

Junto con la medición del consumo, otro aspecto importante para determinar la eficacia de una iniciativa de ahorro de agua es determinar el gasto de agua admitida en el sistema de suministro local (Sullca, 2015).

Independientemente de si una comunidad es rural u urbana, deben tenerse presente el consumo industrial, doméstico, público, comercial, y el consumo debido a pérdidas. Los primordiales elementos que inciden en la demanda de agua es el tipo de zona, los factores socioeconómicos, los elementos climáticos y el tamaño de la zona (Chaina, 2016).

Al igual que la demanda per cápita cambia con la extensión de la comunidad, la demanda de agua también es variado por la climatología, la temperatura y la distribución de las precipitaciones (Chaina, 2016). Para calcular el gasto de agua es necesario analizar cuatro factores:

- Población actual y población futura.
- Dotación.
- Periodo de diseño.
- Cálculo de caudales.

2.2.2.1. Tasa de crecimiento de la población

En el siguiente recuadro se visualiza las demandas de agua en relación a la tasa de población que posee cada lugar

Tabla 2.

Periodo de diseño en función a la población.

N°	Población	Años
1	Para poblaciones de 500 a 15000	10 a 15 años
2	Para poblaciones de 15000 a 50000	15 a 20 años
3	Para poblaciones mayores a 50000	30 años

2.2.2.2. Datos necesarios para el cálculo de la demanda de agua

En el siguiente recuadro se observa los datos necesarios para determinar la demanda de recurso hídrico

Tabla 3.

Datos requeridos para cálculo de la demanda

N°	Datos requeridos para cálculo de la demanda
1	Población actual
2	Número de domicilios
3	Tasa de crecimiento
4	Densidad por vivienda

2.2.3. Dotación de agua

Es el volumen hidrico, medido en l/hab, unidad de consumo y día, que se reserva para un uso determinado durante un periodo de tiempo concreto. La dotación de un hospital viene determinada por una serie de



factores. Estas normas, que difieren según el autor del libro, suelen basarse en el estilo de vida, las tradiciones y el entorno de cada zona y/o nación. Cada nación tiene sus propias leyes basadas en el tipo de construcción y el uso que se le va a dar (Pari, 2019).

2.2.3.1. Dotación de agua por quebradas y/o ríos

El aforo de ríos es el proceso de medir la corriente de un río para determinar su caudal durante los meses más importantes y asegurarse de que la Nota puede compensar los requerimientos de la comunidad sin presentar un peligro la ecología. Además, este estudio puede garantizar que las bombas funcionen según lo previsto. Si las bombas se quedan vacías o aspiran aire, corren el riesgo de dañarse o funcionar mal, lo que impediría que el sistema de bombeo satisficiera las necesidades de las comunidades durante su periodo más vulnerable: la época de sequía (Huaccho, 2020).

2.2.3.2. Medidores de caudales de agua

El proceso de medición del caudal consiste en calcular el volumen hidrico que circula por una zona determinada en un periodo dado. Conocer el caudal de un arroyo o canal de riego consiente cuantificar el volumen de agua que se mueve en la otra dirección; esta información se manifiesta en cantidad por unidad de tiempo. Comprender diversas técnicas de medición del caudal es crucial para organizar las operaciones de los sistemas de riego (Ipiales & Randon, 2019).



a) Aforo por velocidad y sección o prueba de bombeo

Se puede aplicarse a canales, ríos y acequias es el sugerido por Vásquez, Vásquez, Vásquez, & Cañero (2017), Se emplea en un distancia recta de un canal de sección similar a una longitud aproximada de 20 a 50 mts de largo, en el cual el agua fluye de manera uniforme y serena. Las etapas que intervienen en su cálculo son las siguientes:

- **Determinación de la velocidad del flujo**

Se necesitan dos puntos para completar el aforo (el inicial y final). Se suelta un flotador desde el punto de comien y se registra el tiempo transcurrido con un reloj hasta alcanzar el punto final. Este proceso se repite de cuatro a cinco veces. Para calcular el tiempo medio, se calcula la velocidad superficial mediante la siguiente expresión: conociendo la longitud

$$V_s = \frac{L_t}{T}$$

Donde:

V_s: Velocidad del flujo

L_t: Longitud (m)

T: Tiempo acontecido (s)

Como flotador se debe utilizar un trozo de madera, hojas o otra sustancia que se jale y no brinde firmeza al con el contacto con el



aire; el flotador puede medir una por una por cuatro pulgadas (Flores C. , 2019).

- **Determinación del área del canal**

Vásquez, Vásquez, Vásquez, & Cañero (2017), para calcular la sección transversal de la zanja o canal se debe tener en cuenta el tipo de sección del canal.

Las medidas están todas dadas en metros, y se multiplica el ancho promedio del canal por su profundidad.

$$A = \frac{(a + b)}{2} * h$$

Donde:

A: Área del canal

a: Ancho del canal a la altura de superficial del agua

b: Ancho del fondo del canal

h: Altura del agua

- **Determinación del caudal del canal**

La siguiente fórmula se utiliza para estimar el caudal (Q) dada la velocidad del agua (V) y el área (A):

$$Q = A * V$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

A: Área de sección (m²)

V : Velocidad de desplazamiento (m/s)

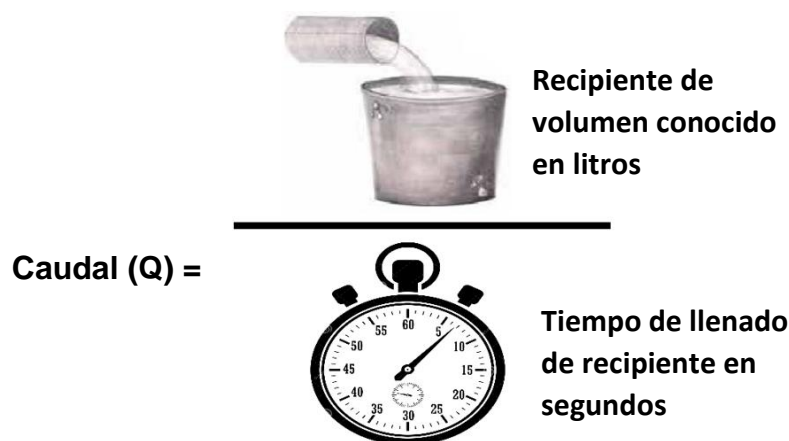
b) Aforo volumétrico

Vásquez, Vásquez, Vásquez, & Cañero (2017), el método utilizado para evaluar el caudal es para flujos diminutos que pasan por zanjas, canales pequeños o surcos. Con este método se agrega agua a un tanque de volumen reconocido y se calcula el tiempo que tarda en acumularse.

MINAGRI (2015), esta técnica necesita un recipiente para contener el agua y suele utilizarse para caudales extremadamente modestos. Reside en cronometrar el tiempo que demora un flujo de agua en llenar un envase de una cantidad en específica. Además, que el volumen hidrico retirado en el envase se divide por el tiempo que demora en recogerse ese volumen para obtener el caudal:

Figura 1.

Medición del caudal por método volumétrico



Nota: (MINAGRI, 2015)

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q: Caudal (lt/s)

V: Volumen (lts)

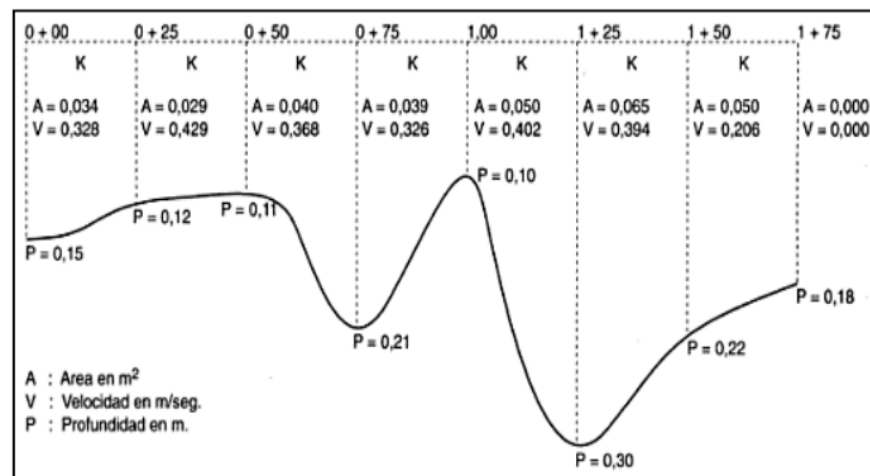
t: Tiempo (s)

c) Aforo por el método del correntómetro

MINAGRI (2015), esta técnica se utiliza en canales abiertos en donde la velocidad del flujo se determina en un lugar específico dentro del segmento del canal utilizando un dispositivo conocido como correntímetro. Todo correntímetro debe ir calibrado que implique la ecuación para estimar la velocidad dadas las revoluciones por segundo de la hélice.

Figura 2.

Medición del caudal por correntómetro de una sección del río



Nota: (MINAGRI, 2015)

$$V = a * n + b$$



Donde:

V: Velocidad (m/s)

n: Numero de rotaciones del helice

a: Paso de la hélice.

b: velocidad de frotación en (m/s)

La profundidad a las que se determinan la velocidad del correntómetro en relación con la altura del flujo de agua (*d*). El área de sección transversal se calcula después de determinar las profundidades, y esta información se utiliza para determinar el caudal.

Tabla 4.

Profundidad para medir caudal con correntómetro

Tirante de agua (d)	Profundidad de lectura del correntómetro (cm)
<15	d/2
15<d<45	0.6d
>45	0.2d y 0.8d o 0.2d, 0.6d y 0.8d

Nota: (MINAGRI, 2015)

Las profundidades a las que se determinan las velocidades del correntómetro en relación con la altura del flujo de agua (*d*). El área de la sección se calcula después de determinar las profundidades, y este valor se utiliza para determinar el caudal:



$$Q = A * V$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

A: Área (m²)

V: Velocidad medida con el correntómetro (m/s)

Siendo el procedimiento el siguiente:

1. Dependiendo de la anchura del canal, la porción se separa en muchas partes. Halla el área parcial en cada segmento multiplicando la profundidad media por la anchura de la sección, que se determina midiendo la profundidad en la conclusión de cada sección. 4. Cuando la profundidad es inferior a 0,60 m, se mide la velocidad promedio en el medio de cada sección a una distancia del 40% de arriba abajo. Si es superior, las mediciones se realizan al 40% de la distancia de abajo arriba en el centro de la zona parcial. Las mediciones se realizan al 20% y al 80% de la profundidad si ésta es mayor. 5. El caudal parcial se calcula multiplicando el área del segmento perteneciente a la velocidad promedio. El caudal total es la suma de todo caudal parcial.

2.2.4. Agua potable

Agua cuyas características físicas y químicas han sido alteradas para hacerla idónea para su consumo poblacional y permitir que la población continúen con su vida sin perjuicios (Chacón & Dávila, 2021). Esto demuestra que está libre de bacterias, especialmente patógenos y

sustancias peligrosas, y que se ajusta a las LMP de las normas (Vargas, 2018).

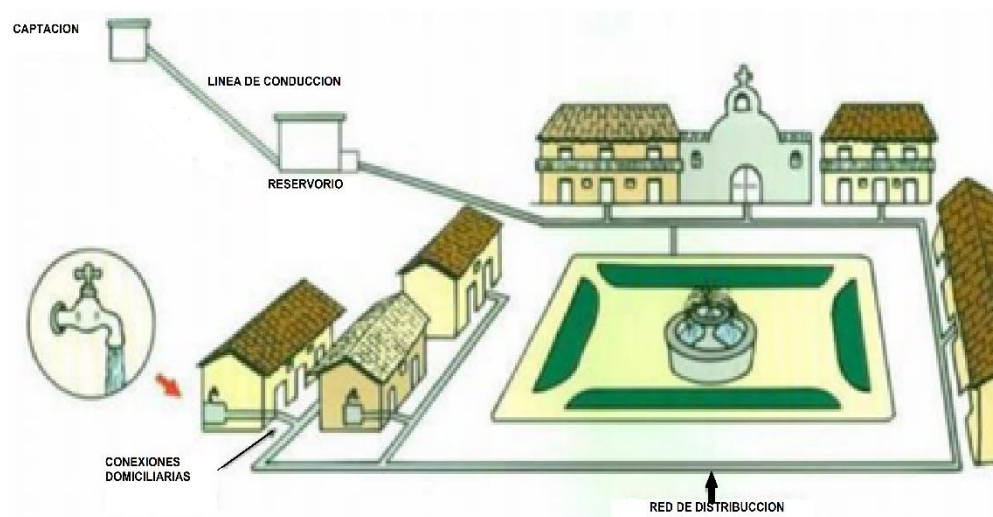
2.2.5. Sistema de abastecimiento de agua potable

Permite la entrega de agua en calidad y cantidad óptimas para su consumo desde la captación hasta el domicilio de cada cliente (Cabeza & Castillo, 2016).

Los trabajos de captación, las tuberías, una planta para tratar el agua, el tanque de almacenamiento y una red de distribución conforman un sistema de agua potable (Chacón & Dávila, 2021).

Figura 3.

Esquema de un sistema de abastecimiento de agua potable



Nota: (Chacón & Dávila, 2021)

2.2.5.1. Captación

La captación se inicia en cuanto se ha identificado y seleccionado la Nota para el abastecimiento. La población recibe el recurso que se encomienda de captar el flujo (Lara, 2007).



La potabilizadora recibe el agua ahorrada por esta actividad hidráulica a través de una conducción (Cabeza & Castillo, 2016).

Para estimar y planificar la hidráulica de captación es necesario considerar tres factores: la pendiente del sitio, la textura de la tierra y la clase de Nota de abastecimiento. Esto ayudará a evitar variaciones en variables como la temperatura y la calidad del agua. Además, es importante mantener el flujo natural del arroyo, ya que toda obstaculización puede hacer que el agua establezca un nuevo flujo que cortaría el provisión (Llatas, 2018).

2.2.5.2. Línea de conducción

El recurso debe trasladarse desde la Nota para captar hasta el reservorio, u PTAP o el inicio de la línea de distribución. El agua se desplaza mediante el bombeo o la gravedad (Heredia & Sámchez, 2018)

Es necesario considerar el Qmd para evaluar la capacidad de la línea.

a) Conducción por Gravedad- Salvo en contadas ocasiones, como cuando se presentan afloramientos rocosos infranqueables, cruces de arroyos, los conductos de dicho sistema que cuenta con válvulas de purga y de aire, cámaras de presión, accesorios y elementos complementarias, siguen la topografía del terreno (Heredia & Sámchez, 2018).

En las zonas donde la superficie es más accidentado de 50 mets, hay que instalar CRP para proteger las tuberías u otros. En las regiones altas donde el terreno es irregular, se forman bolsas de aire. Y prefieren acumularse en los conductos. Por ello, se colocan válvulas de purga para permitir que el aire salga dl conducto. Las válvulas se colocan porque hay

muchas posibilidades de que se acumulen partículas en las partes bajas de la tierra. Esta clase de implementación de válvulas es necesario porque el volumen de agua que logra pasar por el sistema se reduce debido a la suciedad y a la acumulación de aire en la tubería (Heredia & Sámchez, 2018)

b) Conducción por impulsión o bombeo -. En un conducto de flujo presurizado, donde una bomba suministra la energía necesaria para el flujo del agua, el aparato de bombeo suministrará la fuerza necesaria para superar las pérdidas locales y las pérdidas inducidas por fricción, así como la diferencia de nivel entre los sitios de succión y descarga de la tubería de impulsión (Meneses, 2013).

2.2.5.3. Reservorio

En términos de abastecimiento de agua, los embalses pueden dividirse en dos tipos, según Torres (2019).

a) Reservorio de almacenamiento.

Uno está destinado a retener agua que será valiosa en caso de que tenga que ser repuesta por un tiempo determinado.

Los mejores lugares para los tanques de almacenamiento se encuentran en las laderas naturales de los valles escarpados.

b) Reservorio de regulación o distribución.

Sirve para aplacar la presión excedente en la línea de distribución cuando ésta se encuentra a gran altitud o alejada de la población.

Además, vale para compensar los elevados gastos de la comunidad en los periodos de mayor consumo.



Los depósitos deben situarse preferentemente en el punto más alto para garantizar que el suministro tenga suficiente presión.

Tipos de reservorios:

- Enterrados
- Apoyados.
- Tanques elevados.

En específico a su forma:

- Rectangulares.
- Cuadrados.
- Circulares.

En específico a los materiales:

- De concreto.
- De fierro
- De albañilería.

2.2.5.4. Distribución de agua

La línea de distribución se bloquea para los individuos con expansión urbana en manzanas o bloques cuando se edifican arreglos para establecer un circuito mallado (Torres, 2019).

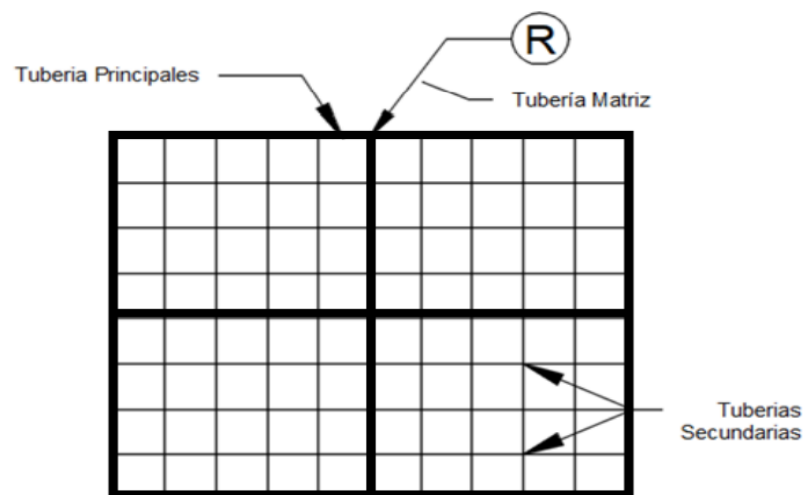
Su función de la red de distribución es suministrar el agua a los hogares u otras regiones de consumo. Dependiendo del método y del tamaño de la población, puede ser una instalación abierta u cerrada en forma de malla compuesta por conductos y accesorios de unión continua de diversos tamaños (Torres, 2019).

Se incluyen hidrantes, válvulas de descarga inferior y válvulas de corte para permitir el aislamiento de determinados segmentos de la red con fines de mantenimiento o gestión del servicio (Torres, 2019).

- a) **Sistema de circuito cerrado-**. Se compone de un sistema de conductos primarios que recluyen una serie de bloques, cuyos extremos se conectan al eje mediante tuberías de un diámetro mínimo. Como cada tubería se alimenta por ambos extremos, este sistema tiene el beneficio de reducir el trayecto y disminuir las pérdidas de carga, por lo que es apropiado para ciudades medianas y grandes.

Figura 4.

Trazo de redes de agua en un sistema cerrado



Nota: (Torres, 2019)

- b) **Sistema de circuito abierto-**. Se disponen de extremos, nodos y tramos. Las redes abiertas pueden tener como extremos nodos, embalses abiertos o descargas atmosféricas.



2.2.6. Criterios de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable

2.2.6.1. Población de diseño

Es la población del proyecto, o la población prevista de la comunidad en la etapa de diseño. Para qué tamaño de población se diseñó el sistema en la zona (Chacón & Dávila, 2021).

Debe determinarse tomando en cuenta el ritmo de incremento de la población, que suele ser impredecible en el tiempo, y los datos demográficos que actualmente dispone el INEI (Chacón & Dávila, 2021).

2.2.6.2. Periodo de diseño

Es la cantidad de tiempo que el proyecto avanzará según lo programado, de acuerdo con los criterios especificados, sin requerir ajustes o ampliaciones. Esta etapa de la operación está influenciada por la vida útil del sistema y la inversión financiera (Chacón & Dávila, 2021).

En el caso de los sistemas hidráulicos pequeños y fáciles de extender, cabe prever términos de diseño más breves que para los de mayor tamaño. En ningún caso se permite una obra crucial con un lapso de diseño menor a quince años (Chacón & Dávila, 2021).



2.2.6.3. Caudal de diseño

Para que la población pueda desarrollar su vida cotidiana, este caudal es necesario. Con frecuencia se utilizan 3 caudales distintos (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018).

- a) **Qp o Caudal promedio-**. Representa el caudal medio anual derivado de los datos acumulados. El caudal medio se utiliza para estimar el Qmh y el Qmd.
- b) **Qmd o Caudal máximo diario-**. Es el día del año con mayor demanda, que resulta ser también el de mayor consumo.
- c) **Qmh o Caudal máximo horario-**. Es la mayor cantidad de demanda en un año.

2.2.7. Bomba de ariete

La bomba hidráulica de ariete es un equipo sin motor que puede elevar una porción de un líquido a una altura significativamente mayor utilizando la energía potencial que presenta un flujo por la sobrepresión originada por el evento del golpe de ariete (Flores R. , 2021). Mediante el uso de una válvula y la caída en la tubería causada por el flujo gravitacional del agua, la energía hidráulica almacenada como energía potencial transformándose en energía cinética- la bomba de ariete hidráulico genera fuerza que se manipula para alcanzar una porción del agua -que se requiere para alimentar la bomba- por encima de su punto de partida. Dado que solo necesita la energía gravitatoria del agua que cae para funcionar,



suele utilizarse en lugares aislados con acceso a diferenciales de nivel de agua (Chero, 2018).

2.2.7.1. Fenómeno del golpe de la bomba ariete

El ejemplo del "cierre instantáneo del obturador" sirve para investigar fisiológicamente el suceso. Aunque se trata de una abstracción teórica, simplifica la comprensión de la cuestión. Nos referimos al cierre inmediato como una abstracción, ya que las porciones de cierre siempre tardan algún tiempo en obstruir completamente el flujo, independientemente de la rapidez con que actúen (Peralta, 2015). Existen cierres que cumplen esta condición en la práctica, pero son indeseables ya que pueden provocar sobrepresiones máximas como las descritas anteriormente. Estos cierres serán objeto de investigación. Para mayor generalidad, consideremos un canal de diámetro D y longitud L que está unido a un represa infinitamente grande e inclinable. Las coordenadas l se miden desde el obturador O , que se encuentra aguas abajo, hasta el embalse M , donde el conducto recibe su valor L . El régimen estable y coherente, o las circunstancias previas al cierre instantáneo del obturador, se observa en la primera ilustración. Las circunstancias que se muestran en las ilustraciones ocurren después del cierre, que se inicia en el instante t_0 .

2.2.7.2. Características de la bomba de ariete

Dado que solo hay dos piezas móviles en este dispositivo, tiene una larga vida útil y funciona de manera continua durante 24 hrs. al día. También, es más rentable que otros sistemas motorizados convencionales, no



contamina el medio ambiente, funciona de forma segura y, en teoría, sus costes de funcionamiento son nulos (Peralta, 2015).

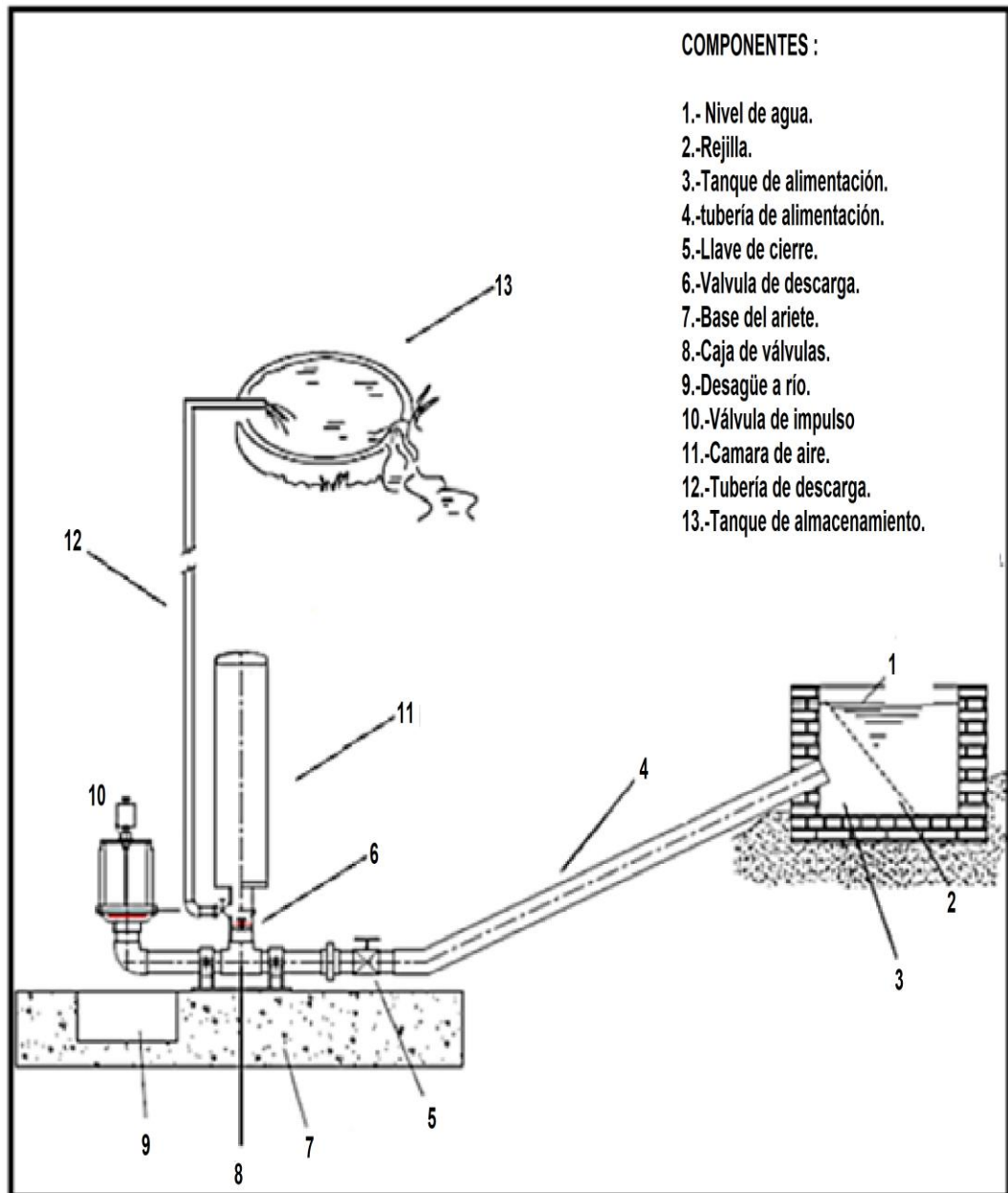
- **Conducto de alimentación:** Es el conducto de entrada que junta la bomba del ariete y el colector. El tamaño del ariete que se utiliza determina el diámetro del conducto. La tubería de ingreso tiene que ser construida de metal o pvc y capaz de soportar golpes de ariete. La tubería tiene que tener una pendiente consistente, ser completamente impermeable y no tener fugas.
- **Tubería de salida:** Este conducto une el almacén de almacenamiento con la bomba. El tamaño del ariete determina el diámetro del conducto, en tal caso, se utilizará una manguera de ½ pulgada. No debe haber piezas de contrapendiente en la tubería de salida. Debemos instalar sistemas de aireación en los lugares más altos si no es posible evitar estas pendientes. Siempre se tiene que tener en cuenta la presión estática a la que está expuesta, la tubería de salida puede ser de plástico.

2.2.7.3. Funcionamiento del ariete hidráulico y descripciones de los componentes:

Según menciona Callata (2021), los elementos de la bomba de ariete son:

Figura 5.

Elementos y componentes de la bomba de ariete.



Nota: (Callata, 2021)

- **Nivel de agua.** el nivel mas elevado de la Nota de alimento.
- **Rejilla.** una forma práctica de mantener la basura fuera de las Notas de agua y mantener los elementos insólitos fuera del cuerpo del ariete hidráulico monopulso.



- **Tanque de alimentación o presa.** Sirve para almacenar la Nota de agua que abastecerá al BAH. El diseño presentado es para construcción civil, y varía en función de la zona de captación. El agua puede captarse de arroyos, canales, manantiales, torrentes, ríos o cualquier otro depósito natural que proporcione acceso a una pendiente relativa a la BAH.
- **Tubería de alimentación o de suministro.** Se encarga de realizar la conexión crucial entre el cuerpo del ariete y el depósito de captación, así como la caja de válvulas que controla el BAH.
- **Llave de cierre.** Se compone de varias válvulas, algunas de las cuales funcionan en respuesta a demandas específicas de agua, y de una válvula de compuerta, cuya aplicación viene determinada por el diseño de la tarea a realizar. La válvula de compuerta se encomienda de iniciar o atajar la actividad del ariete.
- **Válvula de retención o descarga.** Debido a la fuerza del aire apretado adentro de la cámara, que empuja el agua por encima del nivel de recogida, es la que logra la entrada del fluido en la cámara de aire a su vez que impide el regreso del mismo. Su diseño tiene que conseguir una estanqueidad superior para evitar pérdidas de rendimiento y eficiencia del equipo.
- **La base del ariete.** Dependiendo del tipo de proyecto a realizar, es la base o plataforma donde se asienta y sujeta el cuerpo del ariete para soportar el peso de la bomba funcional o en sosiego. La



mayoría de ellas suelen estar construidas en hormigón armado o básico.

- **Base del ariete.** Se trata de la base donde se asienta el cuerpo del ariete y se fija para soportar el peso de la bomba cuando está en funcional u reposo. La mayoría de ellas suelen estar construidas de hormigón armado o básico.
- **Caja de válvulas.** Es la arreglo metálica que forma parte del cuerpo de la bomba. En ella se encuentran las tres válvulas -retención, impulsión y aire- y comienza la modificación de las ondas de depresión. Sirve tanto de posición elemental del ariete como de base de las sillas.
- **Desagüe.** Es un mecanismo que drena o evacua el ariete y se encarga de evacuar las aguas residuales hacia un río u otro cauce natural.
- **Válvula de impulso.** Para evitar la "obstrucción" del flujo, el área de flujo mediante la válvula de impulsión o de desecho tiene que igualar o superar el área transversal del conducto de alimentación. Además, "es el factor más crucial y decisivo para el funcionamiento del equipo". Debido al cierre rápido provocado por el incrementi de la velocidad del agua, es responsable de la creación del golpe de ariete. Ajustando la frecuencia o la cantidad de golpes por minuto, esta válvula permite al usuario controlar la cantidad hídrica que ingresa en la cámara de aire. En el vástago de válvula se montan juegos de contrapesos fabricados específicamente para este fin. El



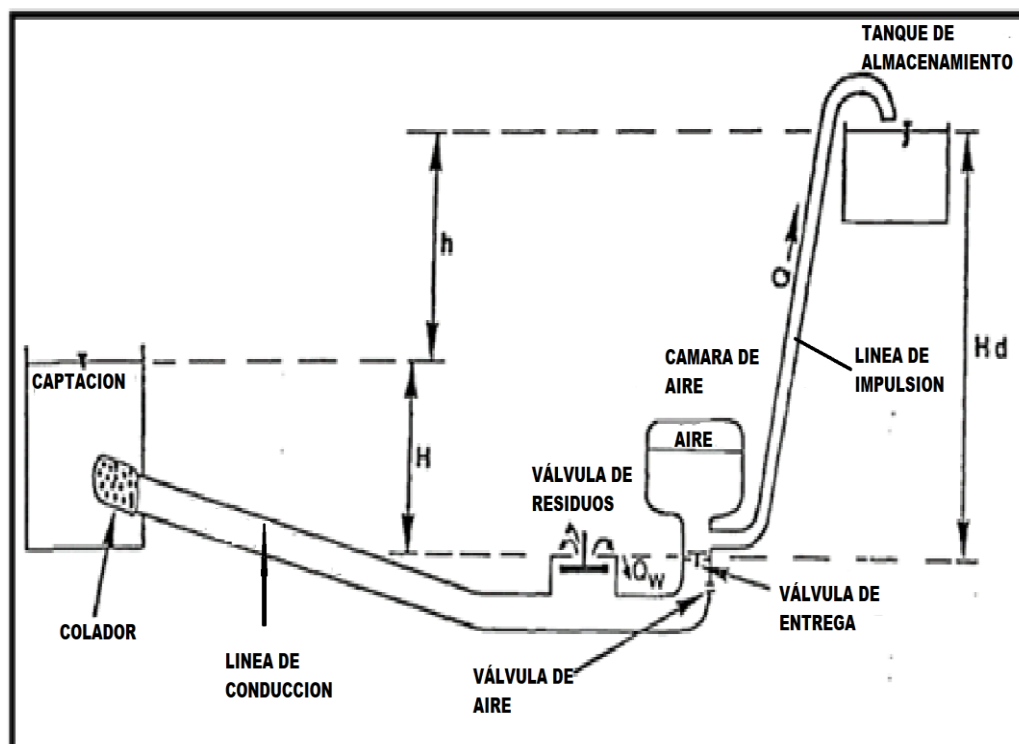
vástago, la brida, la placa y los tornillos con tuercas de fijación constituyen la válvula de impulsos". (Jiménez Reyes, 2011).

- **Cámara de aire.** Almacena agua y aire apretado, que luego se utiliza para forzar el agua mediante la tubería de vertimiento. Este componente absorbe la presión y actúa como resorte del golpe de ariete, dando lugar a un flujo uniforme que eleva el nivel del agua por encima de la captación. Se fija a la caja de válvulas mediante tornillos, unas veces montándolo por encima de la válvula de vertimiento y otras soldándolo a la válvula para retener.
- **Tubería de descarga.** Se encarga de transferir el caudal aportado desde la cámara de aire hasta el depósito de embalse. La mayor presión en columnas hídricas que puede tolerar el material dependerá de la altura a la que se deba empujar la manguera, ya sea de goma o de polietileno.
- **Tanque de almacenamiento.** Esta parte representa la finalización de la instalación del sistema, representando el caudal que empujó el ariete hidráulico. Debe planificarse teniendo en cuenta el rendimiento del ariete hidráulico, el caudal máximo y el uso del agua. Pendiendo del tipo de material a utilizar para cada función adecuada, como la agrícola o la de consumo humano, se construirá.
- **Válvula de aire.** Los ensayos realizados con distintas dimensiones revelan que el tamaño de válvula de aire influye poco en la funcionalidad de una bomba hidráulica de ariete. Menos de 1 mm es un orificio suficientemente pequeño. Este elemento suele

presentarse por debajo de la válvula de retención y desempeña una función adicional de controlar y reponer el aire que absorbe el agua que se escapa de la cámara..

Figura 6.

Configuración de una bomba de ariete Hidráulico.

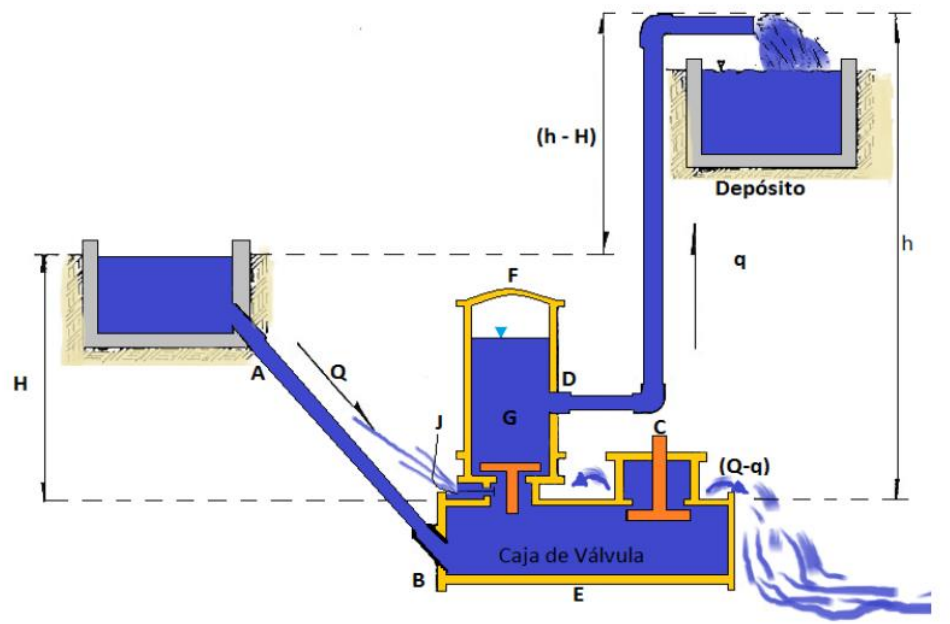


Nota. (Callata, 2021)

Las partes y los complementos que componen el sistema BAH monopulsor se muestran a continuación (figura 7) para ayudar a identificar los símbolos que deben utilizarse para los cálculos relacionados:

Figura 7.

Partes del sistema de la bomba de ariete Hidráulico.



Nota. (Callata, 2021)

- **Altura de carga (H):** Corresponde a la altura de alimentación, que es la diferencia de altura entre el cuerpo del ariete y la Nota de energía. Es la caída que puede utilizarse para activar la válvula de impulsión que genera el golpe de ariete, y debe ser menor a un metro.
- **Altura de descarga (h):** Es la altura en metros que separa el depósito elevado y el cuerpo de la bomba de ariete.
- **Diferencia de alturas (h – H):** Es la variación de elevación entre la parte superior del depósito o caudal de impulsión y el nivel de la Nota de alimentación.
- **Caudal de alimentación (Q):** Nota de alimentación constante que se conecta a la caja de válvulas, que fluye desde el depósito de



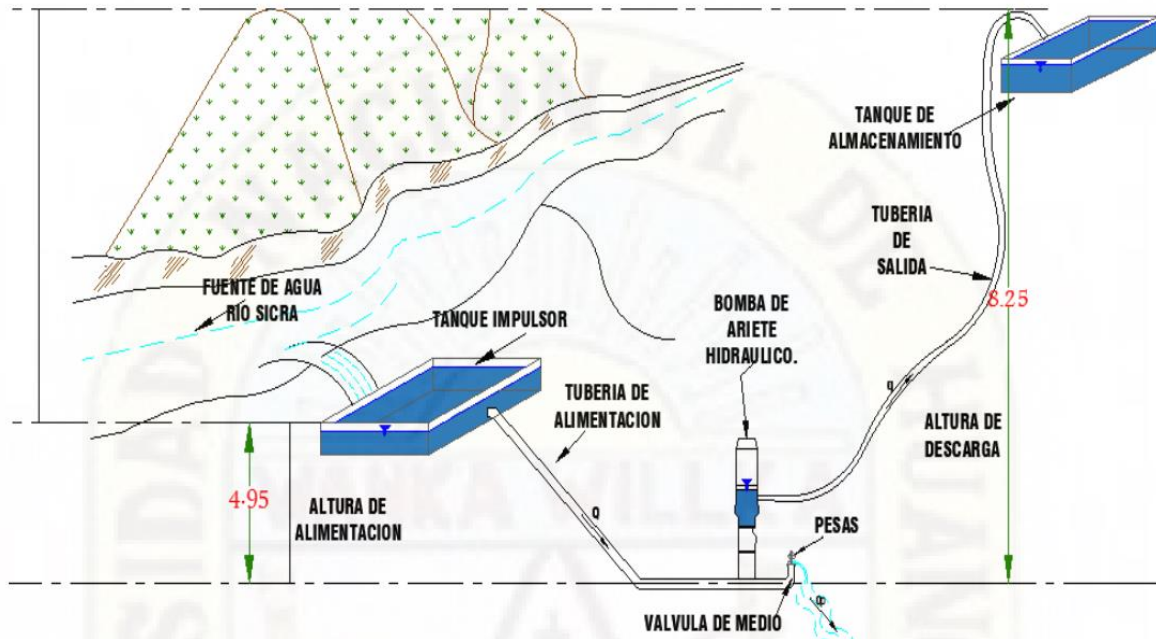
alimentación del punto A al punto B y se conecta al cuerpo del ariete hidráulico.

- **Caudal de desperdicio (Q - q):** Caudal que se pierde durante cada etapa de funcionalidad de la válvula de impulsión al golpear para producir un golpe de ariete.
- **Tubería de carga (AB):** conducto de alimentación que transfiere el caudal al cuerpo de la bomba del ariete hidráulico desde la Nota del depósito de alimentación.
- **Caja de válvulas (E):** Las tres válvulas principales del cuerpo del ariete -las válvulas de agua, aire y aire- están alojadas en esta estructura metálica. La válvula de cierre, la válvula de rebose y la válvula de aire.
- **Válvula de cierre (G):** También denominada acumulador, esta válvula se encarga de alimentar de agua el depósito de aire. Su función es abrir y cerrar alternativamente en respuesta a la válvula de impulsión.
- **Acumulador (F):** Pulmón de este equipo, actúa además como amortiguador para liberar la energía generada por la válvula de impulsión y conecta el conducto de descarga y el cuerpo de la bomba. El caudal puede ser impulsado hacia el depósito gracias al tanque de aire.
- **Tubería de descarga (D):** Este tubo se encarga del transporte el caudal que bombea al tanque de aire hasta la parte elevada del depósito.

- **Válvula de Aire (J):** Es la ventilación del cuerpo del ariete, que oxigena el aire y evita que la válvula de impulsión se acople.

Figura 8.

Instalación de los componentes de la bomba de ariete.



Nota. (Wilson, 2016)

2.3. Marco Conceptual

a) Abastecimiento de agua

Es una red de conductos conectados entre sí que suministra agua a las viviendas de una comunidad, ciudad o zona rural con una población similar (Chaiña, 2016).

b) Agua potable

Es agua que sabe bien, es idónea para beber en casa y no incluye sustancias nocivas ni microorganismos dañinos que puedan perturbar a la salud del usuario (Meneses, 2013).



c) Demanda de agua

Agua que la gente está dispuesta a obtener para cumplir un determinado objetivo de generación o consumo, tanto en cantidad como en calidad (Chaiña, 2016).

d) Población de diseño

El planificador debe optar por el criterio más apropiado para estimar la población futura en consideración la data censal, pronósticos u otras Notas que demuestren el incremento poblacional y estén respaldadas por evidencias (Poma & Soto, 2016)

e) Caudal de diseño

Caudal previsto para el que se construyen los sistemas, equipos y diseño de un específico proyecto de agua (Poma & Soto, 2016).

f) Bomba de ariete- Se trata de una bomba hidráulica que funciona con energía cinética en ciclos. Con este método se bombea el agua de un arrollo a una altura elevado. El agua se extrae de la corriente del río y se dirige a un depósito atmosférico a través de una manguera que permanece a una altura paralela a la del río (Peralta, 2015).



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de investigación

Dado a que estos estudios se efectuan sin manejo intencional de variables y sólo observan fenómenos en sus ambientes naturales para analizarlos, el diseño para este trabajo es no experimental (Hernandez & Fernandez, Metodologia de la Investigacion, 2014).

3.2. Tipo de investigación

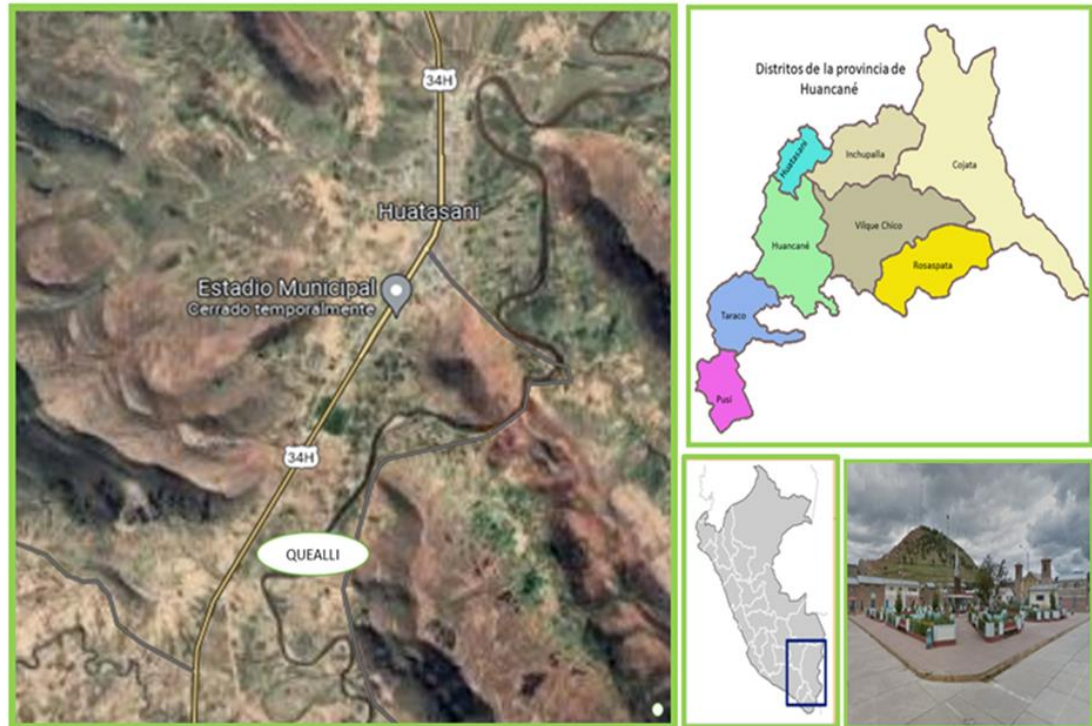
El presente estudio emplea un método de investigación descriptivo, ya que se discutirán los procesos y necesidades esenciales para desarrollar el diseño de un abastecimiento de agua por medio de una bomba de ariete (Hernandez & Fernandez, Metodologia de la Investigacion, 2014).

3.3. Ubicación de la zona en estudio

El lugar de la investigación se situa a una altitud de 3887 msnm en el anexo Quealli del distrito de Huatasani, con coordenadas geográficas de latitud: 15°27'20.86 "S, Longitud: 70° 7'34.60 "O".

Figura 9.

Ubicación de la zona en estudio



Nota. Google Earth

3.4. Recopilación de la información Disponible.

3.4.1. *Determinar la demanda de agua requerida para el diseño de la bomba de ariete para el Anexo Quealli*

Para el cumplimiento del presente objetivo se realizó los siguientes procesos:

a) **Estimación de la población futura**

La previsión de población se creó utilizando datos demográficos de los censos de 2007 y 2017, respectivamente, para la región de estudio. Estos datos son cruciales para el diseño del sistema hídrico y se crearon para un lapso de 20 años, de 2022 a 2042.

Teniendo en cuenta todo ello la proyección se realizará al año 2042; empleando el método aritmético para lograr la población futura tal cual como lo recomienda la "Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural" (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018), Supone que el crecimiento de la población es continuo y puede ajustarse a una línea recta; y obedece a la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa * (1 + r * n/1000)$$

Donde:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Población actual

t: Periodo de diseño

✓ **Consideraciones:**

Cabe señalar que, en caso de no contar con la tasa de crecimiento del área de estudio, se empleará la tasa de crecimiento de una población con características equivalentes, o en su defecto, la tasa de crecimiento del distrito; además, si la tasa de incremento anual es negativa, será necesario utilizar una población de referencia similar a la actual ($r = 0$).

a) Dotación, consumo o gasto de agua

La cantidad de agua que cada miembro de un hogar requiere diariamente se conoce como dotación, y está determinada por el tipo de elección técnica electa para la eliminación sanitaria de excretas y el area en la que se

implemente. Entre estas opciones se encuentran: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018).

Tabla 5.

Dotación según tipo de opción tecnológica

Región	Dotación según tipo de opción tecnológica (l/Hab*día)	
	Sin arrastre hidráulico Compostera y hoyo seco ventilado	Con arrastre hidráulico (Tanque séptico mejorado)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Nota. (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

También se definió el caudal medio, el caudal máximo diario y horario con el objetivo de estimar la disponibilidad hídrica en la región objeto de estudio. Estos datos también fueron vitales para la configuración de las partes hidráulicas del sistema de agua.

Consecutivamente luego de conocer la dotación de agua necesaria para la zona en estudio se consideró la determinación de los volúmenes para el diseño de los elementos del sistema.

✓ **Caudal promedio**

Esto depende solo de la asignación diaria y de la población que debe ser alimentada. El caudal medio diario se calcula como la media del consumo diario durante un año de datos.

$$Qp = \frac{P_f * D_f}{86400}$$



Donde:

Q_p : Caudal medio diario (lts/seg)

P_f : Población futura (hab.)

D_f : Dotación futura (lts/hab/día)

✓ **Caudal máximo diario (Q_{md})**

El K_1 , que se determina experimentalmente, afecta al caudal medio para estimar el Q_{md} , que es el caudal calculado el día de mayor uso, evaluado a partir de una amplia serie de registros diarios durante todo el año.

$$Q_{md} = K_1 * Q_p$$

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario lts/seg

K_1 : Coeficiente (1.3)

Q_p : Caudal promedio en lts/seg

✓ **Caudal máximo horario (Q_{mh})**

El caudal más alto en la hora de elevado consumo del día, evaluado en una serie significativa de registros observados a lo largo de los 365 días del año, se conoce como caudal máximo horario. Para calcular este parámetro, se utiliza el índice de variabilidad máximo por hora K_2 , el cual también se establece mediante experimentación.



$$Q_{mh} = K_2 * Q_p$$

Donde:

Q_{mh} : Caudal máximo horario lts/seg

K_2 : Coeficiente (2.0)

Q_p : Caudal promedio en lts/seg

Adicional a ello se calculo la demanda actual consumida por la población; mediante el aforo del agua consumida por cada vivienda:

3.4.2. Determinar si el caudal en la Nota atenderá a la demanda actual para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli

Para el cumplimiento del presente objetivo se realizó el aforo del caudal de la captación de agua propuesta; del pujio ubicado en las laderas circundantes al área en estudio, mediante la cuantificación por el método volumétrico, donde consiste en conocer el volumen de un envase y contar con un tiempo total en el que se llena el depósito, obteniéndose de la siguiente manera.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q : Caudal de aforo.

V : Volumen de depósito (m³)

T : Tiempo de llenado



3.4.3. Efectuar el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli

Se realizó el diseño hidráulico (captación, línea de bombeo, reservorio, línea de aducción y red de distribución) del sistema tomando la **“Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”** (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018), el cual manifiesta lo siguiente:

a) Captación

Utilizar una estructura sólida es uno de los métodos para captar agua. Así pues, para compensar la demanda hídrica de una futura población en la región estudiada, primero buscamos una Nota de agua con un rendimiento adecuado. Nuestro diseño se basará en esta Nota.

Una vez finalizadas las obras de captación, este diseño permitirá utilizar y explotar el agua de la Nota de forma sostenible y segura, protegiendo la vida de diversas especies vegetales y animales y sin perjudicar las contextos hidrológicas, geológicas u ecológicas cercanos o aguas abajo.

b) Línea de conducción u impulsión

El edificio favorece el movimiento del agua desde la Nota hasta el depósito, que puede ser una instalación de tratamiento de agua potable o un embalse.

Este elemento se construyó con el mayor caudal de agua diario posible, teniendo en cuenta los siguientes caudales de agua: Se utilizó PVC.



✓ Criterios de diseño

Se empleó un coeficiente de rugosidad del PVC de 150; asimismo, se utilizó para calcular el diámetro de conducto se empleó la fórmula de Hazen-Williams; no obstante, para diámetros menores se empleó la ecuación de fair wipple:

$$h_{fsi} = \frac{10.679 * L}{C^{1.852} * D^{4.87}} * Q^{1.852}$$

Donde:

H_f: pérdida de carga continua, en m.

Q: Coeficiente (2.0)

D: Caudal lts/seg

C: Coeficiente (PVC:150)

L: Longitud del tramo, en m.

cumpliendo con las siguientes directrices: La velocidad mínima no puede ser menor a 0,60 m/s, y se establece como límite máximo legal 3 m/s, con una justificación razonable que permita superar los 5 m/s.

c) Bomba de ariete

- **Diámetro del pie de la válvula de impulso**

$$dv = 0.80 * dica$$

Donde:

dica : Diámetro interno del cuerpo del ariete (54.50mm)

- **Diámetro del orificio del asiento de la válvula**



Para el cálculo del diámetro del orificio de asiento de la válvula se usó la ecuación:

$$do = \frac{dv}{1.15}$$

- **Espesor del pie de válvula de impulso**

Para el cálculo del parámetro se sustituyeron los valores de la siguiente ecuación:

$$evi = 0.14 * do$$

- **Diámetro del vástago de la válvula de impulsión**

El diámetro del vástago se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$dvs = 0.12 * do + 10$$

d) Reservorio

El diseño hidráulico del embalse preveía un reserva de almacenamiento correspondiente al 25% de la demanda media diaria anual (Q_p), suponiendo un suministro continuo de agua desde la Nota. Se ha posicionado el embalse lo más cercano posible a la población y a una altitud topográfica que preserve la presión mínima en la zona menos adecuada del sistema. Al menos el 30% de Q_p debe ser la capacidad en caso de suministro discontinuo.

Se siguió la recomendación del RNE; el cual estable la siguiente fórmula para su dimensionamiento.

$$Va = 25\% u 30\% Qp$$



e) Línea de aducción

Para el trazado de la línea de aducción se tomo en cuenta según lo recomendado por el RM. N° 192-VIVIENDA:

- Deben evitarse las pendientes menores a 0,50% para suministrar la ejecución y el mantenimiento, y las superiores al 30% para sortear velocidades excedentes.
- El plan debe buscar el camino más rápido, siempre que éste no necesite excavaciones indebidas u otros cambios. Se evitarán las zonas vulnerables y las areas de acceso restringido.
- El camino descendente podrá ser más empinado y la pendiente de la ruta ascendente será más suave en los tramos que pasen por terreno accidentado; estos cambios se harán siempre teniendo en cuenta la dirección del flujo del agua.
- Manténgase alejado de propiedades privadas o comprometidas para evitar problemas de funcionamiento y mantenimiento del sistema, así como de urbanización.
- Mantenga las distancias adecuadas con respecto a cementerios, capas freáticas altas, riberas, llanuras aluviales, vertederos sanitarios y otros servicios públicos.
- Utilizar regiones que estén muy alejadas de las carreteras ya existentes o que, debido a su orografía, permitan el desarrollo de



nuevas carreteras para su uso en la construcción, el funcionamiento y el mantenimiento.

- Evitar lugares en los que los fenómenos humanos y naturales puedan influir negativamente.
- Considere dónde ubicar canteras para préstamos y sitios para desechar el material excedente de la excavación.
- Señale la ubicación de las instalaciones, accesorios, válvulas, u otros elementos singulares que requieran mantenimiento, supervisión o uso.

✓ **Criterios de diseño**

Se permitió una carga estática máxima de 50 m, junto con una carga dinámica mínima admisible era de 1 m. La línea de aducción puede transportar como mínimo el (Qmh).

Cálculo de diámetro del conducto se realizó empleando la ecuación de Hazen-Williams u Fair Whipple.

$$hfsi = \frac{10.679 * L}{C^{1.852} * D^{4.87}} * Q^{1.852}$$

f) Redes de distribución

Es una porción del sistema de agua potable que utiliza accesorios, tuberías y conexiones dentro del hogar para suministrar agua limpia a cada residencia.



El diseño del sistema de distribución en la zona de estudio tuvo en cuenta lo siguiente:

- Se diseñan para el Qmh
- El caudal máximo por hora (Qmh) debe tenerse en cuenta al diseñar las redes de distribución.
- En redes cerradas, los conductos principales deben tener un diámetro mínimo de 1", y en redes abiertas, el diámetro máximo de los ramales es de 20 mm ($\frac{3}{4}$ ").
- Los cruces de tuberías deben construirse siempre con piezas en T, de manera que la tubería de mayor diámetro forje la sección recta, y no deben lograr la instalación de elementos en modo de cruz. La red de tuberías debe situarse siempre a un nivel superior al de otras posibles redes de aguas.
- Los accesorios en T, cuando se comercialicen, deben tener diámetros que coincidan con los conductos que unen, eliminando el requerimiento de intercalar reducciones.

✓ **Criterios de diseño**

Se especifica que la velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s; en ningún caso puede ser menor a 0,30 m/s, y se establece una velocidad máxima de 3 m/s.



- Cuando sea factible, el trazo de la red debe situarse en suelo público; deben evitarse las zonas sensibles.
- Para la red de distribución, se deben emplear tubos de PVC junto con los accesorios correspondientes para las conexiones.
- En todos los puntos de la red, la presión estática no puede exceder los 60 m.c.a, y la presión mínima de funcionamiento no puede ser menor a 5 m.c.a.

g) Conexiones domiciliarias

En la zona de investigación, durante la creación de las conexiones domiciliarias, se consideraron los siguientes elementos:

- Cada vivienda tiene que disponer de una acometida previa al suministro a través de las redes de distribución, y esta acometida tiene que estar conectada al SBU y al lavabo multifuncional.
- Debe estar situada en la entrada principal y en la fachada de la vivienda.
- El diámetro mínimo debe ser de 1/2".
- Los siguientes elementos deben estar dispuestas en la conexión:

Toma del elemento: mediante ajustes y reducciones tipo TEE.

Elemento de conducción: es el conducto que conecta la transición del componente de toma con la conexión predial, entrando en ella en un ángulo de 45°.



Elemento de unión con la instalación interior: el propietario debe construir una válvula de control al ingreso y en el interior de la vivienda para establecer la conexión con la instalación interior de la vivienda. Para ello, es necesario instalar un niple de 0,30 m desde la cara externa de la caja.

3.5. Materiales y equipos

En este proyecto de tesis se utilizaron los siguientes suministros y herramientas.

- Libreta de datos
- Bolígrafos
- Registros poblaciones
- Aplicación Google Earth Pro
- Resaltadores
- Kit folders
- Software Excel
- Software Microsoft Word
- Aplicación INEI
- Laptop
- Impresora

3.6. Técnicas e instrumentos

3.6.1. Técnicas

- Revisión bibliográfica
- Observacional



3.6.2. Instrumentos

- Reglamento nacional de edificaciones

3.7. Población y muestra

3.7.1. Población

La población en estudio está representada por el anexo Quealli del distrito de Huatasani

3.7.2. Muestra

La muestra en estudio presenta un criterio a juicio del investigador; siendo en este caso lo mismo especificado que la población siendo el anexo Quealli del distrito de Huatasani



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1. Determinar la demanda de agua requerida para el diseño de la bomba de ariete para el Anexo Quealli

En relación al primer objetivo: Determinar la demanda de agua requerida por la población del Anexo Quealli; para su cumplimiento se realizó la estimación del caudal promedio requerido para el suministro a la población de la localidad a un periodo de tiempo futuro (20 años); mediante el cálculo del caudal máximo diario y horario.

a) Periodo de diseño

Las siguientes sugerencias, como se indica en la RM. N° 192-VIVIENDA (2018), fueron tomados en cuenta al establecer el periodo de diseño.

AFWB T

Tabla 6.

Periodo de diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua

N°	Estructura	Periodo de diseño
1	Nota de abastecimiento	20 años
2	Obra de captación	20 años
3	Pozos	20 años
4	Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
5	Reservorio	20 años
6	Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
7	Estación de bombeo	20 años
8	Equipos de bombeo	10 años
9	Unidad Básica de Saneamiento (sistema hidráulico, compostador y para áreas inundables)	10 años
10	Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Nota. (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

b) Población de diseño

Para proyectar la población futura o de diseño se utilizó el enfoque aritmético; la fórmula empleada fue la siguiente.

$$P_d = P_i * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Donde:

P_d : Población de diseño (habitantes)

P_i : Población inicial (40 hab. según la municipalidad de Huatasani)

r : Tasa de crecimiento anual (1% según la municipalidad de Huatasani)

t : Período de diseño (20 años)

Reemplazando:

$$P_d = 40 * \left(1 + \frac{1 * 20}{100}\right)$$

$$P_d = 48$$

El diseño se llevará a cabo para una población proyectada de 48 habitantes en el anexo Quealli.

c) Dotación

La cantidad de agua necesaria para cumplir con el consumo diario de cada miembro de la familia vendrá determinado por la opción técnica de eliminación de excrementos sin necesidad de arrastre hidráulico, o compostera; esta cantidad es de 50 litros por habitante y día.

d) Variación de consumo (Caudales de diseño)

Los caudales de diseño son los siguientes, basados en la dotación y la población proyectada estimada mediante el método matemático:

Tabla 7.

Caudales de diseño

Año	Dotación (Its/Hab/día)	Nº de habitantes	Caudal promedio (Lts/s)	Caudal máximo diario (Lts/s)	Caudal máximo horario (Lts/s)
2042	50	48	0.028	0.036	0.056

Nota. Elaboración en base al RM. N° 192-VIVIENDA, 2018

4.1.2. Determinar si el caudal en la Nota atenderá a la demanda actual para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli

En relación al segundo objetivo: Determinar si el caudal en la Nota atenderá a la demanda actual para el suministro de agua de la población del Anexo Quealli; para su cumplimiento se realizó la estimación del caudal respectivamente de un pujio que servirá como captación de agua.

a) Cálculo de la demanda actual

En la tabla 8, se exhibe la demanda actual de los pobladores del anexo Quealli, indicando que la demanda actual es de 0.023 lts/s para 40 habitantes del área en estudio.

Tabla 8.

Demanda actual de los pobladores del Anexo Quealli

USUARIOS	Demanda de agua							TOTAL	DEMANDA TOTAL DE LA POBLACION
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7		
1	20	23	24	22	21	150	23	283.00	1132
2	40	43	45	49	52	51	263	543.00	2172
3	36	32	37	39	34	31	180	389.00	1556
4	42	48	46	47	42	43	160	428.00	1712
5	60	68	64	62	69	250	70	643.00	2572
6	48	46	52	51	53	123	53	426.00	1704
7	20	22	23	28	26	230	320	669.00	2676
8	48	46	42	43	47	49	450	725.00	2900
9	36	35	31	34	32	120	31	319.00	1276
10	52	54	53	59	56	57	230	561.00	2244
11	32	25	36	24	21	150	190	478.00	1912
TOTAL	434.00	442.00	453.00	458.00	453.00	1254.00	1970.00	780.57	1986.90L/DIA
DEMANDA TOTAL DE AGUA POR HABITANTE									0.023 L/S

a) Cálculo del caudal en la Nota

En la Tabla 8, se exhibe el flujo de agua calculado mediante el método volumétrico durante la temporada seca, mostrando un flujo de 0.00188 m³/s (1.88 l/s), siendo este fundamento el caudal del agua presente en el pozo.

Tabla 9.*Cálculo del caudal de agua en temporada de estiaje*

PRUEBA	VOLUMEN (L)	TIEMPO DE LLENADO (s)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ASUMIDO
1	20	11.00	1.82	1.88 l/s
2	20	10.60	1.89	
3	20	10.90	1.83	
4	20	10.30	1.94	
5	20	10.31	1.94	

En la Tabla 9, se exhibe el flujo de agua calculado mediante el método volumétrico durante la temporada de crecida, mostrando un flujo de 0.00234 m³/s (2.34 l/s), siendo este el caudal del agua presente en el pozo.

Tabla 10.*Cálculo del caudal de agua en temporada de avenida*

PRUEBA	VOLUMEN (L)	TIEMPO DE LLENADO (s)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ASUMIDO
1	20	12.11	2.30	2.34 l/s
2	20	11.50	2.40	
3	20	11.13	2.30	
4	20	9.20	2.20	
5	20	10.45	2.40	

4.1.3. Efectuar el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli

En relación al tercer objetivo: Efectuar el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli; para su cumplimiento se tomó en consideración la **“Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”** (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018), presentando los siguientes resultados:

4.1.3.1 Captación de ladera

Tabla 11.

Criterios de estandarización de componentes hidráulicos

Ítem	Componente hidráulico	Criterio principal	Criterio secundario	Descripción
1	Barraje fijo son canal de derivación	Qmd(lts/s) = (menor a 0.50) o (>0.50	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario "Qmd" que no supere los 0.50 l/s, se realiza el diseño con 0.50 l/s. Si "Qmd" excede los 0.50 l/s pero no alcanza los 1.00 l/s, el diseño se ajusta a 1.00 l/s, y así consecutivamente
2	Barraje fijo con canal de derivación	- 1.00) o (>1.00 - 1.50)		
3	Balsa flotante			
4	Caisson			
5	Manantial de ladera			
6	Manantial de fondo			
7	Galería filtrante			

Nota: (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018)

Tal como exige la norma, la cuenca de ladera debe construirse con un mínimo de 0,50 litros por segundo para caudales inferiores a 0,50 litros por segundo. En consecuencia, se realizaron los siguientes cálculos:

- **Cálculo de la velocidad de paso**

$$V = \left(\frac{2 * g * H}{1.56} \right)^{1/2}$$

Donde:

g : Aceleración de la gravedad

H : Carga sobre el centro del orificio (0.40)

Reemplazando:

$$V = \left(\frac{2 * 9.81 * 0.40}{1.56} \right)^{1/2}$$



$$V = 2.24m/s$$

La velocidad de pase a la captación será de 2.24m/s; no obstante, según norma esta no debe sobrepasar una velocidad de 0.60m/s; por ende, se asume dicho dato

- **Cálculo del ancho de pantalla**

$$A = \frac{Qmd}{Cd * V}$$

Donde:

Qmd : Caudal máximo diario

Cd : Coeficiente de descarga (0.80)

V : Velocidad de paso (0.60m/s)

Reemplazando:

$$A = \frac{0.50}{0.80 * 0.60}$$

$$A = 0.90m$$

El ancho de pantalla de la captación será de 0.90m.

- **Cálculo de la altura de la cámara húmeda**

$$Ht = A + B + H + D + E$$

Donde:

A : Altura del fondo a la canastilla (10cm)

B : Mitad del diámetro de la canastilla de salida (5.80cm)

H : Altura de agua (40cm)

D : Desnivel de ingreso de agua de afloramiento y el nivel



de altura de agua (5cm)

E : Borde Libre (40cm)

Reemplazando:

$$Ht = 10 + 5.80 + 40 + 5 + 40$$

$$Ht = 1.00m$$

La altura de la cámara húmeda será de 1.00m.

4.1.3.2. Línea de alimentación u línea de conducción

- **Diámetro de tubería de alimentación**

Se aplica la fórmula de Hanzen y Williams para calcular el diámetro de suministro hacia la bomba de ariete.

$$D = \frac{117.785 * L^{0.205} * Qmd^{0.38}}{S^{0.205} * Chw^{0.38}}$$

Donde:

L : Longitud de la tubería de alimentación (242m)

Qmd : Caudal máximo diario (0.50lts/s)

S : Pendiente (2.00m/m)

Chw : Coef. De Hazen Williams PVC (150)

Reemplazando:

$$D = \frac{117.785 * 242^{0.205} * 0.50}{2.00^{0.205} * 150^{0.38}}$$

$$D = 0.95" \text{ o } 1.00"$$

El diámetro de la tubería de alimentación será de 1.00"



4.1.3.3. Bomba de ariete

- **Diámetro del pie de la válvula de impulso**

Considerando que el espacio físico dentro del cuerpo de la bomba representa el 80%, equivalente a un diámetro de 54,60 mm, se determina que el diámetro del pie de la válvula de impulsión debe ser de 45 mm para asegurar la holgura requerida para el movimiento longitudinal de la válvula.

$$dv = 0.80 * dica$$

Donde:

dica : Diámetro interno del cuerpo del ariete (54.50mm)

Reemplazando:

$$dv = 0.80 * 54.50$$

$$dv = 43.60mm$$

$$dvtasumido = 44mm = 2''$$

El diámetro del pie de la válvula de impulso, será de 2''

- **Diámetro del orificio del asiento de la válvula**

Para obtener el diámetro interior del asiento de la válvula se utilizó la siguiente fórmula:

$$do = \frac{dv}{1.15}$$



Reemplazando:

$$do = \frac{44/1000}{1.15}$$

$$do = 0.038m \text{ o } 1 \frac{1}{2}''$$

El diámetro orificio del asiento de la válvula de impulso será de 1 1/2"

- **Espesor del pie de válvula de impulso**

Para calcular este parámetro se han sustituido los números de la ecuación siguiente:

$$evi = 0.14 * do$$

Reemplazando:

$$evi = 0.14 * 0.038$$

$$evi = 0.00536m$$

El espesor del pie de válvula de impulso, será de 0.00536m

- **Diámetro del vástago de la válvula de impulsión**

El diámetro del tallo se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$dvs = 0.12 * do + 10$$

Reemplazando:

$$dvs = 0.12 * 38mm + 10$$

$$dvs = 14.56mm = 1''$$

El diámetro del vástago de la válvula de impulsión



- **Altura de suministro**

El próximo cálculo se basará en la ecuación:

$$H_s = \frac{1}{3} * H_d$$

Donde:

H_d : Altura hidrodinámica (10m)

Reemplazando:

$$H_s = \frac{1}{3} * 10$$

$$H_s = 3.33m$$

La altura del suministro será de 3.33m

- **Elección de la tubería de suministro**

La bomba de ariete funciona bien cuando la relación entre la longitud (L) y el diámetro (D) de la tubería está comprendida entre $150 \leq L/D < 1000$. Cuando se supera este intervalo, el rendimiento del ariete puede verse notablemente afectado.

$$150 \leq \frac{L}{D} \leq 1000$$

$$150 \leq \frac{10}{(1 * 0.0254)} \leq 1000$$

$$150 \leq 383.70 \leq 1000$$



La relación L/D de 383,70 está, como puede verse, dentro de los límites predeterminados. En consecuencia, el diámetro nominal de la tubería de suministro sería de 2,00 pulg.

- **Elección de la tubería de entrega**

En general, el diámetro del conducto de impulsión es igual a la mitad del conducto de impulsión.

$$d = \frac{D}{2}$$

$$d = \frac{2}{2}$$

$$d = 1''$$

Se decidió utilizar un diámetro inferior porque, en el momento de los cálculos, se comprobó que la cámara de aire era excesivamente grande.

- **Cuerpo del ariete**

El cuerpo del ariete, formado por una T y un codo de 90° x 2,00", debe tener la resistencia adecuada para soportar las sobrepresiones generadas por el golpe de ariete, el diámetro interno del cilindro es de 50,80 mm.

- **Longitud del vástago**

Para garantizar que el vástago tenga la geometría suficiente para sujetar las pesas, las tuercas y las contratuerkas y, al mismo tiempo, permitir una fácil variación de la carrera, su longitud será de 200 mm.



Cálculo de la velocidad de cierre de la válvula de impulso

Para determinar la velocidad de cerradura de la válvula de impulsión se utilizará la siguiente fórmula:

$$U_c = 0.135 * C_{vi}$$

$$U_c = 0.135 * 0.0017$$

$$U_c = 2.2m/s$$

Cálculo de la carrera de la válvula de impulso

La carrera de una válvula de asiento plano no puede superar el 25-33% del diámetro de la válvula, según STRANEO-CONSORTI. Se aplicará la siguiente fórmula:

$$C_{vi} = (25 - 33\%) * D_v$$

$$C_{vi} = 0.32 * 0.00536m$$

$$C_{vi} = 0.0017m$$

Remplazando C_{vi} en la ecuación: se tiene:

$$U_c = 0.135 * 0.0017$$

$$U_c = 2.2m/s$$

- **Cálculo o de área de asiento de la válvula (A_{av})**

$$A_{av} = \frac{\pi * d_o^2}{4}$$

Conociendo que el diámetro es de 1" = 0.0254m



$$Aav = \frac{\pi * 0.0254^2}{4}$$

$$Aav = 0.00050m^2$$

- **Cálculo o de área del vástago de la válvula (A_{vi})**

$$A_{vi} = \frac{\pi * d_{vi}^2}{4}$$

Conociendo que el diámetro es de 2" = 0.04m

$$Aav = \frac{\pi * 0.04^2}{4}$$

$$Aav = 0.0010m^2$$

Ante ello se puede determinar el A₂

$$A_2 = Aav - A_{vi}$$

$$A_2 = 0.00050 - 0.0010$$

$$A_2 = 0.00050m^2$$

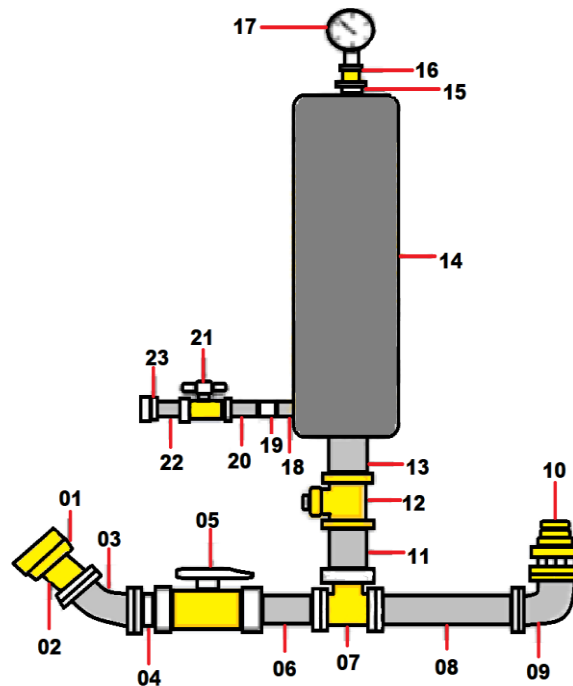
- **Perdida de agua por la bomba de ariete**

Según Camacho & Meza (2017), en promedio por el empleo de una bomba de ariete se pierde entre 40% y 50% de agua impulsada.

- **Propuesta de la bomba de ariete**

Figura 10.

Propuesta de bomba de ariete



- 1) Llave Universal PVC de 2"
- 2) Niple PVC de 2"
- 3) Codo de 30° PVC de 2"
- 4) Niple PVC de 2"
- 5) Válvula de control PVC de 2"
- 6) Niple PVC de 2"
- 7) Tee PVC de 2"
- 8) Niple PVC de 2"
- 9) Codo de 90° PVC de 2"
- 10) Válvula de impulso de 2"
- 11) Niple PVC de 2"
- 12) Válvula check de paso de 2"
- 13) Niple PVC de 2"



- 14) Cama de aire de 6"
- 15) Niple PVC de ½"
- 16) Reductor tipo campana PVC de ½" a ¼"
- 17) Manómetro
- 18) Niple PVC de 1"
- 19) Unión PVC de 1"
- 20) Niple PVC de 1"
- 21) Válvula de control PVC de 1"
- 22) Niple PVC de 1"
- 23) Unión universal PVC de 1"

La propuesta de la bomba de ariete será con un conducto de entrega de 1" y un conducto de suministro de 2", respectivamente; Además Dado que la bomba de ariete hidráulico presenta ventajas competitivas con respecto a otras bombas, como se muestra en la siguiente tabla, sustituye a otros sistemas que suelen utilizar energías no renovables o tienen un mayor impacto negativo sobre el medio ambiente (Rengifo Hincapié & Gallego Cadenan, 2016).

Tabla 12.*Comparación del ariete hidráulico con otro tipo de bombas*

Descripción	Bomba-motor	Ariete hidráulico	Bomba-Eléctrica
Energía externa	Si	No	Si
Confiabilidad	Alto	Alto	Media
Inversión inicial	Alto	Bajo	Bajo
Mantenimiento	Si	No	Si
Ruido	Alto	Media-alto	Media
Eficiencia	Alto	Bajo	Alto
Lubricantes	Si	No	Si

Nota. (Avila, 2020)

La tabla anterior indica que el ariete hidráulico presenta una importante ventaja en cuanto a los costes económicos y medioambientales que genera durante su edificación y puesta en marcha. Se trata de aspectos muy positivos que logran que el sistema sea fácilmente accesible y medioambientalmente sostenible. El ariete hidráulico no requiere energía externa ni lubricación.

A partir del avance del proyecto, los resultados son evidente que el proyecto satisface los requisitos para el desarrollo efectivo de una conducción hidráulica, tal y como afirma Fernández Gegner (2005). Entre estos requisitos se encuentran los siguientes:

El suministro de agua proviene de una Nota que ya ha sido previamente analizada en detalle: en nuestro caso, la lluvia horizontal recogida por un sistema de tres atrapanieblas.

La disposición del eje de la tubería es un componente crucial, ya que permitió aumentar la precisión y la confianza al calcular variables como



las pérdidas de carga unitarias y la velocidad del fluido adentro de la tubería.

Cálculo del caudal de diseño: Para este proyecto se consideraron tres caudales de diseño diferentes: el caudal de descarga, el caudal dentro de del conducto (alimentación) y el caudal a la salida del depósito.

Selección del material de las tuberías: El proyecto estipulaba que el PVC es el material más apropiado para la conducción de agua al ariete debido a su durabilidad, asequibilidad y practicidad. Un factor importante considerado fue la relación diámetro-espesor (DTR) de las tuberías de PVC a emplear, que en nuestro caso presenta un valor de 21 por tener una adecuada resistencia a la presión (200 psi).

Estimación del diámetro de la tubería: Una de las variables más cruciales en la conducción de agua es el diámetro de la tubería, que afecta a una serie de variables como el caudal, el régimen y la velocidad. Es crucial para el tamaño y el diseño del ariete hidráulico en la situación concreta del proyecto.

Por último, pero no por ello menos importante, es fundamental tener en cuenta el posicionamiento de los componentes especiales, ya que esto influye y es forzoso para el cálculo de las pérdidas locales, que se calcularon para este proyecto.

4.1.3.4. Línea de impulsión

Asimismo, en el diseño de la línea de impulsión se partió de un caudal máximo diario de 0,50 litros por segundo. En consecuencia, se realizaron los siguientes cálculos:



- **Cálculo del diámetro de tubería de impulsión**

Como aconseja la norma, el diámetro de la línea de transmisión se eligió mediante la fórmula de Bresse:

$$D = \left(0.96 * \frac{N^{\frac{1}{4}}}{24} \right) * Qb^{0.45}$$

$$Qb = Qmd * \left(\frac{24}{N} \right)$$

Donde:

D : Diámetro de tubería (mm)

N : Número de horas de bombeo (Horas)

X : Número de horas de bombeo (Horas)

Qb : Caudal de bombeo (m³/s)

Qmd: Caudal máximo diario (m³/s)

Reemplazando:

$$Qb = 0.50 * \left(\frac{24}{12} \right)$$

$$Qb = 0.072 \text{ lts/s}$$

- **Cálculo de la potencia de la bomba de ariete**

Para determinar la potencia de la bomba de ariete se utilizó la siguiente fórmula:

$$Pb = \frac{Qb * HDT}{75 * \eta}$$



Donde:

P_b : Potencia de la bomba

Q_b : Caudal de bombeo

HDT : Altura hidrodinámica total

η : Eficiencia de la bomba (70%)

Cálculo de la altura hidrodinámica total

La altura hidrodinámica total se desarrolló mediante la siguiente ecuación.

$$HDT = H_e + H_{ftotal} + P_s$$

Donde:

HDT : Altura hidrodinámica total

H_e : Altura estática

H_{ftotal} : Perdida de carga total de tubería y accesorios

P_s : Presión de salida de agua (2m)

Cálculo de la perdida de carga total de tubería y accesorios:

$$H_{ftotal} = H_{ft} + h_{fa}$$

Donde:

H_{ftotal} : Perdida de carga total de tubería y accesorios

H_{ft} : Perdida de carga total por tubería (0.91=PVC)



H_{fa} : Perdida de carga por accesorios (0.18=PVC)

Reemplazando:

$$H_{ftotal} = 0.91 + 0.18$$

$$H_{ftotal} = 1.09m. c. a$$

- **Cálculo del golpe de ariete en la línea de impulsión**

Ante ello primeramente se realizó el cálculo del tiempo de parada de la bomba mediante la siguiente ecuación:

$$T = c + \frac{K * L * V}{g * Hm}$$

Donde:

c : Constante C Mendiluce (1)

K : Constante K Mendiluce (2)

L : Longitud del Tramo (400m)

V : Velocidad del flujo (0.68m/s)

g : Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

Hm : Altura dinámica de bombeo (47.99m)

Reemplazando:

$$T = 1 + \frac{2 * 400 * 0.68}{9.81 * 10.11}$$

$$T = 2.15segundos$$

Posteriormente se efectúa el cálculo del tiempo de propagación de la Onda (T_p), mediante la siguiente ecuación:



$$T_p = \frac{2 * L}{a}$$

Donde:

L : Longitud del Tramo (400m)

a : Velocidad de la onda (369.71m/s)

Reemplazando:

$$T_p = \frac{2 * 400}{369.71}$$

$$T_p = 2.16 \text{segundos}$$

Y la posibilidad del golpe de ariete en la tubería de impulsión será:

$$T \leq T_p$$

$$2.15 \leq 2.16$$

Como resultado, se puede concluir que estos valores, de acuerdo con la norma, corresponden a un cierre inmediato; osea, el lapso que demora la onda de presión en viajar y volver es mayor que el tiempo de cierre, alcanzando la máxima sobrepresión en un punto específico de la tubería y dando lugar al golpe de ariete.

4.1.3.5. Reservorio

Se calcula por medio de la siguiente formula:

$$V_r = Q_p * 86.4 * V_r g$$

Donde:

V_r : Volumen de reservorio



Qp : Caudal Promedio Diario Anual (recalculado p/reserv = 0.037lts/s)

Vrg : Volumen de almacenamiento por regulación (25.00%)

Reemplazando:

$$Vr = 0.037 * 86.4 * (25/100)$$

$$Vr = 0.80m^3$$

$$Vr \text{ asumido} = 5.00m^3$$

El volumen de reservorio asumido para abastecer agua en el área en estudio será de 5.00m³.

4.1.3.6. Línea de aducción

El dimensionamiento hidráulico de la línea de aducción se efectuó con el caudal máximo horario (0.056lts/s); indicando que presenta una longitud desde el reservorio hasta la línea de distribución de 42.90m; con un desnivel de 10metros; sin embargo, garantizando una presión de 9.96mca; para el normal funcionamiento del sistema.

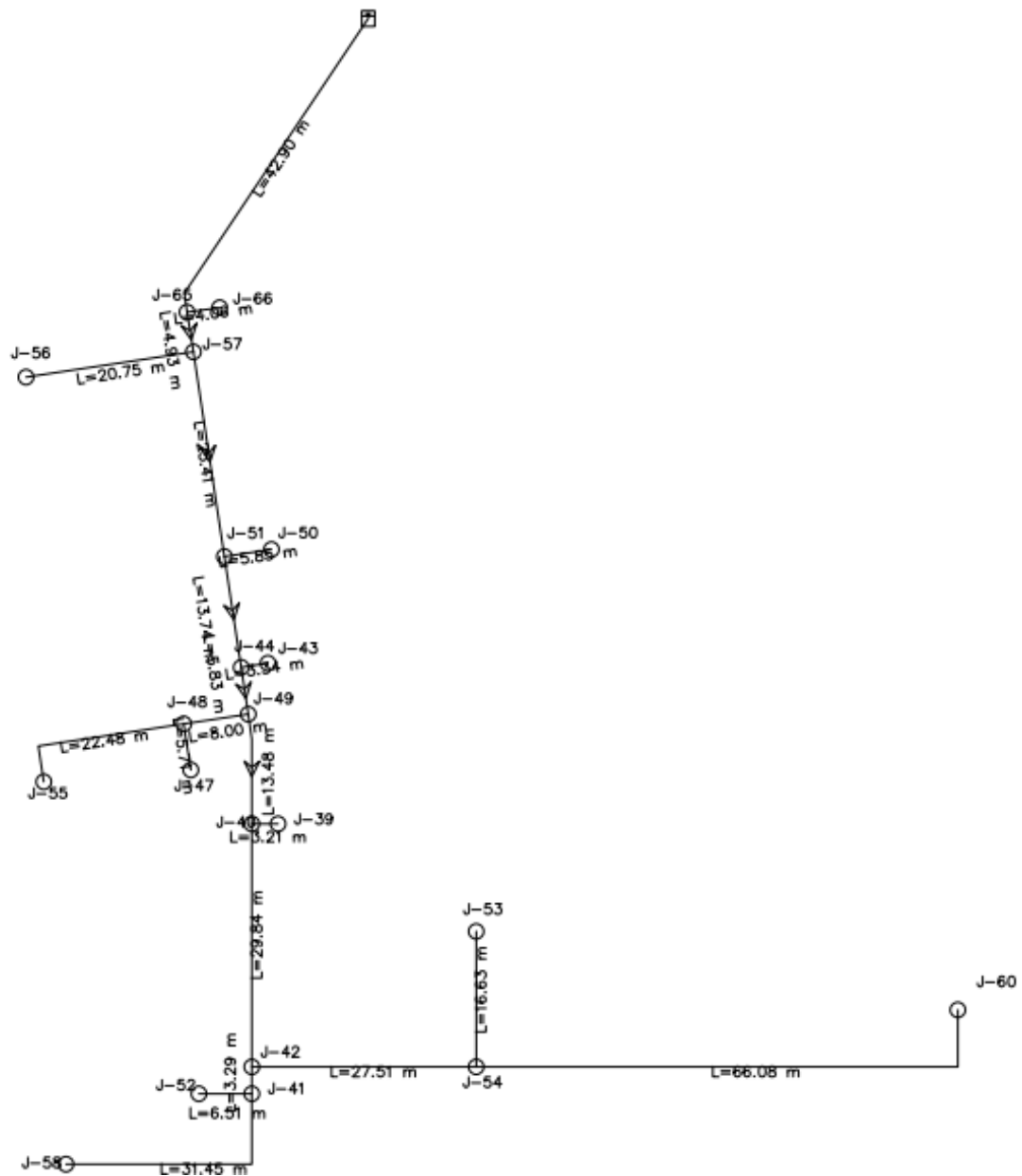
4.1.3.7. Red de distribución

Se realizó el estudio para 11 beneficiarios; tal cual como se exhibe en la siguiente figura:

Para asegurar el adecuado funcionamiento del sistema, deberá considerarse en cada vivienda de cada beneficiario se debe de garantizar una presión de 5m.c.a., según norma; para garantizar que se cumpliera esta condición, se utilizó el software Microsoft Excel y para asegurar el funcionamiento óptimo de la línea de distribución.

Figura 12.

Nodos del sistema de distribución de agua en el Anexo Quealli





Se verificaron las presiones, velocidades, longitud de la tubería, caudal, entre otros parámetros, utilizando los programas Microsoft Excel y AutoCAD, junto con la ecuación de Fair-Whipple, con el fin de mejorar la eficiencia en el tiempo de trabajo.

Se evidencian en la tabla N° 12 los resultados detallados de los cálculos hidráulicos realizados para el área en estudio de un sistema de abastecimiento de agua.

La tabla 12 presenta el cálculo hidráulico específico de la línea de distribución, que inicia desde el tanque de almacenamiento (T-1), con un flujo de 0.056 litros por segundo, utilizando una tubería de 1" en la tubería principal, y tuberías de $\frac{3}{4}$ " en las conexiones domiciliarias garantizando una presión no menor de 5mca. para el normal funcionamiento del sistema para abastecer agua



Tabla 13.

Cálculo hidráulico de la red de distribución

Cálculo Hidráulico de la Línea de Aducción (Por: Fair_Whipple)															
TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)	LONGITUD L (m)	COTA DE TERRENO (msnm)		DESNIVEL DEL TERRENO (m)	PERDIDA DE CARGA UNIT. DISPONIBLE Hf (m)	PENDIENTE S (%)	DIÁMETRO CALCULADO D (Pulg.)	DIÁMETRO NOMINAL ASUMIDO D (Pulg.)	VELOCIDAD V (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA hf (m/m)	PERDIDA DE CARGA TRAMO Hf (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (msnm)		PRESIÓN (m.c.a.)
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J41 - J58	0.0055	31.45	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.02	0.00007	0.0022	3874.96	3874.86	9.86
J41 - J52	0.0011	6.51	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.86	9.86
J42 - J41	0.0072	3.29	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.01	0.0000	0.0001	3874.96	3874.86	9.86
J54 - J60	0.0115	66.08	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.04	0.0003	0.0167	3874.96	3874.86	9.86
J54 - J53	0.0029	16.63	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.01	0.0000	0.0004	3874.96	3874.88	9.88
J42 - J54	0.0192	27.51	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.07	0.0006	0.0170	3874.96	3874.88	9.88
J40 - J42	0.0317	29.84	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.06	0.0004	0.0112	3874.96	3874.90	9.90
J40 - J39	0.0006	3.21	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.91	9.91
J49 - J40	0.0346	13.48	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.07	0.0004	0.0059	3874.96	3874.91	9.91
J48 - J55	0.0039	22.48	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.01	0.0000	0.0009	3874.96	3874.91	9.91
J48 - J47	0.0010	5.71	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.92	9.92
J49 - J48	0.0063	8.00	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.02	0.0001	0.0007	3874.96	3874.92	9.92
J44 - J49	0.0419	5.83	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.08	0.0006	0.0036	3874.96	3874.92	9.92
J44 - J43	0.0006	3.34	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.92	9.92
J51 - J44	0.0449	13.74	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.09	0.0007	0.0095	3874.96	3874.92	9.92
J51 - J50	0.0010	5.85	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.93	9.93
J57 - J51	0.0504	25.41	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.10	0.0008	0.0216	3874.96	3874.93	9.93
J57 - J56	0.0036	20.75	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.01	0.0000	0.0007	3874.96	3874.95	9.95
J65 - J57	0.0548	4.93	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.11	0.0010	0.0049	3874.96	3874.95	9.95
J65 - J66	0.0007	4.06	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.96	9.96



4.3. Discusiones

En base a los resultados la velocidad de la tubería de impulso de la bomba de ariete es de 2.2m/s, presentando un asiendo de la válvula 0.00050m², con área del vástago de la válvula de 0.0010m²; con pérdida de agua del 40%; con una longitud del vástago de 200mm, con un caudal de bombeo de 0.072 lts/s, con una altura hidrodinámica de 10.11m.c.a. respectivamente.

Su & Arostegui (2020), menciona que el rendimiento máximo de la bomba de ariete es de 1028.80 L/día, para una altura mínima de 12.78 metros y altura máxima de bombeo de 20.53 metros. Con respecto al estudio realizado por Avila (2020), menciona que la principal incidencia del proyecto mediante el ariete hidráulico radica en el uso eficaz y económico del agua, así como en la garantía de una armonía sostenible de todas las tecnologías utilizadas en la finca La Libertad para convertirla en un centro experimental de permacultura en un entorno rural. Además, Rimari & Villalobos (2021), una bomba de ariete con un caudal de 0,520 l/s puede entregar 2,30 m a una potencia de 0,01347 HP mientras opera a 70 golpes por minuto, lo que sugiere que el diseño de esta bomba es ideal para el riego de hortalizas. Además, Saavedra (2018), evaluó el rendimiento de la bomba de ariete hidráulica multiimpulsor Breur. Una configuración de bomba de ariete con tres válvulas de conducción, cuatro metros de tubería de alimentación y cincuenta metros de cámara de presión tuvo la mayor eficiencia de 66,40%. por lo que se alcanza la altura de rendimiento máxima de 12,77 metros, el caudal de rendimiento máximo de 1028,90 L/día y la altura de bombeo



máxima de 20,52 metros. Según Condori & Mamani (2021), debido a que el coste de construcción es barato, la bomba de ariete es la mejor opción para el suministro de agua, ya que nos permite utilizar recursos renovables. Según Mamani (2015), la bomba de ariete se sitúa entre el 61% y el 75%, lo que indica que es ecológica y óptima. El propósito de este sistema de bombeo es elevar el estándar de vida de la población rural, promoviendo así la creación y el uso del mismo entre la población rural.



CONCLUSIONES

- Primera:** Según los resultados se concluye que el gasto de agua requerido por la población futura al año 2042 en el Anexo Quealli es de 0.028lts/s; con un caudal máximo diario de 0.036lts/s y con un caudal máximo horario de 0.056lts/s, respectivamente.
- Segunda:** Según los resultados se concluye el caudal de la Nota de agua en temporada de estiaje es de 0.00188 m³/s (1.88 lts/s); y el caudal de la Nota de agua en temporada de avenida es de 0.00234 m³/s (2.34 lts/s); siendo superior a la demanda actual que es de 0.023 lts/s para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli; por ende, es factible su utilización.
- Tercera:** Según los resultados obtenidos, se deduce que el diseño ideal para el suministro de agua por bomba ariete para el anexo Quealli; presentara los siguientes componentes; siendo primero como la captación de ladera, con una velocidad de paso del agua hacia la captación de 0.60m/s; con ancho de la pantalla de 0.90m; con altura de la cámara húmeda de 1m; transportando el agua hacia la bomba hidráulica en un diámetro de conducción de 1"; y con respecto a la bomba de ariete presentara un diámetro de pie de válvula de impulso de 2"; con orificio de asiento de válvula de impulso de 1 ½"; con espesor del pie de válvula de 0.00536m; y con un diámetro del vástago de 1"; presentando un diámetro de línea



de impulsión de 1"; con un volumen del reservorio de 5.00m³;
garantizando una presión no menor a 5mca en la línea de aducción
y distribución.



RECOMENDACIONES

- Primera:** Se recomienda realizar una evaluación previa antes de instalar un sistema de bombeo de ariete, se realicen pruebas in situ utilizando componentes que permitan medir el agua bombeada, el consumo de agua del ariete y su presión de bombeo. Hay que asegurarse de su adecuado desempeño y recopilar información precisa de la instalación.
- Segunda:** Se recomienda efectuar un estudio comparativo de la calidad de los materiales constructivos de la bomba de ariete hidráulico para estimar qué tipo de material ofrece un rendimiento suficiente y permite ahorrar costes.
- Tercera:** Se recomienda propagar el uso de bombas de ariete hidráulico en bombeos de agua para consumo humano y agricultura en la zona de Puno.



BIBLIOGRAFÍA

- Arangurí, D. (2018). *Efectividad del sistema de bombeo con ariete hidráulico en la zona rural de la provincia de San Pablo – Cajamarca*. Repositorio Universidad Nacional de Cajamarca Escuela de Posgrado.
- Callata, J. (2021). *Diseño de una bomba de ariete hidráulico monopulsor para la captación de aguas del manantial, anexo Anucariri Puno - 2021*. Repositorio Universidad Cesar Vallejo.
- Chero, A. (2018). *Diseño de un sistema de bombeo mediante ariete hidráulico*. Repositorio Universidad de Piura.
- Córdova Baldeón, I. (2018). *"Instrumentos de investigación"*. Lima: San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván.
- Flores, C. (2019). *Evaluación de la eficiencia del sistema de riego en el sector Tasta, comunidad de Huarapite, Ayacucho – 2018*. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga.
- Flores, R. (2021). *Implementación de un sistema de riego con una bomba de golpe de ariete hidraulico en la localidad de Caparaya*. Repositorio Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.
- Hernandez, R., & Fernandez, C. (2014). *metodologia de la investigacion*. Best Seller.
- Huaccho, J. (2020). *Determinacion en campo de la demanda de agua para consumo poblacional en zonas rurales*. Repositorio Universidad Peruana los Andes.



- Inthachot, M., Saehaeng, S., & Muller, J. (2015). *Hydraulic ram pumps for irrigation in Northern Thailand*. ELSEVIER - ScienceDirect.
- Ipiates, O., & Randon, O. (2019). *Caracterización de la eficacia de conducción y distribución en el brazo "Ilaló" del Sistema de Riego Tumbaco, Quito*: Universidad Central de Ecuador.
- Jala, E. (2019). *Propuesta para implementar un sistema de suministro de agua utilizando la impulsión por golpe de ariete hidráulico en el centro poblado de Chucaripo, Distrito de Saman-Azangaro-Puno-2017*. Juliaca - Perú: Repositorio universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.
- Mamani, R. (2015). *Aplicación del uso de la bomba de ariete hidráulico para el transporte de recursos hídricos destinados al riego en el departamento de Puno*. Repositorio Universidad Nacional Del Altiplano.
- Martinez, O. (2021). *Evaluación y determinación del sistema de abastecimiento óptimo de agua potable del barrio Miraflores - Lircay - Angaraes - Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Otí, P. (2017). *Ariete hidraulico para riego diseño, construccion y montaje*. Repositorio Universidad de Cantabria.
- Palomino, M. (2016). *Diseño y construcción de una bomba de ariete hidráulico para el Fundo Porvenir, Huanta - 2016*. Repositorio Universidad San Cristobal de Huamanga.
- Pari, A. (2019). *Evaluacion de la necesidad de agua potable y establecimiento de la cantidad adecuada requerida en el hospital regional Manuel Núñez*



Butrón de Puno. Repositorio Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.

Pauro, R. (2018). *Diseño de bomba de ariete hidráulico, en la asociación San Miguel - Yacango distrito Torata región Moquegua, 2016*. Repositorio Universidad Jose Carlos Mariategui.

Peralta, H. (2015). *Aplicación de golpe de ariete hidraulico para el aprovechamiento del agua de manantial en Quequerana Moho*. Repositorio Universidad Nacional del Altiplano.

Pizarro, D., & Campoverde, E. (2011). *Emplazamiento, ejecución, evaluación de funcionamiento y sugerencias de perfeccionamiento de sistemas de bombeo mediante Rueda hidráulica y Ariete multipulsor para el abastecimiento de agua para riego en la localidad del Campus Juan Lunardi – Yumaca y* . Repositorio Universidad Politécnica Salesiana.

Quispe, A. (2018). *Evaluación sobre la cantidad de agua potable necesaria para Salcedo-Puno* . Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Saavedra, A. (2018). *Evaluación del rendimiento de la bomba de ariete hidráulico multi-impulsor de Breur*. Repositorio Universidad Nacional de Ingenierias.

Su, N., & Arostegui, N. (2020). *Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de Allium cepa*. Lima: Universidad Peruana Union.



- Sullca, E. (2015). *Estimación de la necesidad de agua potable y cálculo de la cantidad óptima requerida en instituciones educativas de la ciudad*. Repositorio Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez.
- Tafur, Y. (2019). *Demanda del agua potable para el rediseño del reservorio en el centro poblado de Zapallal distrito puente Piedra Lima*. Repositorio Universidad Peruana Los Andes.
- Trejo, D. (2020). *Determinación de caudal de consumo doméstico de agua potable en el casco urbano de la ciudad de Barranca*. Barranca: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Vásquez, A., Vásquez, I., Vásquez, C., & Cañero, M. (2017). *Fundamentos de la ingeniería de riego*. Lima: Editorial q & p impresores.



ANEXOS



ANEXO 1. Matriz de consistencia

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVO</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>INDICADOR</u>	<u>UNIDAD DE MEDIDA</u>	<u>METODOLOGIA</u>
General	General	Hipótesis alterna	Independiente	Consumo de agua	Persona	L/hab	Diseño de investigación Descriptiva
¿Cuál será la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022?	Determinar la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022	La evaluación de la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete consentirán una mayor disponibilidad de agua para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno – 2022.	Demanda de recurso hídrico	Dotación de agua	Actividades	L/hab	
Específicas	Específicas	Hipótesis nula	Dependiente	Equipo de bombeo (ariete)	Elevación	Lts/seg	
¿Cuánto es la demanda de agua requerida por la población del Anexo Quealli?	Determinar la demanda de agua requerida por la población del Anexo Quealli	La evaluación de la demanda del recurso hídrico y el diseño óptimo del sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete no consentirán una mayor disponibilidad de agua para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022	Sistema de abastecimiento	Caudal necesario para el abastecimiento	Diámetro	plg	
¿El caudal en la fuente atenderá a la demanda actual para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli?	Determinar si el caudal en la fuente atenderá a la demanda actual para el abastecimiento de agua de la población del Anexo Quealli				Línea de impulsión	-	
¿Cómo será el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli?	Efectuar el diseño óptimo de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli				Altura de carga	m	
					Flujo del líquido	Lts/s	
					Reservorio	m3	



ANEXO 2. Plantilla de datos de diseño

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE								
Periodo	Año	Población		Número de Conexiones		Caudal Promedio	Caudales Máximos	
		Total	Servida	Doméstico	Total	Qp (lts/s)	Diario	Horario
		(Hab.)	(Hab.)				Qmd (lts/s)	Qmh (lts/s)
Base	2022	40	213	11	11	0.023	0.030	0.046
1	2023	41	41	12	12	0.024	0.031	0.047
2	2024	41	41	12	12	0.024	0.031	0.047
3	2025	42	42	12	12	0.024	0.032	0.049
4	2026	42	42	12	12	0.024	0.032	0.049
5	2027	42	42	12	12	0.024	0.032	0.049
6	2028	43	43	12	12	0.025	0.032	0.050
7	2029	43	43	12	12	0.025	0.032	0.050
8	2030	44	44	13	13	0.025	0.033	0.051
9	2031	44	44	13	13	0.025	0.033	0.051
10	2032	44	44	13	13	0.025	0.033	0.051
11	2033	45	45	13	13	0.026	0.034	0.052
12	2034	45	45	13	13	0.026	0.034	0.052
13	2035	46	46	13	13	0.027	0.035	0.053
14	2036	46	46	13	13	0.027	0.035	0.053
15	2037	46	46	13	13	0.027	0.035	0.053
16	2038	47	47	13	13	0.027	0.035	0.054
17	2039	47	47	13	13	0.027	0.035	0.054
18	2040	48	48	14	14	0.028	0.036	0.056
19	2041	48	48	14	14	0.028	0.036	0.056
20	2042	48	48	14	14	0.028	0.036	0.056

ANEXO 3. Plantilla de diseño de la captación de agua tipo ladera

CÁLCULO HIDRÁULICO CAPTACIÓN TIPO MANANTIAL DE LADERA - PHUJIO

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE BASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI

PROPIETARIO : Bach. NELSON RAUL MEJIA PINTO

UBICACIÓN : ANEXO QUEALLI - HUATASANI - HUANCANE - PUNO

FECHA : MARZO DEL 2023

Referencia: Guía R.M. 192 - 2018 - Vivienda

INFORMACIÓN BASE

Nombre de Manante :

PHUJIO

Caudal Máximo Diario (Real)	Qmd =	0.028	Lts/s
Caudal Máximo Diario (Diseño)	Qmd =	0.500	Lts/s
Gasto Máximo de la Fuente:	Qmax =	0.750	Lts/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	Qmin =	0.625	Lts/s
Diámetro de la tubería de salida	Dc =	2	Pulg.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA CAPTACIÓN DE LADERA

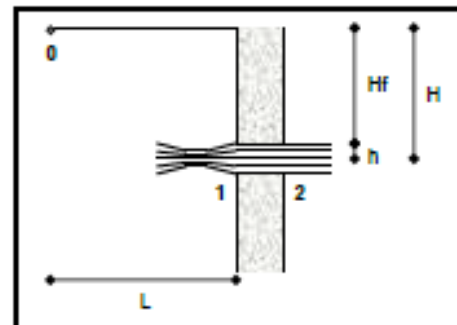
1. DISTANCIA ENTRE EL PUNTO DE AFLORAMIENTO Y LA CÁMARA HÚMEDA:

ho: es la carga necesaria sobre el orificio de entrada
(Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada)

Hf: es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación

H: es la carga sobre el centro del orificio

L: distancia entre el afloramiento y la caja de captación



1.1 Cálculo de la velocidad de pase

(De la Ecuación de Bernoulli)

$$V=(2*g*H/1.56)^{1/2}$$

Carga sobre el centro del orificio	H =	0.40	m	(valores entre 0.4 a 0.5m)
Aceleración de la gravedad	g =	9.81	m/s ²	
Velocidad de Pase teórico	V2 =	2.24	m/s	(V <ó= 0.60 m/s)

Velocidad de Pase asumido $V_2 = 0.60 \text{ m/s}$

1.2 Cálculo de la pérdida de carga sobre el orificio de salida

Carga necesaria sobre el orificio $h_o = 1.56 \cdot (V_2)^2 / (2 \cdot g)$ $h_o = 0.03 \text{ m}$

Pérdida de Carga en el orificio $H_f = H - h_o$ $H_f = 0.37 \text{ m}$

1.3 Distancia de Afloramiento a Cámara Húmeda (L). $L = H_f / 0.30$

$L =$	1.25 m
-------	------------------

2. ANCHO DE LA PANTALLA:

2.1. Cálculo del Área de la tubería $A = Q_{\text{máx}} / (C_d \cdot V)$

Coefficiente de descarga: $C_d = 0.80$ (valores entre 0.6 a 0.8)
 Gasto máximo de la fuente: $Q_{\text{máx}} = 0.750 \text{ Lts/s}$
 Velocidad de paso: $V = 0.60 \text{ m/s}$

Área de la tubería de entrada: $A = 1.5625 \text{ litros/m}$
 $A = 0.0016 \text{ m}^2$

2.2. Cálculo del diámetro de la tubería de entrada $D = (4 \cdot A / \pi)^{1/2}$

Diámetro de la tubería: $D_c = 0.04 \text{ m}$
 Diámetro de la tubería: $D_c = 1.76 \text{ pulg.}$ ($D \leq 2 \text{ pulg.}$)

Diámetro comercial asumido:

$D_a =$	2.00 pulg.
---------	----------------------

 $D_a = 0.05 \text{ m}$

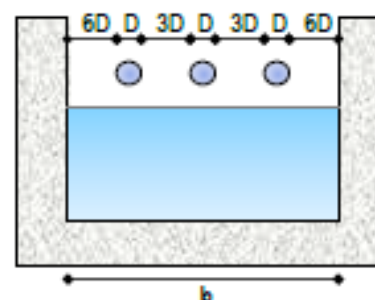
2.3. Cálculo del número de orificios $N_{\text{orif}} = (D_c / D_a)^2 + 1$

$N_{\text{orif}} =$	2 orificios
---------------------	-----------------------

2.4. Cálculo del ancho de pantalla (b)

Conocido el número de orificios (N_{orif}) y el diámetro de la tubería de entrada (D), se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + N_{\text{orif}} \cdot D + 3D(N_{\text{orif}} - 1)$$



Ancho de la pantalla:

$b = 0.90 \text{ m}$

3. ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA (Ht)

$$H_t = A + B + H + D + E$$

Donde:

A: Altura del fondo a la canastilla, se recomienda un mínimo de 10 cm, el cual permite la sedimentación de la Arena

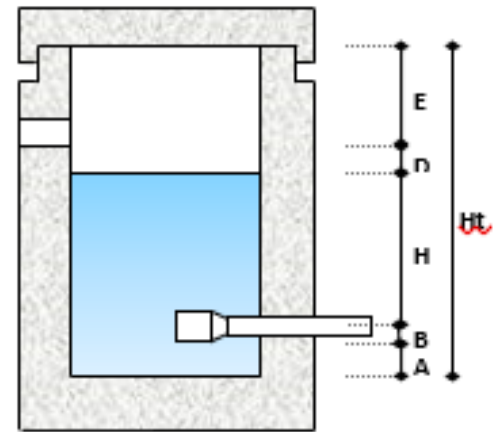
B: Mitad del diámetro de la canastilla de salida

H: Altura de agua, se recomienda un mínimo de 30cm

D: Desnivel de ingreso de agua de afloramiento y el nivel de altura de agua, se recomienda un mínimo de 5cm

E: Borde Libre, se recomienda un mínimo de 30cm

Ht: Altura total de la Cámara Húmeda



3.1. Cálculo de la Altura de Agua (H)

Para determinar la carga requerida (H), se utilizará la ecuación experimental de Bernoulli.

Se sabe :

$$H = 1.56 \cdot V^2 / (2 \cdot g)$$

donde:

$$V = Q/A$$

$$V = 0.25 \text{ m/s}$$

Reemplazando en: $H = 1.56 \cdot V^2 / (2 \cdot g)$

$$H = 0.005 \text{ m}$$

$$H = 0.48 \text{ cm}$$

Por procesos constructivos optamos:

$H = 40.00 \text{ cm}$

3.2. Altura de la Cámara Húmeda (Ht)

$$A = 10.00 \text{ cm}$$

$$B = 5.08 \text{ cm}$$

$$H = 40.00 \text{ cm}$$

$$D = 5.00 \text{ cm}$$

$$E = 40.00 \text{ cm}$$

Altura total: $H_t = A+B+H+D+E$

$$H_t = 100.08 \text{ cm}$$

Altura total de la cámara:

$H_t = 1.00 \text{ m}$



4. DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA

4.1. Diámetro de la Canastilla (2 Dc)

Diámetro de la Tubería de Salida

$$Dc = 2 \text{ Pulg.}$$

Diámetro de la Canastilla

$$2 Dc = 4 \text{ Pulg.}$$

4.2. Longitud de la Canastilla (L)

Se recomienda: $3Dc < L < 6Dc$

$$L_{\text{mín}} = 15.24 \text{ cm}$$

$$L_{\text{máx}} = 30.48 \text{ cm}$$

Longitud de la Canastilla:

$$L_{\text{asumido}} = 30.00 \text{ cm}$$

4.3. Área total de Ranuras en la Canastilla (At)

Ancho de Ranura :

5 mm

Recomendado

Largo de Ranura :

7 mm

Recomendado

Área de la Ranura:

35 mm²

Área de la Ranura:

0.35 cm²

$$Ac = \pi \cdot (Dc)^2 / 4$$

$$Ac = 20.27 \text{ cm}^2$$

$$At = 2 \cdot Ac$$

$$At = 40.54 \text{ cm}^2$$

Área total de ranuras de diseño

$$At = 40.54 \text{ cm}^2$$

El Valor de At no debe ser mayor al 50% del área lateral de la Granada (Ag).

$$Ag = 0.5 \cdot Dg \cdot L$$

$$Dg = 4 \text{ Pulg.}$$

$$L = 30.00 \text{ cm}$$

$$Ag = 152.40 \text{ cm}^2$$

Verificación:

$$At \leq Ag \quad \text{OK, Cumple!}$$

4.4. Número de Ranuras en la Canastilla

$$N^{\circ} \text{ Ranuras} = At / Ar + 1$$

At: Área Total de Ranuras

$$At = 40.54 \text{ cm}^2$$

Ar: Área de Ranura

$$Ar = 0.35 \text{ cm}^2$$

$$N_r = 116.82 \text{ ranuras}$$

Número de Ranuras:

$$N_r = 117 \text{ ranuras}$$



5. REBOSE Y LIMPIA:

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

La tubería de rebose y limpia se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams (para C=150)

$$D = 4.63 \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} hf^{0.21}}$$

D: Diámetro (pulg)

Q_{máx}: Caudal máximo de la fuente (Lts/s)

Hf: Pérdida de carga unitaria (m/m)
(valores Hf entre 0.010 a 0.015)

C: Coeficiente de Hazen y Williams

5.1. Tubería de Rebose

Q_{máx} = 0.750 Lts/s
~~h_f~~ = 0.015 m/m
 C = 150 adimensional

Diámetro Calculado: DR = 1.49 Pulg.

Diámetro Comercial Asumido: DR = 2 Pulg.

5.2. Tubería de Limpia

Q_{máx} = 0.750 Lts/s
~~h_f~~ = 0.015 m/m
 C = 150 adimensional

Diámetro Calculado: DL = 1.49 Pulg.

Diámetro Comercial Asumido: DL = 2 Pulg.

RESUMEN DE CÁLCULOS DE CAPTACIÓN DE LADRA

Descripción	Código	Resultado	Unidad
Caudal Máx. Diario (Real)	Q _{md}	0.03	Lts/s
Caudal Máx. Diario (Diseño)	Q _{md}	0.50	Lts/s
Diámetro de la tub. de salida	D _c	2.00	pulg.
Distancia de Afloramiento a Cámara Húmeda			
Longitud	L	1.25	m
Ancho de la Pantalla			
Diámetro tubería de entrada	D _a	2.00	pulg.
Número de orificios	N _{orif.}	2.00	orificios
Ancho de pantalla	b	0.90	m
Altura de la Cámara húmeda			



Altura total de la cámara	H_A	1.00	m
Dimensionamiento de la Canastilla			
Diámetro de la canastilla	2 Dc	4.00	Pulg.
Longitud de la canastilla	L_C	30.00	cm
N_C ranuras de la canastilla	N_C	117.00	ranuras
Rebose y Limpia			
Diámetro tubería de rebose	D _R	2	Pulg.
Diámetro tubería de limpia	D _L	2	Pulg.
Datos para el Diseño Estructural			
Altura total de la cámara	H_A	1.00	m
Ancho de pantalla (luz libre)	b	0.90	m
Altura de Agua	H _a	0.55	m

ANEXO 4. Plantilla de cálculo de la bomba de ariete

PARÁMETROS DE DISEÑO
BOMBA DE ARIETE

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE BASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI

PROPIETARIO : Bach. NELSON RAUL MEJIA PINTO

UBICACIÓN : ANEXO QUEALLI - HUATASANI - HUANCANE - PUNO

FECHA : MARZO DEL 2023

Callata (2021) - UCV; Pauro, R 2018

I. DATOS

Datos	Código	Resultado	Unidad	Referencia
Caudal Máximo Diario (Diseño)	Qmd	0.50	Lps	Criterio estandarizado

II. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN

Informacion Base de diseño	Código	Formula	Resultado	Unidad	Fuente
Longitud de la tubería de alimentación	L	-	242.00	m	-
Altura de alimentación	h	-	10.00	m	-
Pendiente	S	-	2.000	m/m	-
Coef. De Hazen Williams PVC	C	C1	150.00	-	Sgn. Hazen Williams
Diámetro de tubería de suministro	D	$0.205 \cdot Q_{md} \wedge 0.38 / S \wedge 0.2$	0.95	"	-
Diámetro de tubería de suministro asumido	D	-	1.00	"	-

III. ANGULO DE INCLINACION DE TUBERIA DE ALIMENTACION

Informacion Base de diseño	Código	Resultado	Unidad	Referencia
Desnivel de tubería captacion y bomba de ariete	De	10.00	m	Sgn. Topo. terreno
Longitud de captacion a la bomba de ariete	L	242.00	m	Sgn. Tramo del terreno
Inclinacion de tubería de alimentación	a	20.12	°	Arc sen o = De/L

IV. CALCULO DEL CUERPO DEL ARIETE IMPULSOR

Valvula de impulso	Código	Formula	Resultado	Unidad	Fuente
Diámetro del pie de valvula de impulso	dv	$0.80 \cdot D_{ica}$	43.60	mm	-
Diámetro del pie de valvula de impulso (Asumido)	dv	-	44.00	mm	-
Diámetro de orificio de asiento de valvula de impulso	do	$dv / 1.15$	0.038	m	-
Espesor del pie de la valvula de impulso	evi	$0.14 \cdot do$	0.00536	m	-
Diámetro del vástago de la valvula de impulsión	dvs	$0.12 \cdot do + 10$	14.59	mm	-
Longitud del vástago	Lvs	-	200.00	mm	Sgn. Recomendación

ANEXO 5. Plantilla de cálculo del reservorio elevado proyectado

PARÁMETROS DE DISEÑO CALCULO HIDRAULICO RESERVORIO ELEVADO (5M3)

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE BASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE HUATASANI
PROPIETARIO : Bach. NELSON RAUL MEJIA PINTO
UBICACIÓN : ANEXO QUEALLI - HUATASANI - HUANCANE - PUÑO
FECHA : MARZO DEL 2023

Referencia 1: Guía de diseño para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural

Referencia 2: Reglamento Nacional de Edificaciones

Referencia 3: Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados y elevados OPS 2004

I. DATOS

Caudales de Demanda de Agua Potable	Código	Resultado	Unidad	
Caudal Promedio Diario Anual (año 2042)	Qp	0.028	Lps	Criterio calculado
Perdidas proyectadas en el sistema	Vrs	25.00%	%	Criterio estandarizado
Caudal Promedio Diario Anual (recalculado p/reserv)	Qp	0.037	Lps	
Caudal Máximo Diario (recalculado)	Qmd	0.048	Lps	
Caudal Máximo Horario (recalculado)	Qmh	0.074	Lps	
Volumen de almacenamiento por regulación	Vrg	25.00	%	RNE

II. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

Información Base de diseño	Código	Formula	Resultado	Unidad	Fuente
Volumen del reservorio	Vr	$Qp \cdot 86.4 \cdot Vrg$	0.80	m ³	RNE
Volumen del reservorio asumido	Vr	-	5.00	m ³	Criterio técnico

III. DIMENSIONAMIENTO DEL RESERVORIO

Información Base de diseño	Código	Formula	Resultado	Unidad	Fuente
Ancho interno	b	-	2.10	m	RM 192-2018-Viv.
Largo interno	Li	-	2.10	m	RM 192-2018-Viv.
Altura útil de agua	h	$Vr/(b \cdot Li)$	1.13	m	-
Distancia vertical eje salida y fondo reservorio	hi	-	0.10	m	Ref. 1 - Cap. V ítem 5
Altura total de agua	ht	$h+hi$	1.23	m	-
Relación del ancho de la base y la altura (b/h)	j	b/ht	1.70	Adimensional	Ref. 3
Distancia vertical techo reservorio y eje tubo de ingreso de agua	k	-	0.20	m	Ref. 1 Cap. II ítem 1.1
Distancia vertical entre eje tubo de rebose y eje ingreso de agua	l	-	0.15	m	Ref. 1 Cap. II ítem 1.1
Distancia vertical entre eje tubo de rebose y nivel máximo de agua	m	-	0.10	m	Ref. 1 Cap. II ítem 1.1
Altura total interna	H	$ht+(k+l+m)$	1.68	m	-

IV. INSTALACIONES HIDRAULICAS

Información Base de diseño	Código	Formula	Resultado	Unidad	Fuente
Diámetro de ingreso	De	-	1.00	puóg.	Ref. 1 Cap. II ítem 2
Diámetro salida	Ds	-	1.00	puóg.	Ref. 1 Cap. II ítem 2
Diámetro de rebose	Dr	-	2.00	puóg.	Ref. 1 Cap. II ítem 1.1
Limpia: Tiempo de vaciado asumido (segundos)	Tb	-	1800.00		
Limpia: Cálculo de diámetro	Dl	$\frac{((4 \cdot Vrg) \cdot 2.303 \cdot 10^{-5})}{8 \cdot 100 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}$	1.60		
Diámetro de limpia	DI	-	2.00	puóg.	Ref. 1 Cap. V ítem 5

ANEXO 6. Plantilla de cálculo del reservorio elevado proyectado

V. DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA

Informacion Base de diseño	Código	Formula	Resultado	Unidad	Fuente
Diámetro de salida	Dsc	-	29.40	mm	RM 192-2018-Viv.
Longitud de canastilla sea mayor a 3 veces diámetro salida y menor a 6 Dc	c	-	5.00	veces	Se adopta 5 veces
Longitud de canastilla	Lc	$Dsc \cdot c$	147.00	mm	-
Area de Ranuras	Ar	-	38.48	mm ²	Radio de 7mm
Diámetro canastilla = 2 veces diámetro de salida	Dc	$2 \cdot Dsc$	58.80	mm	-
Longitud de circunferencia canastilla	pc	$\pi \cdot Dc$	184.73	mm	-
Número de ranuras en diámetro canastilla espaciados 15 mm	Nr	$pc/15$	12.00	ranuras	-
Area total de ranuras = dos veces el área de la tubería de salida	At	$2 \cdot \pi \cdot (Dsc \cdot 2) / 4$	1357.73	mm ²	-
Número total de ranuras	R	At/Ar	35.00	ranuras	-
Número de filas transversal a canastilla	F	R/Nr	3.00	filas	-
Espacios libres en los extremos	o	-	20.00	mm	Referencias
Espaciamiento de perforaciones longitudinal al tubo	s	$(Lc-o)/F$	42.00	mm	-

VI. ALTURA DE CORTA DE FONDO DE RESERVOIRIO

Informacion Base de diseño	Código	Formula	Resultado	Unidad	Fuente
Distancia a vivienda mas alta	va	-	300.00	m	Dato - campo
Presion minima de servicio	pm	-	5.00	m	Ref. 1 Cap. V item 7
Cota terreno frente a vivienda mas alta	ca	-	3825.00	msnm	Dato - campo
Cota de terreno de reservorio proyectado	crp	-	3825.00	msnm	Dato - campo
Gradiente hidraulica de la red de servicio aproximada	s	-	10.00	m/km	Referencias
Nivel de agua fondo reservorio elevado	rf	$ca - crp) + (va \cdot s / 1000$	3833.00	msnm	-
Cota de Fondo de reservorio	cf	$rf - hi$	3832.90	msnm	-



ANEXO 7. Plantilla de cálculo del sistema de cloración

PARÁMETROS DE DISEÑO VOLUMEN DE CLORACION

CRITERIOS DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

1) Peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$Q \cdot d$$

2) Peso de l producto comercial en base al porcentaje de cloro

$$P \cdot 100 / r$$

3) Caudal horario de solución de hipoclorito (qs) en funcion de la concentración de la solución preprada.

El valor de qs permite seleccionar el equipo dosificador requerido

$$Pc \cdot 100 / c$$

4) Cálculo del volumen de la solución, en funcion del tiempo de consumo del recipiente en el que se almacena dicha solución

$$Vs = qs \cdot t$$

Donde:

Vs = Volumen de la solución en lt (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación)

t = Tiempo de uso de los recipientes de solución en horas h

t se ajusta a ciclos de preparación de: 6 horas (4 ciclos), 8 horas (3 ciclos) y 12 horas (2 ciclos) correspondientes al vaciado de los recipientes y carga de nuevo volumen de solución

CALCULO DEL SISTEMA DE CLORACION POR GOTEO

Dosis adoptada	:	2	mg/lts de hipoclorito de calcio
Porcentaje de cloro activo	:	65.00%	
Concentración de la solución	:	25.00%	
Equivalencia 1 gota	:	0.00005	lts

Volumen del reservorio	Caudales Máximos		Dosis	peso del Cloro	Porcentaje de Cloro activo	Peso producto comercial		Concentración de la solución	Demanda de la	Tiempo de uso del recipiente	Volumen		Demanda de la solución
	Diario	Diario				Solución	Bidon adoptado						
V (m3)	Qmd (lps)	Qmh (m3/h)	(gr/m3)	P (gr/h)	r (%)	Pc (gr/h)	Pc (Kgr/h)	C (%)	qs (lph)	t (h)	Vs (lt)	Vs (lt)	qs (gotas/s)
5.00	0.048	0.17	2.00	0.35	65%	0.53	0.00	25%	0.00	12.00	0.00	60.00	0.00



CÁLCULO DEL CAUDAL DE GOTEO CONSTANTE

$$Q_{goteo} = C_d \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{0.5}$$

Donde:

Qgoteo = Caudal que ingresa por el orificio

- Cd** = Coeficiente de descarga (0.6) : **0.8** unidimensional (Criterio estandarizado)
- A** = Area del orificio (ø 2.0 mm) : **3.14E-06** m² ($\pi \cdot D^2 / 4$)
- g** = Aceleración de la gravedad : **9.81** m/s² (Criterio estandarizado)
- h** = Profundidad del orificio : **0.2** m (Criterio estandarizado)

Reemplazando:

- Qgoteo : **4.979E-06** m³/s
- Qgoteo : **0.0049786** lt/s
- Una gota : **0.00005** lt (Criterio estandarizado)
- Qgoteo : **99.571341** gotas/s

CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO

- Dosis adoptada : **4** mg/lts de hipoclorito de calcio
- Porcentaje de cloro activo : **65.00%**
- Concentración de la solución : **25.00%**
- Equivalencia 1 gota : **0.00005** lts

Volumen del reservorio	Caudales Máximos		Dosis	peso del Cloro	Porcentaje de Cloro activo	Peso producto comercial		Concentración de la solución	Demanda de la	Tiempo de uso del recipiente	Volumen		Demanda de la solución
	Diario	Diario				Solución	Bidon adoptado						
V (m3)	Qmd (lps)	Qmh (m3/h)	(gr/m3)	P (gr/h)	r (%)	Pc (gr/h)	Pc (Kgr/h)	C (%)	qs (lph)	t (h)	Vs (lt)	Vs (lt)	qs (gotas/s)
5.00	0.048	0.17	4.00	0.69	65%	1.07	0.00	25%	0.00	12.00	0.00	60.00	0.00



ANEXO 8. Plantilla de cálculo de la línea de aducción y distribución

CÁLCULO HIDRÁULICO LINEA DE ADUCCIÓN y DISTRIBUCION

PROYECTO : ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO Y DISEÑO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE BASTECIMIENTO DE AGUA POR BOMBA ARIETE PARA EL ANEXO QUEALLI DEL DISTRITO DE
PROPIETARIO : Bach. NELSON RAUL MEJIA PINTO
UBICACIÓN : ANEXO QUEALLI - HUATASANI - HUANCANE - PUNO
FECHA : MARZO DEL 2023

Referencia: Guía R.M. 192 - 2018 - Vivienda

I. PARÁMETROS DE DISEÑO (LINEA DE ADUCCION)

Velocidad Máxima Recomendada:	3.00 m/s
Velocidad Mínima Recomendada:	0.60 m/s
Diámetro mínimo de la tubería de aducción	25 mm (1")
Pendiente recomendada	0.50 - 30 %
Carga Estática Máxima	50.00 m.c.a.
Carga Dinámica Mínima	1.00 m.c.a.
Cálculo de diámetro de la tubería, Ø inferior a 50 mm (2")	Fair-Whipple
Cálculo de diámetro de la tubería, Ø superior a 50 mm (2")	Hazen-Williams

II. PARÁMETROS DE DISEÑO (RED DE DISTRIBUCIÓN)

Velocidad Máxima Recomendada:	3.00 m/s
Velocidad Mínima Recomendada:	0.60 m/s
Diámetro mínimo de la tubería de distribución	20mm (3/4")
Presión mínima en cualquier punto de la red	5.00 m.c.a.
Presión estática no debe ser mayor a:	60.00 m.c.a.

II. DATOS DE DISEÑO

Tramo: Reservorio elavado a Primer Nudo de Red

Caudal Máximo Horario (Qmh)		0.056 Lps
Cota de Reservorio elavado	REL	3875.00 m.s.n.m.
Cota de Primer Nudo de Red	J-1	3865.00 m.s.n.m.
Carga Disponible en Primer Nudo de Red		10.00 m.c.a.

III. TRAMOS PARA EL CÁLCULO

Tramo	Longitud (m)	Cota de Terreno (msnm)		Presión Estática (m)	Caudal Qmh (l/s)
		Inicial	Final		
REL- J1	20.45	3875.00	3865.00	10.00	0.056



CÁLCULO HIDRÁULICO LINEA DE ADUCCIÓN

Ecuación de Cálculo: Fair - Whipple

Cálculo Hidráulico de la Línea de Aducción (Por: Fair_Whipple)															
TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)	LONGITUD L (m)	COTA DE TERRENO (msnm)		DESNIVEL DEL TERRENO (m)	PERDIDA DE CARGA UNIT. DISPONIBLE HI (m)	PENDIENTE S (%)	DIÁMETRO CALCULADO D (Pulg.)	DIÁMETRO NOMINAL ASUMIDO D (Pulg.)	VELOCIDAD V (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA hf (m/m)	PERDIDA DE CARGA TRAMO HI (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (msnm)		PRESIÓN (m.c.a.)
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T1 - J65	0.056	42.90	3875.00	3865.00	10.00	0.2331	23.31	0.25	1	0.11	0.0010	0.0433	3875.00	3874.96	9.96

$$Fair_Whipple \quad D = \left(\frac{Q}{2.8639 * hf^{0.57}} \right)^{0.37} \quad V = 1.9735 \frac{Q}{D^2} \quad hf = \left(\frac{Q}{2.8639 * D^{2.71}} \right)^{1.75}$$

Donde:
 Q = Gasto en l/s (Col. 2)
 D = Diámetro en Pulg. (col. 10)



CALCULO HIDRAULICO LINEA DE DISTRIBUCIÓN

DATOS

Caudal Máximo Horario (Q_{mh}) = **0.056 lps**
 Longitud total de la línea de distribución (L_{td}) = **318.100 m**
 Longitud de la línea de aducción (L_{ta}) = **42.900 m**
 Caudal unitario de la línea de distribución (Q_u) = **0.0001746 l/m/s**

DATOS DE DISEÑO POR WATERCAD

TRAMO	LONGITUD L (m)	CAUDAL POR TRAMO (lps)	CAUDAL DE TRANSITO (lps)	CAUDAL DE DISEÑO (lps)	
1	2	3	4	5	
J41 - J58	31.450	0.005	0.005	0.005	1.00
J41 - J52	6.510	0.001	0.001	0.001	2.00
J42 - J41	3.290	0.001	0.007	0.007	3.00
J54 - J60	66.080	0.012	0.012	0.012	4.00
J54 - J53	16.630	0.003	0.003	0.003	5.00
J42 - J54	27.510	0.005	0.019	0.019	6.00
J40 - J42	29.840	0.005	0.032	0.032	7.00
J40 - J39	3.210	0.001	0.001	0.001	8.00
J49 - J40	13.480	0.002	0.035	0.035	9.00
J48 - J55	22.480	0.004	0.004	0.004	10.00
J48 - J47	5.710	0.001	0.001	0.001	11.00
J49 - J48	8.000	0.001	0.006	0.006	12.00
J44 - J49	5.830	0.001	0.042	0.042	13.00
J44 - J43	3.340	0.001	0.001	0.001	14.00
J51 - J44	13.740	0.002	0.045	0.045	15.00
J51 - J50	5.850	0.001	0.001	0.001	16.00
J57- J51	25.410	0.004	0.050	0.050	17.00
J57- J56	20.750	0.004	0.004	0.004	18.00
J65 - J57	4.930	0.001	0.055	0.055	19.00
J65 - J66	4.060	0.001	0.001	0.001	20.00
T1 - J65	42.900	0.056	0.056	0.056	



CÁLCULO HIDRÁULICO LINEA DE DISTRIBUCIÓN

Ecuación de Cálculo: Fair - Whipple

Cálculo Hidráulico de la Línea de Aducción (Por: Fair_Whipple)															
TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)	LONGITUD L (m)	COTA DE TERRENO (msnm)		DESNIVEL DEL TERRENO (m)	PERDIDA DE CARGA UNIT. DISPONIBLE Hf (m)	PENDIENTE S (%)	DIÁMETRO CALCULADO D (Pulg.)	DIÁMETRO NOMINAL ASUMIDO D (Pulg.)	VELOCIDAD V (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA hf (m/m)	PERDIDA DE CARGA TRAMO Hf (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (msnm)		PRESIÓN (m.c.a.)
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J41 - J58	0.0055	31.45	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.02	0.00007	0.0022	3874.96	3874.86	9.86
J41 - J52	0.0011	6.51	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.86	9.86
J42 - J41	0.0072	3.29	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.01	0.0000	0.0001	3874.96	3874.86	9.86
J54 - J60	0.0115	66.08	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.04	0.0003	0.0167	3874.96	3874.86	9.86
J54 - J53	0.0029	16.63	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.01	0.0000	0.0004	3874.96	3874.88	9.88
J42 - J54	0.0192	27.51	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.07	0.0006	0.0170	3874.96	3874.88	9.88
J40 - J42	0.0317	29.84	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.06	0.0004	0.0112	3874.96	3874.90	9.90
J40 - J39	0.0006	3.21	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.91	9.91
J49 - J40	0.0346	13.48	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.07	0.0004	0.0059	3874.96	3874.91	9.91
J48 - J55	0.0039	22.48	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.01	0.0000	0.0009	3874.96	3874.91	9.91
J48 - J47	0.0010	5.71	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.92	9.92
J49 - J48	0.0063	8.00	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.02	0.0001	0.0007	3874.96	3874.92	9.92
J44 - J49	0.0419	5.83	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.08	0.0006	0.0036	3874.96	3874.92	9.92
J44 - J43	0.0006	3.34	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.92	9.92
J51 - J44	0.0449	13.74	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.09	0.0007	0.0095	3874.96	3874.92	9.92
J51 - J50	0.0010	5.85	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.93	9.93
J57 - J51	0.0504	25.41	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.10	0.0008	0.0216	3874.96	3874.93	9.93
J57 - J56	0.0036	20.75	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.01	0.0000	0.0007	3874.96	3874.95	9.95
J65 - J57	0.0548	4.93	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	1	0.11	0.0010	0.0049	3874.96	3874.95	9.95
J65 - J66	0.0007	4.06	3865.00	3865.00	0.00	0.0000	0.00	0.25	3/4	0.00	0.0000	0.0000	3874.96	3874.96	9.96

Fair_Whipple $D = \left(\frac{Q}{2.8639 \cdot hf^{0.57}} \right)^{0.37}$ $V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$ $hf = \left(\frac{Q}{2.8639 \cdot D^{2.71}} \right)^{1.75}$

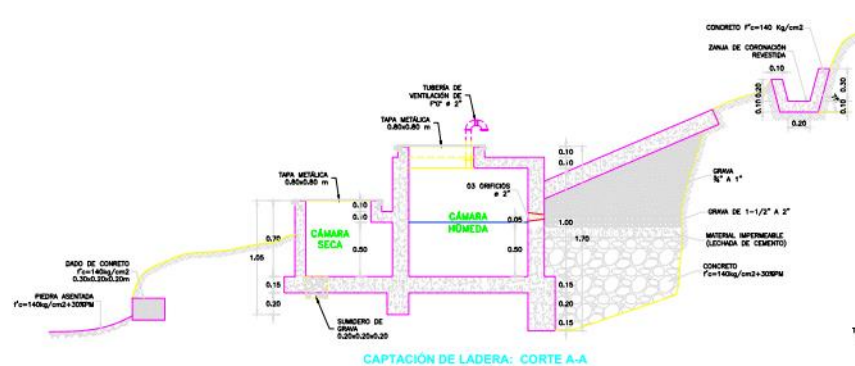
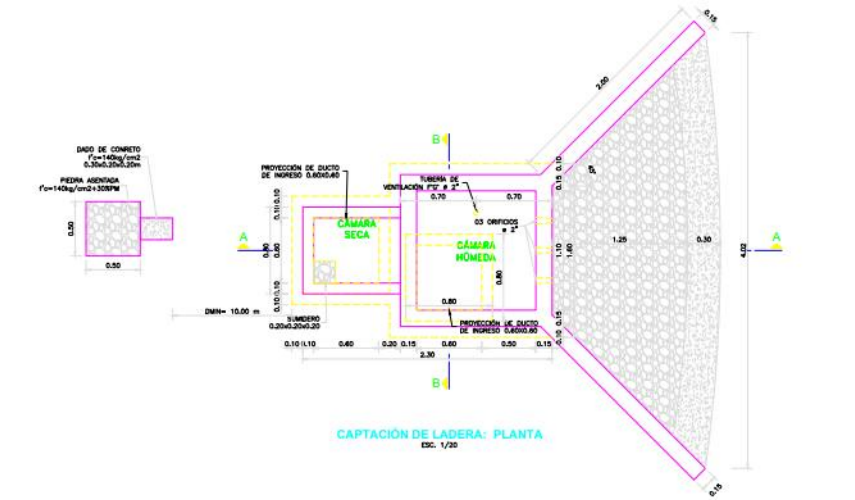
Donde:

Q = Gasto en l/s (Col. 2)

D = Diámetro en Pulg. (col. 10)

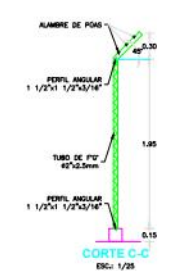
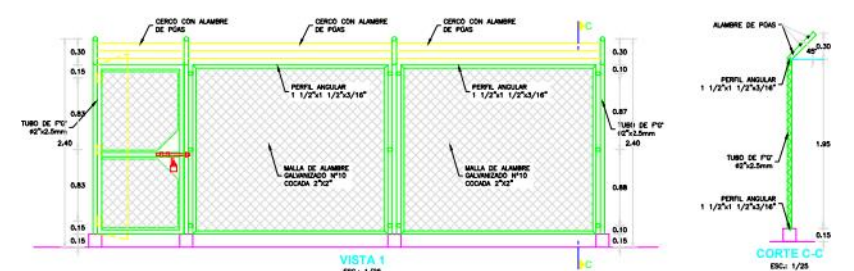
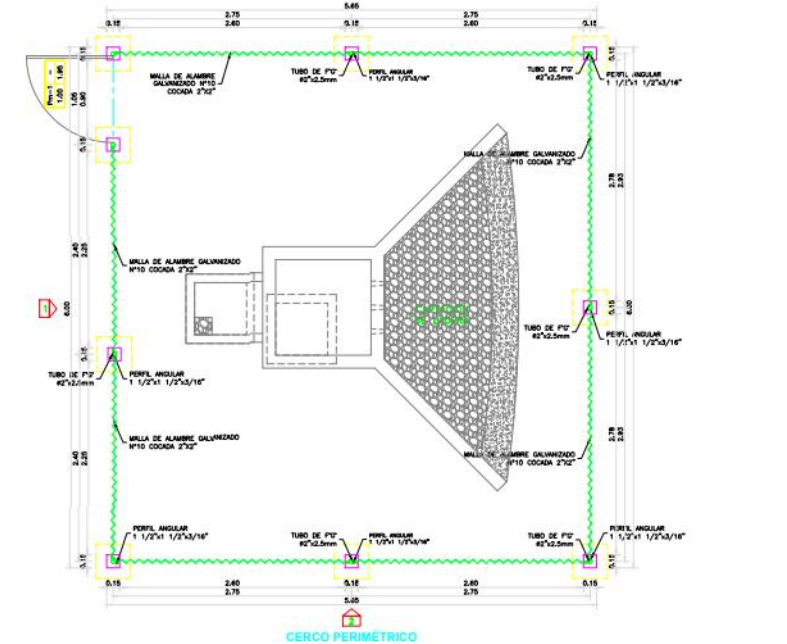


ANEXO 9. Plano detalle de captación de ladera



- NOTAS:**
- LA ZANJA DE COORDINACIÓN SERÁ REVERTEIDA FUERA DEL CERCO PERIMÉTRICO SEGUN LA TOPOGRAFIA DEL LUGAR Y LAS CONDICIONES DEL TERRENO.
 - LA LONGITUD DE LA ZANJA DE COORDINACIÓN SERÁ DETERMINADA POR EL PROYECTISTA DE ACUERDO A SUS NECESIDADES Y CONDICIONES TOPOGRAFICAS.

- NOTAS:**
- EL CONSULTOR DEBE CONSIDERAR ESTA INFORMACION COMO UNA GUIA, CUYOS CRITERIOS DE DISEÑO DEBEN SER VALIDADOS CON LAS CONDICIONES DEL AREA DEL PROYECTO A DESARROLLAR, EN EL CASO DE ENCONTRARSE CON SITUACIONES DIFERENTES EL CONSULTOR DEBERA EVALUAR Y PROPONER EL DISEÑO MAS CONVENIENTE.



1:5	0	40	80	120	160	200mm
1:50	0	400	800	1200	1600	2000mm
1:250	0	4000	8000	12000	16000	20000mm
1:5000	0	40000	80000	120000	160000	200000mm
1:25000	0	400000	800000	1200000	1600000	2000000mm



ANEXO 10. Plano detalle de bomba de ariete

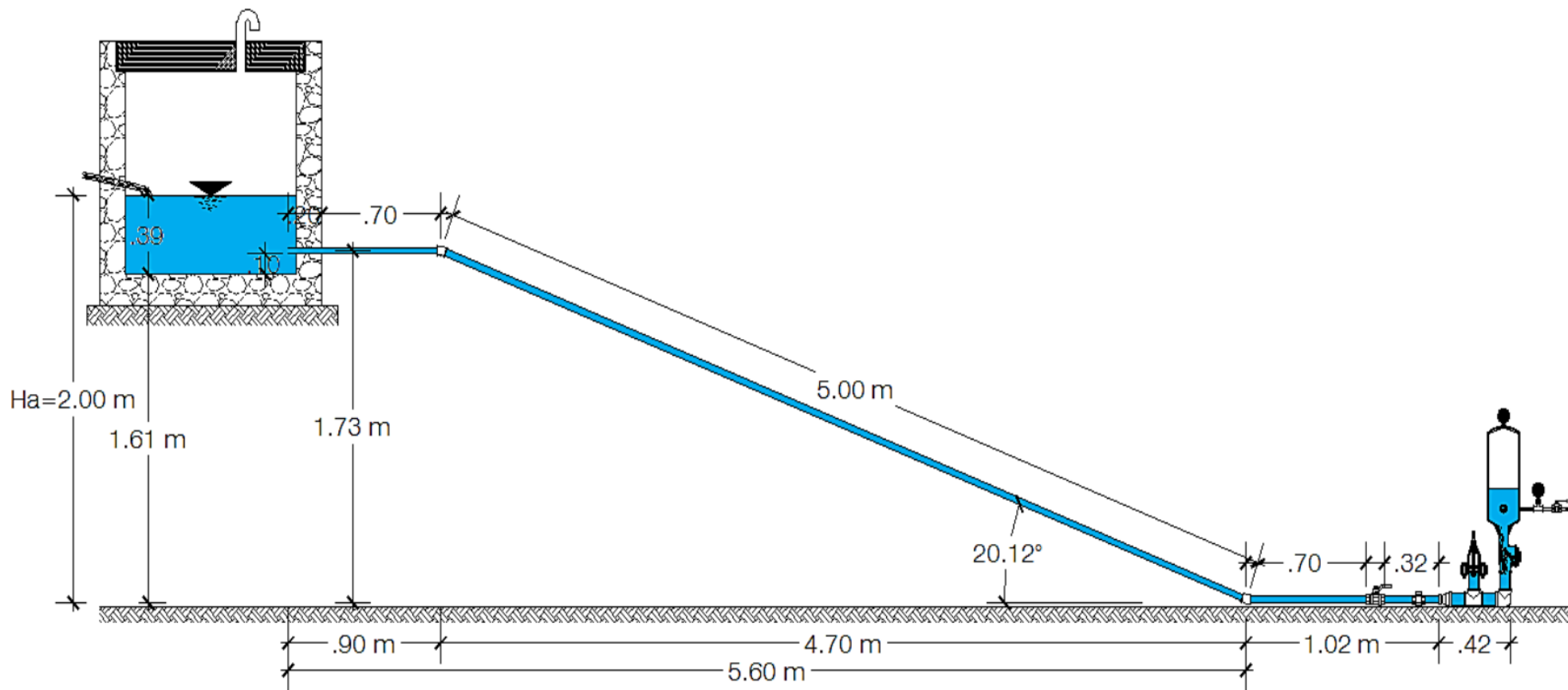
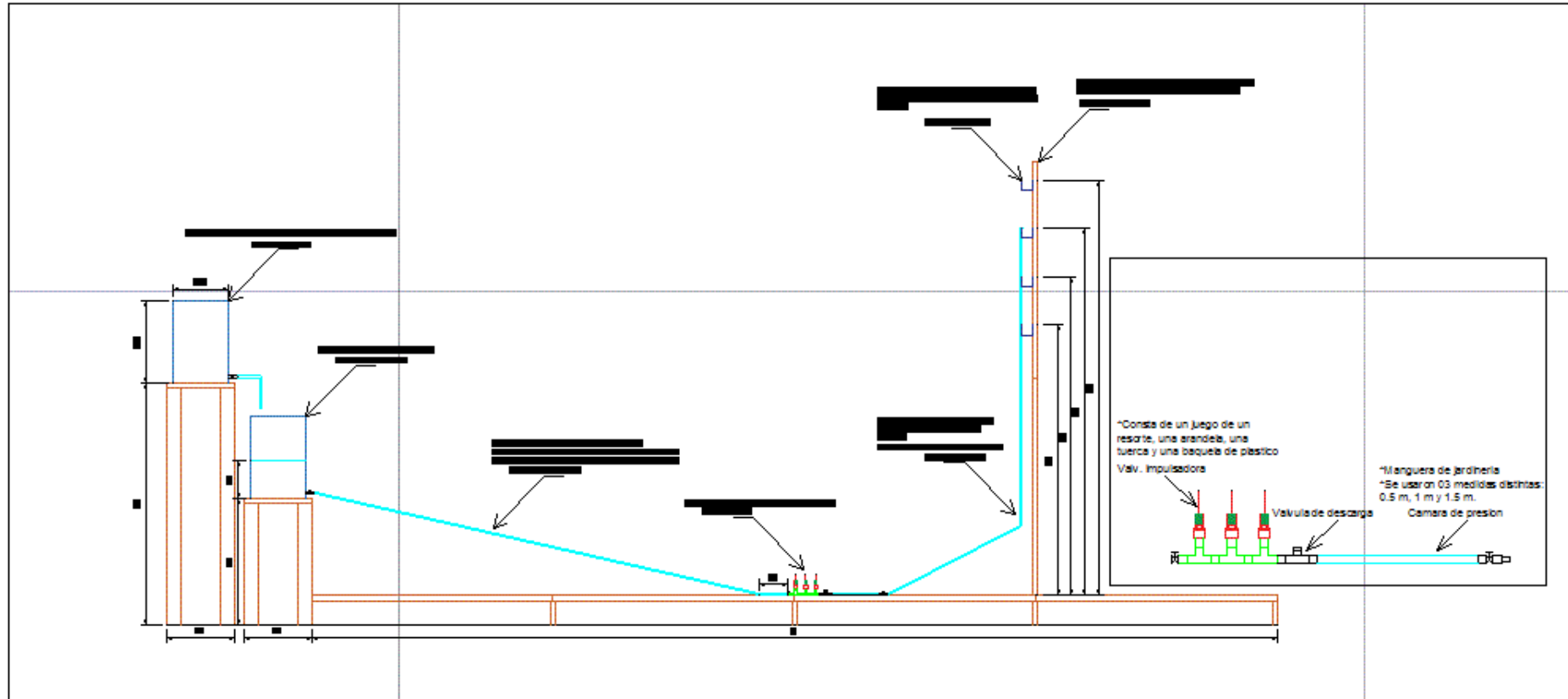
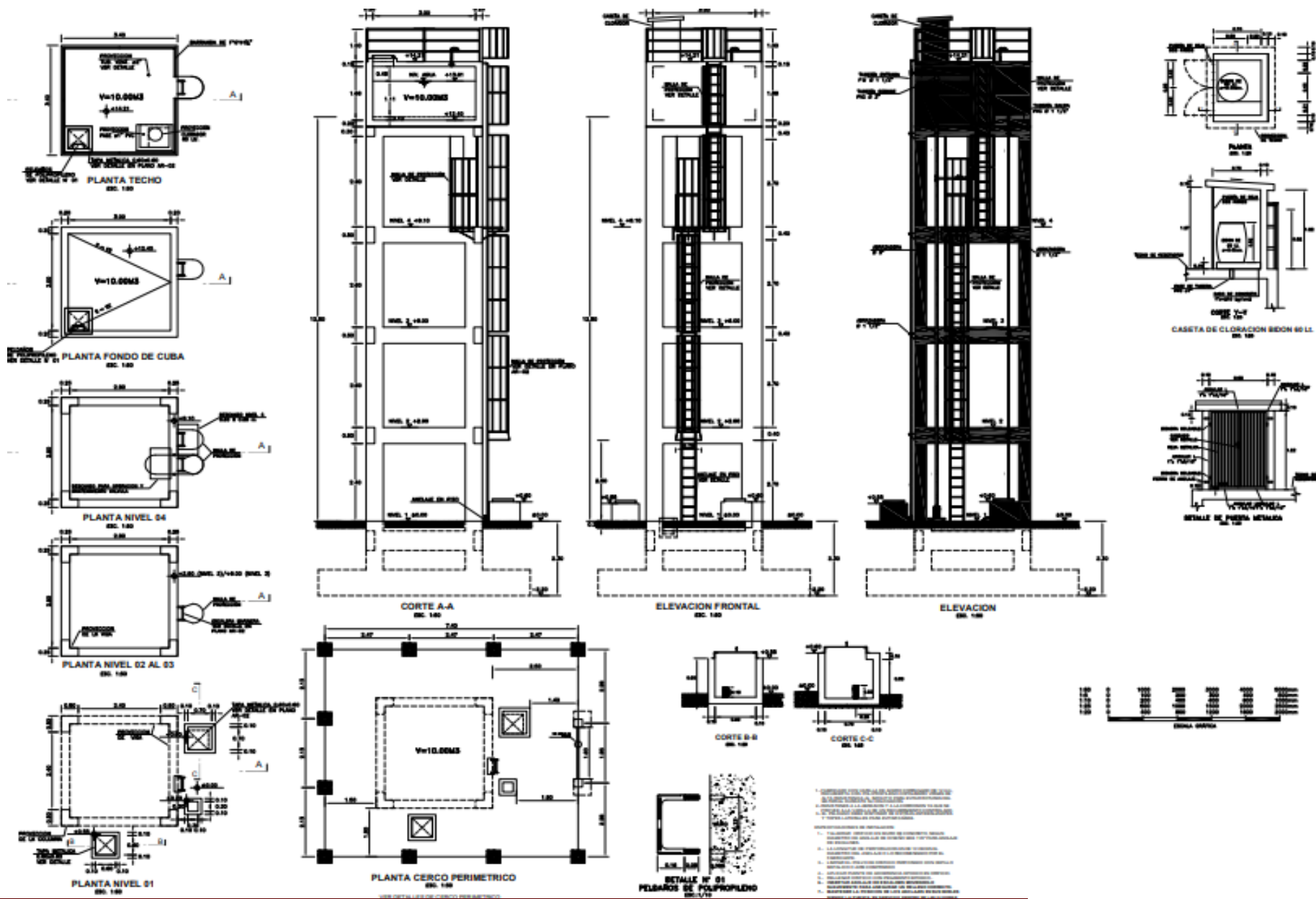


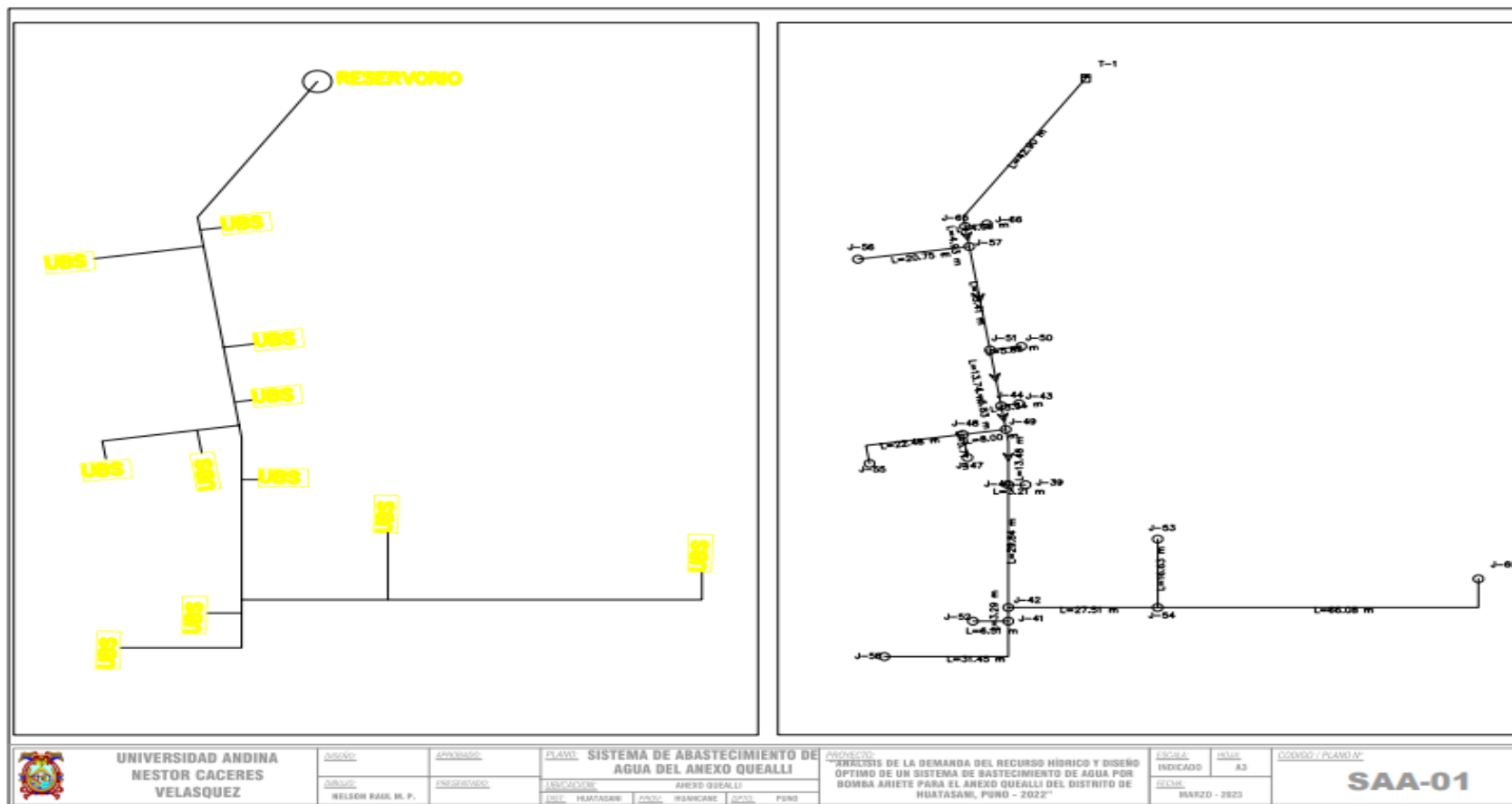
Figura N° 52: Vista panorámico de la instalación de la BAH monopulsor.







ANEXO 12. Plano detalle de redes de distribución de agua





ANEXO 13. encuesta para la determinación de la demanda actual de agua para el anexo – Quealli - del distrito de Huatasani

A. INFORMACION BASICA

Persona entrevistada:() Padre () Madre () Otros

Nombre:

Edad:

Grado de instrucción:
.....

B. INFORMACION SOBRE LA FAMILIA

1) ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?:
.....

2) Acerca del número de habitantes de su vivienda.

a) Cuantos Hombres. (.....)

b) Cuantas Mujeres. (.....)

c) Cuantos Niños(as) (menor de 12 años). (.....)

C. INFORMACION SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

1) ¿Actualmente cuál es su fuente de abastecimiento?

a) Camión cisterna

b) Pozo

c) Rio o riachuelo

d) Ojo de agua

e) Otros.....

2) ¿De que capacidad de balde utiliza diariamente para el traslado de agua?

a) 20 L

b) 10 L

c) 18 L

d) 5 L

e) Otros:.....

3) ⁺ Cuantos baldes diarios utiliza al día

	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	TOTAL
BALDES								
LITROS								





- 4) ¿Cuánto tiempo tarda para abastecerse de agua diariamente?
 - a) 2 min a 5 min
 - b) 5 min a 10 min
 - c) 15 min a 20 min
 - d) 20 min a mas

- 5) ¿Está satisfecho con la cantidad de agua que obtiene diariamente?
 - a) Si
 - b) no

En caso de ser no:

 - a) La distancia de la fuente de agua es lejana
 - b) La cantidad de agua en la fuente es insuficiente
 - c) La fuente de agua no se encuentra en el estado salubre
 - d) Otros:.....

- 6) ¿Qué uso le da al agua que obtiene?
 - a) Preparación de alimentos
 - b) Aseo personal
 - c) Lavado de ropa
 - d) Todas las anteriores
 - e) Otros:.....

- 7) ¿Le da algún tratamiento al agua antes de ser consumida?
 - a) Si
 - b) No

- 8) ¿Estaría de acuerdo en contar con un sistema de agua
 - a) Si
 - b) No

- 9) ¿Está enterado de algún proyecto a futuro?
 - a) Si
 - b) No

Si es si como es su denominación:.....

- 10) ¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio de abastecimiento de agua?
 - a) Si
 - b) No



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 04 julio de 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: NELSON RAUL MEJIA PINTO

Dirección: Jr Jorge Chavez Mz E1 Lt 15 B

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73512715

Teléfono: 901306695 email: raulmejia.pinto11@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Sanitario y Ambiental

Asesor: Mgtr. Milton Quispe Huanca

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: Análisis de la demanda del recurso hídrico y diseño óptimo de un sistema de abastecimiento de agua por bomba ariete para el anexo Quealli del distrito de Huatasani, Puno - 2022

Palabras claves, (3 a 5 términos): Demanda de agua, Sistema de agua potable, bomba de ariete

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Saneamiento Ambiental - P22

Firma de Autor



huella digital

04 de julio del 2024

Fecha