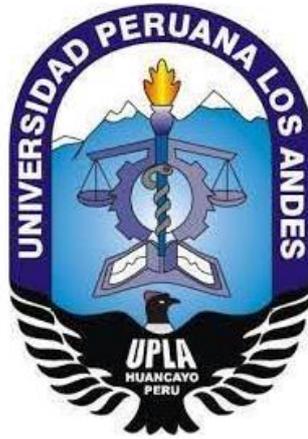


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**RELACION DEL GOLPE DE ARIETE EN LA
LINEA DE CONDUCCION DE AGUA
POTABLE DEL DISTRITO DE MOYA
PROVINCIA DE HUANCVELICA**

**PRESENTADO POR:
BACHILLER: AUQUI PALOMINO JUDITH FABIOLA**

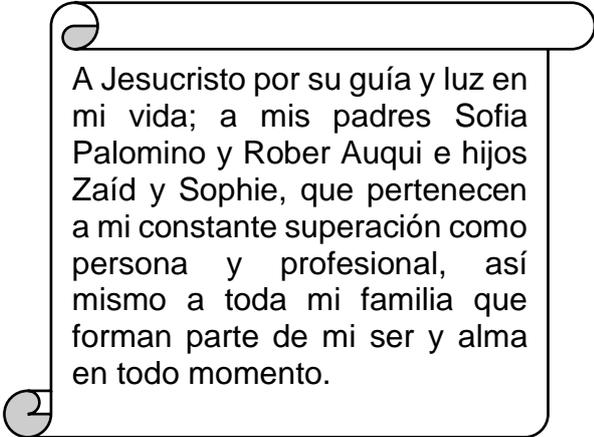
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:
NUEVAS TECNOLOGÍA Y PROCESOS**

**PARA OPTAR EL TITULO PREFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

**HUANCAYO – PERU
2020**

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
ASESOR

DEDICATORIA



A Jesucristo por su guía y luz en mi vida; a mis padres Sofia Palomino y Rober Auqui e hijos Zaíd y Sophie, que pertenecen a mi constante superación como persona y profesional, así mismo a toda mi familia que forman parte de mi ser y alma en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y de la misma manera a la Universidad Peruana Los Andes, representada por su plana docente y personal no docente y personal técnico.

A mi asesor por compartir en este trabajo su experiencia profesional y guía en todo momento para la culminación del mismo.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. TAPIA SILGUERA RUBÉN DARÍO
PRESIDENTE**

**ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
JURADO**

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO**

**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**

**MG UNTIVEROS PEÑALOZA LEONEL
SECRETARIO DE DOCENTE**

ÍNDICE GENERAL

CARATULA	i
ASESOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLA.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I:.....	17
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	17
1.1. Planteamiento del problema de investigación	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Justificación	19
1.3.1. Social	19
1.3.2. Científica.....	20
1.3.3. Metodología.....	20
1.4. Delimitación	20
1.4.1. Delimitación espacial	20
1.4.2. Delimitación temporal	21
1.4.3. Delimitación geográfica	21
1.4.4. Delimitación económica.....	21
1.5. Limitaciones.....	21
1.6. Objetivo	22
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos.....	22

CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.1.1. Antecedentes Nacionales	23
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	27
2.2. Marco conceptual	31
2.2.1. Golpe de ariete:	31
2.2.2. Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable	36
2.2.3. Componentes del sistema	37
2.2.4. Utilización de equipo de bombeo.....	40
2.3. Definición de términos	45
2.4. Hipótesis.....	47
2.4.1. Hipótesis general:.....	47
2.4.2. Hipótesis específicas:	47
2.5. Variables:.....	48
2.5.1. Definición conceptual de las variables:.....	48
2.5.2. Definición operacional de la variable:	49
CAPÍTULO III.....	50
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	50
3.1. Método de investigación	50
3.2. Tipo de investigación	50
3.3. Nivel de investigación	50
3.4. Diseño de Investigación.....	51
3.5. Población y muestra	51
3.5.1. Población.....	51
3.5.2. Muestra	51
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
3.6.1. Documentales (mediante el análisis documental)	52
3.6.2. No documentales (Observación directa).....	52
3.7. Técnicas e procesamiento y análisis de datos	53
3.7.1. Documentales (mediante el análisis documental)	53
3.7.2. No documentales (Observación directa).....	54
3.7.3. Procesamiento de la información:	54

3.8. Técnicas y análisis de datos:.....	54
3.9. Análisis de datos:	56
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS	57
4.1. Aspectos generales:.....	57
4.1.1. Ubicación del proyecto:	57
4.1.2. Ubicación Política y Geográfica:.....	58
4.1.3. Extensión y Altitud:.....	59
4.1.4. Límites y Acceso:	59
4.1.5. Área:	59
4.1.6. Clima:	60
4.1.7. Temperatura:.....	60
4.1.8. Característica del Terreno:	60
4.2. Trabajo de campo:.....	61
4.2.1. Desnivel de las cámaras rompe presión:.....	61
4.2.2. Presiones y sobre presiones:	62
4.3. Evaluación de las tuberías:.....	66
4.4. TRABAJO DE GABINETE:.....	68
4.4.1. Cálculo de la presión total en la práctica:	69
4.4.2. Cálculo de la presión total teórica:.....	70
CAPÍTULO V	77
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77
5.1. Descripción de los resultados.....	77
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES.....	80
BILIOGRAFIA.....	81
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. golpe de ariete en una conducción por gravedad	34
Figura 2. Golpe de ariete en una conducción por bombeo	35
Figura 3. Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable	37
Figura 4. Esquema del funcionamiento de una bomba	41
Figura 5. Puede apreciarse algunas aplicaciones de las válvulas antes mencionadas.....	44
Figura 6. mapa político del Perú y del departamento de Huancavelica	57
Figura 7. mapa político de la provincia de Huancavelica y de la zon del proyecto	58
Figura 8. Localidad La Moya	58
Figura 9. Ubicación del punto 6 a 60m de desnivel.....	63
Figura 10. Excavación de zanjas	63
Figura 11. Instalación de manómetro.....	64
Figura 12. Características de la tubería clase 7.5 de 1 ½	67
Figura 13. Propiedades de la tubería clase 7.5 de 1 ½.....	67
Figura 14. Propiedades de la tubería clase 7.5 de 1 ½.....	67
Figura 15. Diámetros comerciales de la tubería clase 7.5	68

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente.....	49
Tabla 2 Ubicación de las cámaras rompe presión	61
Tabla 3 Desniveles de las cámaras rompe presión.....	62
Tabla 4 Datos tomados el 29 de julio de 2020	65
Tabla 5 Datos tomados el 05 de agosto de 2020.....	65
Tabla 6 Datos tomados el 12 de agosto de 2020.....	65
Tabla 7 Datos tomados el 19 de agosto de 2020.....	66
Tabla 8 Promedio de presiones y sobre presiones	69
Tabla 9 Presión total en la práctica.....	70
Tabla 10 Presión total en la práctica.....	71
Tabla 11 Cálculo de la sobre presión teórica	74
Tabla 12 Cálculo de la presión total teórica	75
Tabla 13 Comparación de presiones	76
Tabla 14 comparación de la presión practica y teórica	77

RESUMEN

La presente investigación que tuvo de título **“RELACION DEL GOLPE DE ARIETE EN LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE MOYA PROVINCIA DE HUANCVELICA”**, tuvo como problema general: ¿Qué relación existe entre el golpe de ariete y la línea de conducción del agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica?, de la misma tuvo como objetivo principal: Determinar la relación del golpe de ariete y la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica. De la misma la hipótesis general fue: Existe una relación significativa entre el golpe de ariete y la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica. Con respecto a la metodología de investigación el método utilizado fue el cuantitativo, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación descriptivo correlacional, y se utilizó el diseño de investigación es un diseño no experimental de corte longitudinal y la población estará conformada por toda la línea de conducción de agua potable del distrito de Moya provincia de Huancavelica y la muestra será no probabilística, el tipo de muestreo será por conveniencia y estará conformada por 447.97 m de línea de conducción de agua potable del distrito de Moya provincia de Huancavelica. Todo esto no lleva la conclusión general: Se determinó la relación del golpe de ariete en la línea de conducción de agua potable del distrito de La Moya provincia de Huancavelica. La cual genera un aumento de presión tanto en lo práctico como en lo teórico; pero la presión total a un desnivel de 60m no supera el máximo admisible de 75 m.c.a., para una tubería de clase 7.5 por lo tanto se puede instalar cámaras rompe presión a desniveles mayores de 40m, de esta manera

evitamos el aumento de presupuesto en la construcción excesiva de cámaras rompe presión y en la operación y mantenimiento.

Palabras clave: golpe de ariete, línea de conducción, cámaras rompe presión.

ABSTRACT

The present investigation that has the title: "RELATIONSHIP OF THE WATER HAMMER IN THE DRINKING WATER CONDUCTING LINE OF THE DISTRICT OF MOYA PROVINCE OF HUANCVELICA", had as a general problem: What relationship exists between the water hammer and the conduction line of drinking water in the district of moya province of Huancavelica ?, the main objective of which was: To determine the relationship between the water hammer and the drinking water pipeline in the district of moya province of Huancavelica. From the same, the general hypothesis was: There is a significant relationship between the water hammer and the drinking water pipeline in the district of Moya, Huancavelica province. With respect to the research methodology, the method used was quantitative, the type of research was applied, the level of correlational research, and the research design was a cross-sectional design with longitudinal section and the population will be made up of the entire line of potable water conduction of the district of Moya province of Huancavelica and the sample will be non-probabilistic, the type of sampling will be for convenience and will consist of 15 km of conduction line of potable water of the district of Moya province of Huancavelica. All this does not lead to the general conclusion: The water hammer relationship in the drinking water pipeline of the district of La Moya province of Huancavelica was determined. Which generates an increase in pressure both in practice and in theory; but the total pressure at a height difference of 60m does not exceed the maximum admissible of 75 mwc, for a pipe of class 7.5 therefore pressure break chambers can be installed at slopes greater than 40m, in this way we avoid increasing the budget in construction Excessive chambers break pressure and in operation and maintenance.

Keywords: water hammer, pipeline, pressure break chambers.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable, en la línea de conducción en contextos rurales, los proyectistas consideran cámaras rompe presión tipo 6, a cada 50 metros de desnivel entre cámara a cámara o de cámara a estructura, aclarando que el reglamento nacional de edificaciones establece que en líneas de conducción fija que la velocidad mínima debe de ser de 0.60 metros/segundos y las velocidades máxima de 5 metros/segundos en tuberías de P.V.C. y en el diseño de la completa línea de conducción se deberán tener en cuenta el golpe de ariete, pese a lo mencionado, la mayoría de los proyectistas no consideran los cálculos de las sobrepresiones en las líneas de conducción de agua potable, aumentando así estas unidades, forzando a la aplicación de operación y mantenimiento, incrementándose los costos y el tiempo de ejecución de obra. La presente investigación estuvo estructurada en cinco capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

- **En el Capítulo I:** Planteamiento del problema; donde se plantea el problema general y los problemas específicos, los objetivos tanto el general como los específicos, la justificación práctica y metodológica y, por último, la delimitación espacial y temporal.
- **En el Capítulo II:** Marco teórico; se desarrolla los estudios previos y la literatura necesaria para nuestra investigación mediante los antecedentes como el marco conceptual.
- **En el Capítulo III:** Metodología; se plantea la estructura medular de una investigación con el tipo de estudio, nivel de estudio, diseño de estudio y técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

- **En el Capítulo IV:** Resultados; en este capítulo se muestra los resultados obtenidos de la investigación en cada proceso que tiene el trabajo de investigación.
- **En el Capítulo V:** Discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultado con otras investigaciones previas para encontrar la diferencia o la similitud de las conclusiones para enriquecer el método científico.

El Autor (a)

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema de investigación

En la actualidad el sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Moya viene funcionando por un promedio de 8 años el cual está construido con tuberías PVC SAP clase 7.5 de 1.5 pulgadas que pueden soportar una presión de hasta 75 m.c.a. según los proveedores de tuberías en el Perú, las cámaras rompe presión están ubicadas a cada 40m de desnivel soportando presiones menores a 40 m.c.a, por tal motivo se quiere determinar una correcta ubicación de las cámaras rompe presión a desniveles mayores a 40m, para lo cual se determinara las sobre presiones producidas por el golpe de ariete y como finalidad se llegará a demostrar que la cámara rompe presión se podían ubicar a una altura mayor de 40 metros, mediante la utilización de un mano metro y una válvula de globo, de la misma manera se comprobara otros golpes de ariete mediante fórmulas matemáticas, para evidenciar que las tuberías pueden soportar mayor presión, de las actuales, con esto se podría reducir las cámaras rompe presión.

Con la ejecución de esta tesis que se planteada se busca identificar la sobrepresión, para evaluar las resistencias de las tuberías y así ubicar adecuadamente las C.R.P. tipo 6, beneficiando en calidad de agua para su consumo, evitando enfermedades que conduce el agua, así como un costo de inversión menor para futuras investigaciones que tengan esa misma línea de investigación, para mejorar los mantenimientos e impactos en del medio ambiente, planteando conclusiones y recomendaciones con miras a

optimizar su funcionamiento, de acuerdo a las Normas Sanitarias y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Según la normativa actual, las tuberías de P.V.C. C-7.5, soportan unas presiones de 75 m.c.a. teniendo en cuenta lo mencionado se acordó determinar relación que existe al evaluar el golpe de ariete y las presiones que actualmente se generan en las tuberías de las líneas de conducciones del distrito Moya, según la teoría fundamentada, el golpe de ariete genera una presión adicional en las tuberías cuando cerramos rápidamente una válvula, por lo tanto, se evaluará si las tuberías de la línea de conducción podrán soportar este aumento de presión sin provocar deficiencias en su funcionamiento para lo cual también se determinará las especificaciones técnicas de las tuberías instaladas, al identificar las presiones totales que se producen en las tuberías de la línea de conducción de agua potable y demostrando que estas pueden soportar presiones más altas de las que actualmente soportan, podremos plantear una correcta ubicación de las cámaras rompe presión en las obras de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué relación existe entre el golpe de ariete y la línea de conducción del agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Qué relación existe entre la presión normal y la sobre presión a diferentes desniveles en la línea de conducción de agua potable del distrito de Moya provincia de Huancavelica?

- b) ¿Qué relación existe entre la presión que producen las sobrepresiones y el golpe de ariete en las tuberías de la línea de conducción de agua potable en el distrito de Moya en la provincia de Huancavelica?

- c) ¿Cómo determinar el desnivel adecuado donde se pueden ubicar las cámaras rompe presión en la línea de conducción de agua potable del distrito la Moya provincia de Huancavelica?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

Esta investigación sustenta el adecuado o inadecuado funcionamiento de la determinación de los golpes de ariete en las líneas de conducción por gravedad del agua potable los mismos que depende en muchos casos de su construcción acorde a la topografía del terreno y a la existencia o no de las cámaras rompe presiones tipo 6 y demás componentes.

Porque esto es forma partes de unos servicios públicos que deberían de funcionar de las mejores maneras posibles y satisfacer todas las necesidades primarias para la salubridad donde mejora la calidad de vida.

1.3.2. Científica

La información recopilada y procesada servirá de sustento para esta y otras investigaciones similares o de punto de inicio para ampliar el conocimiento científico referido al tema a investigar y de esa manera enriquecer el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención.

1.3.3. Metodología

La presente investigación permitirá ver la relación que existe entre en golpe de ariete en la línea de conducción del distrito de Moya, todo esto basado en fundamentación teórica y matemática para los cálculos que evidenciaran la hipótesis de esta investigación y de esta manera se establecerá como línea de referencia para clasificar y parametrizar los elementos a evaluar, así mismo mediante un análisis teórico que permitirá evaluar resultados con relación al ser utilizado como punto para otras investigaciones a fin de continuar con el aporte a la generación de conocimientos.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

La presente investigación, se delimitó espacialmente en el distrito de Moya y la provincia de Huancavelica ubicado en el departamento de Huancavelica.

1.4.2. Delimitación temporal

La presente investigación, se propuso el desarrollo desde junio del 2020 hasta diciembre del 2020.

1.4.3. Delimitación geográfica

La presente investigación, se ubicó geográficamente en:

- Departamento : Huancavelica
- Provincia : Huancavelica
- Distrito : Moya
- Lugar : Moya

1.4.4. Delimitación económica

La presente investigación, se realizó con los gastos propios del investigador, que asiendo a s/. 5800.00 soles.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones de esta investigación, encontramos de acuerdo al factor económico se realizó en laboratorios estándares a los solicitado por las normativas actuales.

otra limitación que encontraron fue la parte técnica de los ensayos especializados referidos con el golpe de ariete de la línea de conducción del agua potable del distrito de moya.

1.6. Objetivo

1.6.1. Objetivo general

Determinar la relación del golpe de ariete en la línea de conducción de agua potable del distrito de Moya provincia de Huancavelica.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la relación presión normal y sobre presión a diferentes desniveles en la línea de conducción de agua potable del distrito de Moya provincia de Huancavelica.

- b) Determinar la relación existe entre la presión que producen las sobrepresiones y el golpe de ariete en las tuberías de la línea de conducción de agua potable en el distrito de Moya en la provincia de Huancavelica.

- c) Identificar el desnivel adecuado donde se pueden ubicar las cámaras rompe presión en la línea de conducción de agua potable del distrito la Moya provincia de Huancavelica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

- a) (PATRICIO LEON, 2018), con su tesis de título: **“DETERMINACIÓN DE LA SOBRE PRESIÓN EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD RURAL DE QUITARACZA (DISTRITO DE YURACMARCA) - ANCASH”**, de la Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo Facultad de Ciencias del Ambiente Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, para optar Título Profesional de Ingeniero Sanitario, manifiesta en su tesis, titulada Determinación de la sobre presión en la línea de conducción por gravedad de agua potable en la localidad rural de Quitaracza, Ancash, se planteó como objetivo principal determinar la sobre presión en las tuberías de la línea de conducción de agua potable para consumo humano, por gravedad diseñados para el ámbito rural. Ubicándose siete puntos de muestreo, primer punto a los 10m de desnivel, segundo punto a los 20m de desnivel así sucesivamente hasta los 70m de desnivel, partiendo desde la captación con dirección al reservorio; estos puntos de muestreo se ubicaron con la ayuda de un GPS y un plano topografico. Se utilizaron herramientas e instrumentos adecuados para la actividad, la población muestral para la recopilación de la información estuvo conformado por las tuberías instaladas en la línea de conducción por gravedad de agua potable de la localidad de Quitaracza. Las técnicas e instrumentos utilizados fueron la

observación y la lista de cotejo. Así mismo, se utilizó la técnica estadística y su respectivo análisis, después de “realizar la toma de datos y la determinación de la sobre presión en los siete puntos de muestreo. Los resultados fueron: la sobre presión promedio más alta fue de 108.74 m.c.a. y la presión promedio más alta fue de 62.59 m.c.a. ambos en el séptimo punto de muestreo: Se concluyó que la sobre presión y la presión del agua a lo largo de la línea de conducción, con tubería de PVC SAP C-10 de 3 instalada en la localidad de Quitaracza, no falla hasta los 70m de desnivel, evaluándose la resistencia de las tuberías PVC instaladas en las líneas de conducción de agua potable, resistiendo las presiones y sobre presiones generadas en todos los puntos de muestreo registrados. Se ha demostrado que es posible colocar cámaras rompe presión tipo 6, a desniveles mayores de 50m en las líneas de conducción de agua potable en localidades rurales, recomendándose su ubicación correcta a los 70 metros de desnivel.

- b) Ramos Leyva (2016) en su investigación sobre: **"OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE YAMOR DEL DISTRITO DE ANTONIO RAYMONDI, BOLOGNESI ÁNCASH"**, presentada a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Revela que en la actualidad los cálculos de la línea de conducción de los sistemas de agua potable se vienen realizando con deficiencia y en muchos casos afectan funcionamiento y empobrecen a los proyectos de agua potable. Este trabajo tuvo como objetivo el optimizar los cálculos de la línea de

conducción del sistema de abastecimiento por gravedad, con la finalidad de asegurar la realización de un diseño hidráulico pertinente y económicamente más viable. Estudio de tipo aplicativo por el fin que persigue y de nivel explicativo, de acuerdo al tiempo en que se capta recopila la información es retrospectivo y transversal, seleccionando como muestra la línea de conducción del sistema de agua potable perteneciente a la localidad de Yamor, los cálculos de la línea de conducción se efectuaron haciendo uso de las ecuaciones de Hazen & Williams, y de Darcy. Obtubíendose como resultado, para los dos métodos, seis (6) cámaras rompen presión a lo largo de la línea de conducción, mientras que dentro del proyecto original se pensaron en diez (10) cámaras rompe presión. Como resultante de esta combinación de tuberías para la fórmula de Hazen y Williams se obtuvo 1491.58 m de tubería de diámetro 1 1/2", 690.18 m. de tubería de diámetro 1 1/4", 2207.36 m. de tubería de diámetro 1" y 1210.88 m de tubería de diámetro 3/4"; aplicando la ecuación de Darcy se obtuvo 1540.14 m de tubería de diámetro 1 1/2", 733.39 m. de tubería de diámetro 1 2/4", 2845.55 m. de tubería de diámetro 1" y 1125.22 metros de tubería de diámetro 3/4". Se concluye que hidráulicamente económicamente la combinación de tuberías optimiza los cálculos de la línea de conducción del sistema de agua potable.

- c) (Soto Martínez, 2015) en su estudio sobre "**LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO**

NUEVO PERÚ, DISTRITO LA ENCAÑADA-CAJAMARCA, 2014".

Estudio elaborado para la Universidad Nacional de Cajamarca. Permitted a su autor determinar la Sostenibilidad de los Sistemas de Agua Potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, Distrito la Encañada– Cajamarca, 2014. Dentro de este se empleó la metodología del S.I.R.A.S. debido a que se ajustaba más al caso, ésta consiste en recoger a través de encuestas predefinidas los datos sobre cada una de las dimensiones como son el estado del sistema que no es otra cosa que el estado de la infraestructura sanitaria, la operación y mantenimiento, y la gestión administrativa. Toda la información recabada mediante las entrevistas, encuestas y observación de los sistemas de agua potable de la zona; facilito la labor al establecer la sostenibilidad del proyecto de investigación dando como resultado que los sistemas dentro del centro poblado Nuevo Perú se encuentran en mal estado. Específicamente, la capacidad que tiene el sistema de proveer agua a los pobladores y la condición que avala los objetivos e impactos positivos del proyecto para el tiempo de diseño que fue elaborado, no corresponde al nivel esperado de servicio con criterios de calidad y eficiencia; sobre la infraestructura sanitaria esta se encuentra en un estado regular o malo dependiendo el caso, respecto a la operación y mantenimiento, ésta revela un mal estado y sobre gestión administrativa se pudo apreciar que está en un estado regular y mal dependiendo el caso. En lo que respecta a los indicadores de cantidad, cobertura, continuidad y calidad; los resultados obtenidos fueron malos ya que no se posee el caudal requerido de agua para poder satisfacer las necesidades de

toda la población actual con los niveles adecuados de calidades para ser consumidos.

2.1.2. Antecedentes internacionales

- a) (JARABA LOZANO, MÉNDEZ NAVARRO, & SALAZAR CANTOR, 2009), con su tesis de título: **“GOLPE DE ARIETE, LÍNEA DE ENERGÍA Y COMPRESIBILIDAD DEL AIRE POR MEDIO DE ALMENARAS”**, para obtener el grado de ingeniero civil en la Universitaria minuto de Dios Facultad de Ingeniería Civil, exponen lo siguiente: este trabajo de grado, realiza el diseño y montaje de tres ensayos de hidráulica de tuberías los cuales son: Golpe de ariete, el cual es un fenómeno hidráulico que se presenta en las tuberías cuando se tiene un cierre brusco de válvulas, un paro de equipos de bombeo o cualquier cambio de velocidad en el flujo, Línea de energía, es la suma de las alturas geométricas es una línea ideal representativa del nivel de energía real, es decir, el plano de carga particular que existe en cada punto y Se obtiene restando del plano de carga inicial, el valor de las pérdidas de carga habidas por toda causa entre el origen y el punto considerado, compresibilidad por medio de almenaras en este se produce un cambio de presiones que presentan los fluidos al disminuir su volumen cuando se aumenta la presión ejercida sobre ellos. Al actuar como pozos piezométricos, donde se amortiguan las variaciones de presión donde su objetivo principal es de diseñar el montaje del laboratorio de hidráulica de tuberías, para el ensayo de golpe de ariete, línea de energía y compresibilidad del aire

por medio de almenaras, llegan a las conclusiones: (1) Se realizó la revisión bibliográfica acerca del Golpe de Ariete con almenaras, Línea de Energía y Compresibilidad del aire, donde se obtuvo la información necesaria para la fundamentación teórica del proyecto, (2) Se hicieron tres visitas de instituciones universitarias que cuentan con este tipo de ensayos de hidráulica de tuberías para establecer parámetros de diseño y montaje de la estructura. Estas enriquecieron la parte teórica porque se vieron diferentes tipos y montajes para la realización de los ensayos del mismo proyecto, (3) Se estableció el diseño teórico, que se plasmó de manera real en una estructura totalmente diferente a las estructuras observadas en las visitas de campo (4) Según la información suministrada por los ingenieros de estas instituciones se afianzó el conocimiento requerido para el planteamiento de este proyecto, como también para el mejoramiento funcional de las estructuras a los diseños ya existentes.

- b) (Ortiz Masek, 2006) con su tesis titulada: **“EL GOLPE DE ARIETE EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE”**, para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil donde manifiesta que lo relativo al fenómeno hidráulico del golpe de ariete en sistemas de abastecimiento de agua potable. En el primer capítulo se menciona de manera breve lo que es un sistema de abastecimiento de agua potable y sus componentes. Los demás capítulos se refieren al golpe de ariete, desde la definición del mismo, las causas que lo

originan, sus efectos y las maneras de evitar o reducir su impacto. Se incluye también el análisis hidráulico del fenómeno “para poder calcular su magnitud en las diferentes situaciones en que puede originarse”. Donde su objetivo general es: Dar a conocer y evaluar el fenómeno hidráulico conocido como golpe de ariete y llega a las siguientes conclusiones: (1) El golpe de ariete puede originarse de dos maneras, por interrupción rápida o gradual del flujo en una tubería, debido al arranque o paro de una bomba, o a la apertura o cierre momentáneo de una válvula, (2) Las variaciones de presión que genera un golpe de ariete puede dañar los elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable, afectando bombas, estropeando válvulas y otros accesorios y haciendo colapsar tuberías, (3) El golpe de ariete provocado por el arranque o paro de una bomba es el que genera variaciones de presión de mayor magnitud, es decir, “el uso de equipo de bombeo aumenta el riesgo de producir un golpe de ariete que pueda dañar algún elemento del sistema de abastecimiento, (4) Existen varias formas de proteger al sistema ante la manifestación del golpe de ariete, utilizando cámaras de aire, válvulas de alivio, chimeneas de equilibrio, e incluso controlando los cambios en el flujo (velocidades de interrupciones o inicios del flujos).

- c) (Rodríguez Alonzo, 2014) realizó una investigación acerca del **“MODELO HÍBRIDO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: APLICACIÓN A LA**

CIUDAD DE CELAYA, GUANAGUATO” (México). En este modelo se describe que el suministro a las poblaciones se efectúa teniendo una enorme y compleja infraestructura, la misma que se ha extendido y desarrollando en los últimos cien años, esta infraestructura, debido a estar expuesta a la inclemencia de los años se ha deteriorado y ahora tiene fallos frecuentes. En Ingeniería, el costo de reemplazar tuberías con roturas es elevado, además, no es económicamente viable reemplazarlas luego del primer fallo, por lo que habitualmente se reparan las tuberías, esto se realiza hasta que los costos de reparación sean mayores a los costos de reemplazo, o también, hasta que otros proyectos lo hagan económicamente rentable la sustitución. Existen diversos factores considerados en la toma de decisiones en un programa de renovación de tuberías. Por esta razón se deben de considerar, todos los aspectos relativos a los fallos de las tuberías. Luego a partir de los aspectos considerados se pueden evaluar datos y analizarlos, también es posible el empleo de otros métodos para ejecutar un programa de renovación de las tuberías, teniendo en cuenta la optimización en su uso, basados en datos estadísticos. El objetivo del trabajo fue el desarrollo de un modelo integral, que ayude en la programación óptima de la renovación de las tuberías en las empresas de agua, considerando los datos disponibles de una empresa de agua a otra, y el amplio rango en cuanto a la calidad y cantidad de los datos. Para lo cual se aborda la problemática en relación a tomar decisiones para la rehabilitación de tuberías a través de varios criterios, planteados en 03 vertientes, y que a su vez se

integran mediante una aplicación en un solo modelo integral. Dicho modelo se constituye en tres sub-modelos (vulnerabilidad, eficiencia e índice de evaluación de las condiciones físicas), siempre se tiene que tener en cuenta la disponibilidad de recursos financieros.

Para estructurar y conformar los sub modelos que forman parte del modelo integral, se recurre a la metodología usada en la determinación de prioridades de renovación de tuberías, se hace uso del sistema de apoyo llamado de las Sumas Ponderadas, detallando las matrices de ponderación de alternativas y valoración de resultados. Luego del empleo de la metodología mencionada, se realiza la aplicación del sistema de soporte a la decisión de las sumas ponderadas, para la determinación de prioridades de renovación en 08 grupos de tuberías de la red de Celaya, Guanajuato. Para lo cual es pertinente realizar la agrupación de puntuaciones parciales de cada tubería respecto a cada uno de los criterios considerados, obteniéndose como resultado la priorización del grupo de tuberías. Asimismo, se debe realizar el análisis de sensibilidad de los resultados, frente a posibles variaciones en la determinación de los valores en los pesos de los criterios.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Golpe de ariete:

El golpe de ariete es, junto a la cavitación, el principal causante de averías en tuberías e instalaciones hidráulicas, El golpe de ariete se origina cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el

extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad que puede superar la velocidad del sonido en el fluido. Esta sobrepresión tiene dos efectos primero comprime ligeramente el fluido, reduciendo su volumen y segundo dilata ligeramente la tubería.

Golpe de ariete que consiste en un sonido muy semejante al de un martillo que puede llegar a romper la conducción y generar averías en otros mecanismos. Con la finalidad de tomar medidas para evitar estos posibles problemas es que se requiere hacer el cálculo de la sobrepresión generada, cuyo procedimiento consiste en:

- **Cálculo de la celeridad:**

Obtener la celeridad de la onda de presiones, en primer lugar.

Esta velocidad de onda se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$a = \frac{9.900}{\sqrt{48.3 + Kc \frac{Di}{e}}} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

D.i.: el diámetro interior de la tubería en mm

E: el espesor de la tubería en mm

Kc: es un parámetro adimensional, que se calcula a través de la expresión siguiente:

$$Kc = \frac{10^{10}}{E} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del material de la tubería
en kg/m².

- **Tiempo crítico:**

Posteriormente, se halla el tiempo crítico (tc), que es el tiempo en segundos que demora la onda en recorrer un ciclo completamente (una ida y vuelta dentro de la tubería) dicho valor es independiente de la forma en que se produzca el cierre.

$$T_c = \frac{2L}{a} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

L: longitud de la conducción en metros, a la
celeridad en m/s.

- Seguidamente se hace la comparación del tiempo de maniobra (t.M.) conocido también como tiempo de cierre de la válvula de corte, con éste y el tiempo crítico se nos permite diferenciar un cierre lento y un cierre rápido. Dónde: t.M. ≥ t.c. será un cierre lento, mientras un t.M. < t.c. será un cierre rápido.
- En el caso de cierres rápidos se debe aplicar la ecuación de Allievi:

$$AH = \pm \frac{a * U}{g} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

U: es la velocidad de circulación del agua en metros/segunda.

a. Causas que originan el golpe de ariete

Como “se mencionó anteriormente, el golpe de ariete se origina por variaciones repentinas en el flujo dentro de una tubería, en sistemas de abastecimiento de agua potable las causas principales” que lo generan son las siguientes:

- Operación de bombas.
- Manipulación momentánea de válvulas.

En un sistema con conducción por gravedad el golpe de ariete es debido a abrir o cerrar una válvula (véase figura 1) y cuando la conducción es por bombeo se debe al arranque o parada de una bomba (véase figura que sigue).

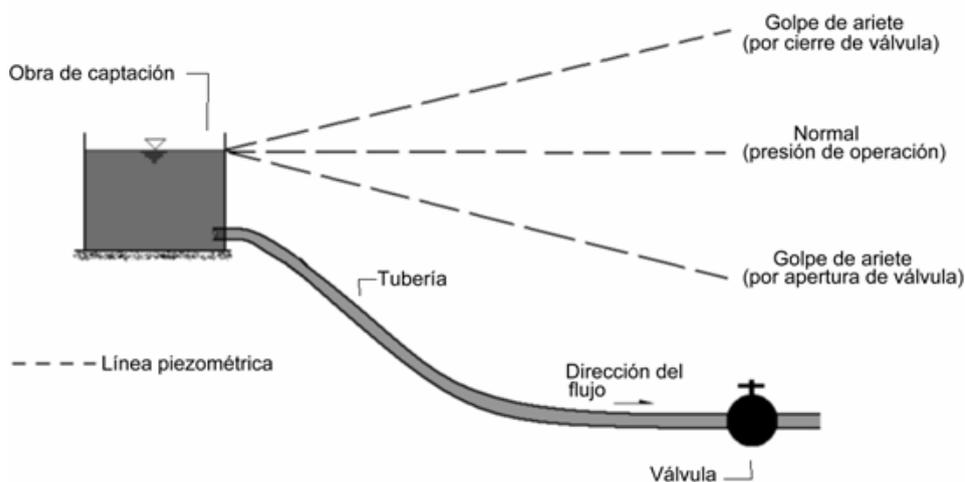


Figura 1. golpe de ariete en una conducción por gravedad

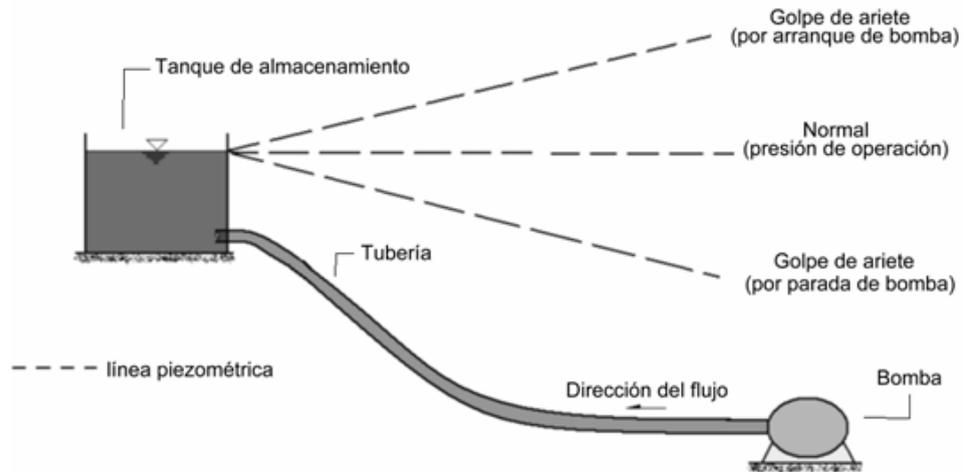


Figura 2. Golpe de ariete en una conducción por bombeo

b. Efectos que produce el golpe de ariete

Como consecuencia del aumento brusco y repentino de la presión dentro de un conducto ocasionada por el golpe de ariete, en un sistema de abastecimiento de agua potable pueden producirse los siguientes efectos:

- Ruido. Quizás sea el efecto menos nocivo (no afecta al sistema como tal), pero afecta a las poblaciones cercanas al lugar en donde se produce el golpe de ariete, interrumpiendo sus actividades y provocando alteraciones en su conducta lo cual puede generar estrés.
- Vibraciones. Las variaciones de presión al momento de ser absorbidas por el sistema generan vibraciones en las tuberías y en las estructuras cercanas al tramo afectado, ocasionando debilitamiento en su resistencia, agrietamiento (causa de fugas), también pueden aflojar el terreno causando inestabilidad y hundimientos en el suelo. Esta situación empeora el estado del sistema gradualmente cada vez que vuelve a ocurrir el fenómeno (los daños son progresivos).

- Falla en bombas, válvulas y otros accesorios. Cada uno de los componentes del sistema está diseñado para soportar un valor de presión determinado e incluso tienen un cierto margen de tolerancia, pero el aumento de presión que ocurre en un golpe de ariete puede sobrepasar ese límite y causar desperfectos en los artefactos, teniendo que realizar en esas circunstancias reparaciones o incluso el reemplazo de la pieza dañada.
- Ruptura de tuberías. El caso más indeseable que puede presentarse a causa del golpe de ariete es el colapso de algún tramo de tubería, esto requeriría atención inmediata ya que el suministro de agua quedaría interrumpido hasta el momento de corregir el problema suscitado.

2.2.2. Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de componentes construidos para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir agua apta para consumo humano a los usuarios a quienes está destinado y se compone por:

- a. Fuentes de abastecimientos
- b. Obras de captaciones
- c. Líneas de conducciones
- d. Tanques de distribuciones
- e. Distribuciones de las aguas
- f. Colectores de aguas residuales

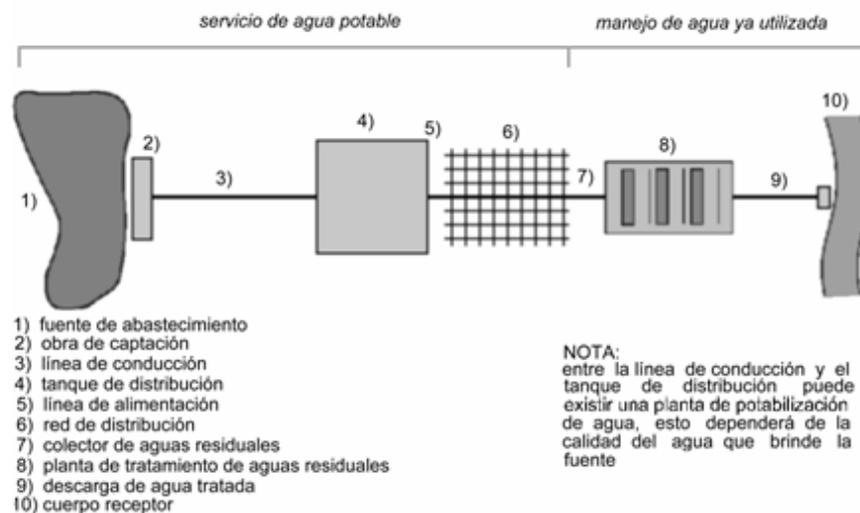


Figura 3. Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable

2.2.3. Componentes del sistema

a. Fuente de abastecimiento

Una fuente es el lugar del cual proviene el agua que deseamos llevar hacia alguna población determinada, en dicho lugar debe de observarse la calidad del agua y la cantidad disponible. Un sistema de abastecimiento de agua potable puede contar con una o más fuentes de abastecimiento, esto depende de la demanda de agua potable que se requiera. Existen dos tipos de fuentes de abastecimiento: superficiales (ríos, arroyos, lagos, lagunas y embalses o presas) y subterráneas (pozos y nacimientos).

b. Obras de captaciones

Una obra de captación es la estructura o grupo de estructuras que nos permiten tomar de manera eficiente el agua de la fuente elegida.

En dicha obra deben de considerarse ciertos aspectos, independientemente del tipo de fuente, con la finalidad de garantizar un correcto desempeño de la misma, son los siguientes:

- Evitar el acceso de agua, tierra, hojas, etc. en su superficie para prevenir la contaminación del agua captada de la fuente.
- Debe contar con ventilación y algún dispositivo de rebalse.
- El acceso a la obra debe estar restringido para garantizar la seguridad, estabilidad y funcionamiento de la misma.

c. Líneas de conducciones

La línea de conducción tiene la función de conducir o llevar el agua captada de la fuente hasta el lugar de su almacenamiento, tratamiento o distribución. La conducción puede realizarse de dos maneras, por gravedad o por bombeo, esto depende de las condiciones topográficas del terreno por donde pasará la línea. La conducción por gravedad puede realizarse a través de canales (abiertos o cerrados) o tuberías, dependiendo de la capacidad de la fuente para brindar el caudal requerido, de los recursos disponibles, de la mano de obra y otros factores más. La conducción por bombeo se utiliza cuando la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel inferior al del tanque de almacenamiento desde el cual el agua será distribuida a la población.

d. Tanque de distribución

El tanque de distribución o tanque de regularización es una estructura cuya función principal es el almacenamiento del agua a distribuir,

nivelar las variaciones de consumo y mantener presiones adecuadas de servicio. Es importante tomar en cuenta que el tanque debe estar a un nivel más elevado que la red de distribución, tal que permita llevar el agua a su destino por medio de gravedad, es decir, evitar el uso de equipo de bombeo para distribuir el agua. Dependiendo de su posición con respecto al suelo, los tanques de distribución pueden ser elevados, superficiales o enterrados (parcial o totalmente). De acuerdo con su material de fabricación, los tanques de distribución pueden ser de mampostería, metálicos, de concreto armado o plásticos.

e. Distribuciones del agua

La distribución comprende las obras necesarias para hacer llegar el agua almacenada hacia la población. Abarca dos partes: la línea de alimentación y la red de distribución. La línea de alimentación es la tubería instalada desde el tanque de distribución hasta la primera derivación de caudal. La red de distribución es el conjunto de tuberías instaladas subterráneamente desde las cuales se derivan las tomas domiciliarias que llevan el agua hacia cada uno de los usuarios del sistema.

f. Colector de aguas residuales

El colector de aguas residuales no forma parte del sistema de abastecimiento de agua potable directamente, pero es importante recolectar el agua ya utilizada (aguas servidas) hacia el lugar en donde será tratada para poder reutilizarla. Esta obra está formada por una red

de drenaje y una línea de conducción de aguas residuales hacia la planta de tratamiento.

2.2.4. Utilización de equipo de bombeo

a. Estación de bombeos

Cuando en un sistema de abastecimiento de agua potable la energía hidráulica que se dispone en un conducto a presión (tubería) no es suficiente para cumplir con los requerimientos del diseño, es decir, el agua no llega a su destino, se instalan estaciones de bombeo en las cuales se incrementa la energía existente mediante la aplicación de energía externa. Una estación de bombeo consta de una o varias bombas con sus correspondientes fuentes, tubería de succión y descarga, y de las instalaciones civiles y electromecánicas adecuadas para su operación.

b. Bombas

Una bomba es una máquina hidráulica que transfiere energía mecánica a un fluido, es decir, aumenta la carga disponible para lograr el desplazamiento del fluido en una tubería (véase figura 4). En sistemas de abastecimiento de agua potable, por lo general se emplean dos tipos de bombas: las centrífugas y las sumergibles.

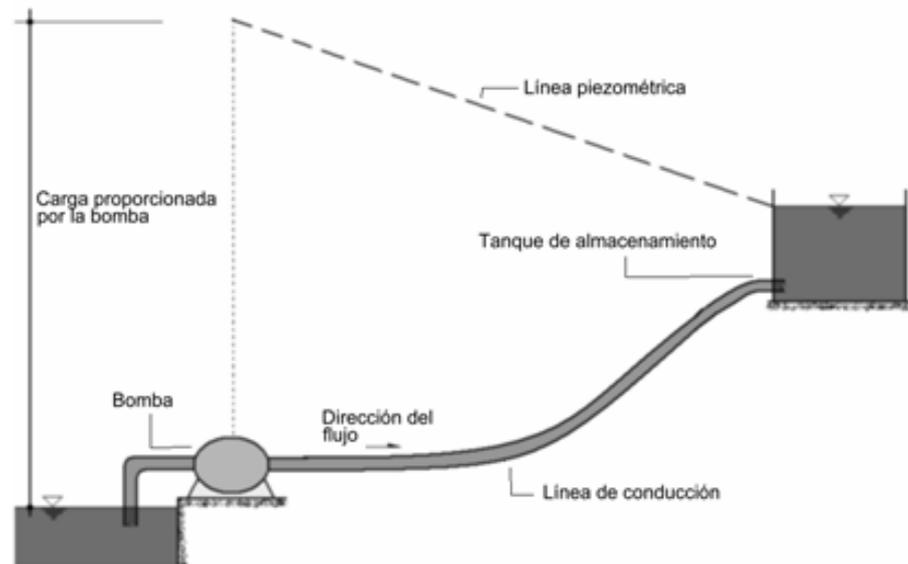


Figura 4. Esquema del funcionamiento de una bomba

c. Selección de equipo de bombeo

Usar equipos de bombeo para prestar el servicio de agua potable debe de evitarse según lo posible, ya que su operación y mantenimiento representan un costo considerable que encarece significativamente la prestación del servicio. Cuando es inevitable el uso de equipo de bombeo, deben tomarse en cuenta varios aspectos:

- Escoger una bomba con un rendimiento relativamente alto (eficiente). El procedimiento consiste en analizar la curva característica de la bomba* y observar cual se ajusta más a las necesidades del proyecto, la bomba más adecuada será aquella en la cual el punto de funcionamiento este cerca del punto de máximo rendimiento (PMR).

- La carga disponible que provea la bomba seleccionada deberá ser mayor a la requerida en el sistema.
- Se seleccionarán equipos de bombeo de gran potencia cuando los diámetros de la tubería a utilizar en el sistema sean pequeños y equipos de bombeo de menor potencia cuando los diámetros de tubería sean grandes.
- Debe de realizarse un estudio preliminar en el sitio del proyecto acerca de la disponibilidad de energía (electricidad, combustibles), para seleccionar una bomba que opere con la energía disponible en el lugar.

d. Válvulas

Las válvulas son accesorios de tuberías que se utilizan para controlar el caudal que fluye a través de una tubería. Existen diferentes tipos de válvulas, entre los cuales puede mencionarse:

- Válvulas de cheque. Permiten que el agua fluya en una sola dirección, se utilizan generalmente para impedir regreso de flujo.
- Válvulas de paso. Se utiliza para regular el flujo en ciertos puntos de control (en tramos muy largos, en cambios de dirección de la tubería, antes de elementos importantes, etc.).

- Válvulas de compuerta. Se utilizan en tramos de tubería con poca presión de flujo para cesar o permitir el paso del agua.
- Válvulas de globo. Sirven para graduar el flujo, pero son generalmente de uso doméstico (no soportan mucha presión).
- Válvulas de flotador. Se utilizan como dispositivos para evitar el rebalse de tanques y obras de captación, ya que constan de un flotador que abre o cierra la válvula de acuerdo al nivel del agua en el reservorio.
- Válvulas de aire. Estas válvulas se colocan en los puntos más altos de un tramo de tubería para permitir el escape del aire que se acumula en la línea, principalmente durante el llenado de la misma.
- Válvulas rompedoras de presión. Estas válvulas permiten reducir la presión estática en un tramo de tubería, para evitar el uso de tuberías de mayor resistencia para soportar la presión, reduciendo así el costo de la línea.
- Válvulas de limpieza. Estas se colocan en los puntos más bajos de un tramo de tubería para permitir el drenado de agua en esos puntos cuando sea necesario vaciar la línea.

- Válvulas de cierre. Se utilizan para interrumpir el flujo en una tubería.
- Válvulas de alivio. Este tipo de válvulas se utiliza para absorber cambios de presión en un tramo de tubería, protegiendo así a los elementos que estén en dicho tramo.

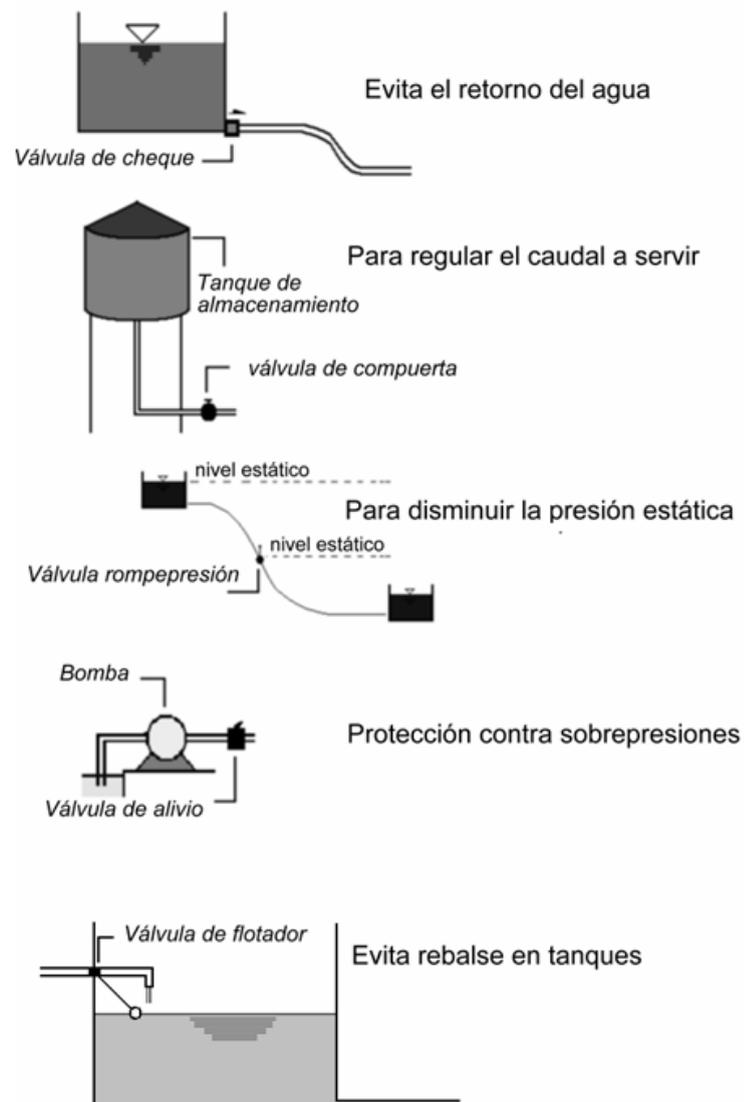


Figura 5. Puede apreciarse algunas aplicaciones de las válvulas antes mencionadas.

e. Válvulas en sistemas de abastecimiento de agua potable

En un sistema de abastecimiento de agua potable el uso de válvulas es necesario para cubrir varios aspectos:

- Regular el caudal transportado por el sistema.
- Evitar que el agua regrese al pasar ciertos tramos de tubería.
- Absorber cambios de presión.
- Zonificar la distribución del agua en una red.
- Proteger los componentes del sistema (captación, tanques, bombas, etc.).

2.3. Definición de términos

- **Agua potable:** “Sustancia líquida, inodora, insípida e incolora, sanitariamente segura y apta para su consumo”.
- **Bomba centrífuga:** “También llamadas de flujo radial, son bombas diseñadas para suministrar caudal mediante la propulsión del líquido al girar el impulsor de esta”.
- **Bomba sumergible:** “Tipo de bomba cuya succión se encuentra sumergida en el líquido que propulsará”.
- **Canal:** “Conducto en que circula un líquido con una superficie libre”.

- **Carga disponible:** También llamada presión o carga hidráulica, es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del centro de una tubería en un mismo punto de referencia.
- **Caudal:** Volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal al flujo.
- **Compresibilidad:** En fluidos es la capacidad de deformación ante cambios de presión (es un cambio de volumen debido a un cambio de presión).
- **Energía cinética:** Energía de movimiento (por velocidad).
- **Energía de presión:** Energía causada por cambios de presión.
- **Energía mecánica:** Energía producida por una máquina.
- **Fluido:** Cuerpo que cambia fácilmente su forma bajo la acción de fuerzas muy pequeñas. Son fluidos los líquidos y los gases.
- **Flujo:** Movimiento de un fluido.
- **Línea piezométrica:** Línea que describe la altura o carga resultante de sumar las alturas de presión, de movimiento y de posición geodésica.

- **Módulo de compresibilidad:** Relación de cambio relativo de densidad a cambio de presión.
- **Peso específico:** Peso por unidad de volumen.
- **Piezómetro:** Aparato indicador para medir presiones
- **Presión de servicio:** Valor de presión que soporta de manera adecuada una tubería.
- **Tubería:** Conducto de sección circular utilizado para transportar fluidos en su interior.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general:

Existe una relación significativa entre el golpe de ariete y la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica.

2.4.2. Hipótesis específicas:

- a) Existe una relación significativa entre presión normal y sobre presión a diferentes desniveles en la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica.

- b) Existe una relación significativa entre la relación existe entre la presión que producen las sobrepresiones y el golpe de ariete en las tuberías de la línea de conducción de agua potable en el distrito de Moya en la provincia de Huancavelica.

- c) Es factible ubicar cámaras rompe presión a desniveles mayores de 40 metros en la línea de conducción de agua potable del distrito la Moya provincia de Huancavelica.

2.5. Variables:

2.5.1. Definición conceptual de las variables:

a. Variable dependiente (Golpe de ariete)

puede definirse como el fenómeno hidráulico ocasionado por rápidas fluctuaciones en el flujo debido a la interrupción o inicio súbitos del flujo en una tubería, produciendo una variación de presión por encima o debajo de la presión de operación y cambios bruscos en la velocidad del flujo.

b. Variable independiente (Línea de conducción)

Conjunto integrado por tuberías y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde la captación hasta el reservorio, donde será distribuido en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión

2.5.2. Definición operacional de la variable:

Tabla 1
Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Dimensión	Indicador
Golpe de ariete:	Vf : Velocidad final del flujo	m/s
	V0 : Velocidad inicial del flujo	m/s
	γ : Peso específico del agua	N/m ³
	g : Aceleración debida a la gravedad	m/s ²
	Ev : Módulo de compresibilidad volumétrico del agua	N/m ²
Línea de conducción:	E : Módulo de elasticidad del material de la tubería	N/m ²
	<ul style="list-style-type: none"> Muestreo partiendo desde la captación con cota cero y la enumeración es creciente correlativa, comenzando de los 10 metros de desnivel sucesivamente cada 10m de desnivel hasta un máximo de 70m de desnivel (siete puntos de muestreo). 	Medición de las presiones a lo largo de la línea de conducción
	<ul style="list-style-type: none"> La ubicación de los puntos de muestreo se realiza con la ayuda de un plano topográfico y GPS. 	en una escala continua
	<ul style="list-style-type: none"> La excavación de zanja es de 5m. de longitud 2.5 debajo de los puntos de muestreo y 2.5m encima de los puntos de muestreo, iniciando del punto uno hasta el punto siete. 	
	<ul style="list-style-type: none"> La profundidad excavada tiene 0.60m de ancho por 0.80m de profundidad. 	
	<ul style="list-style-type: none"> Se utiliza un manómetro para determinar la sobre presión en las tuberías de la línea de conducción. 	
	<ul style="list-style-type: none"> Se realiza un By Pass en las CRP-6 para uniformizar la secuencia de las tuberías 	

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Un método de investigación consiste en distintos modelos de procedimientos que se pueden emplear a una determinada investigación, logrando atender sus necesidades de esta para entender su propia naturaleza de ella. Para nuestro caso utilizaremos el método cuantitativo que son un conjunto de estrategias de obtención y procesamiento de información que emplean magnitudes numéricas y técnicas formales y/o estadísticas para llevar a cabo su análisis, siempre enmarcados en una relación de causa y efecto.

3.2. Tipo de investigación

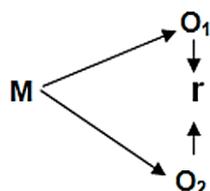
El tipo de investigación fue aplicada porque se utilizarán los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la humanidad y su entorno.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptiva correlacional, porque se evidenciará la relación que existirá entre las 2 variables y ver los efectos que producen una en relación a la otra.

3.4. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación fue el no experimental, porque no hubo alguna intervención de ninguna variable, y ver como se relaciona con la otra



Donde:

M = Muestra

O₁ = Observación de la V.1.

O₂ = Observación de la V.2.

r = Correlación entre dichas variables

La presente investigación se analizan relación entre grupos correspondiente a la variable dependiente e independiente.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para **Hernández Sampieri, (2014)**, “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). Para el estudio la población estará conformada por toda la línea de conducción de agua potable del distrito de Moya provincia de Huancavelica.

3.5.2. Muestra

La Muestra será no probabilística, el tipo de muestreo será por conveniencia, según **carrasco (2005, p. 243)** considera “el investigador

selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis". Para nuestra investigación la muestra estará determinada por 15 km de línea de conducción de agua potable del distrito de Moya provincia de Huancavelica.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se tuvo en cuenta el análisis documental, donde consideraremos las fuentes bibliográficas que vamos a requerir y que esto nos sirvió como marco teórico, el cual nos va permitir analizar la vulnerabilidad sísmica donde se tuvo en cuenta los siguientes tipos de documentos.

3.6.1. Documentales (mediante el análisis documental)

Según (Carrasco, 2006, p.89) señala las técnicas para la recolección de información son mediante el análisis documental, donde todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para un trabajo de investigación.

3.6.2. No documentales (Observación directa)

Según (Valderrama, 2007, p.68), cita teniendo en cuenta que la observación es una técnica de recopilación de datos semi-primaria, la observación permite el logro de la información en la circunstancia en la que ocurren los hechos y no cuando estos ya pasaron.

Se realizó una observación conductiva, en la cual las observaciones permitirán obtener los datos sobre las edificaciones con sus respectivas vulnerabilidades, seguidamente se hizo una observación no conductiva por lo que se usó fuentes bibliográficas (libros), normas, manuales, entre otros documentos que tuvo relación con mi investigación.

3.7. Técnicas e procesamiento y análisis de datos

En nuestra investigación se tuvo un análisis documental donde se consideran la fuente bibliográfica que se va a requerir como el marco teórico y donde se tuvo en cuenta los siguientes documentos:

3.7.1. Documentales (mediante el análisis documental)

Según (Carrasco, 2006, p.89) señala las técnicas para la recolección de información son mediante el análisis documental, donde todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para nuestro trabajo de investigación, se tomaron las mediciones de las sobrepresiones en las tuberías PVC SAP, que están instaladas a los largo de la línea de conducción.

Instrumentos:

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron:

- Cámaras fotográficas
- Filmadoras, grabadoras
- Cuadernos de campos

Donde se transcribió la lista de cotejo para lograr registrar una lista de cotejo; con la finalidad de registrar y clasificar las características y propiedades de la línea de conducción de agua potable.

3.7.2. No documentales (Observación directa)

Según (Valderrama, 2007, p.68), cita teniendo en cuenta que la observación es una técnica de recopilación de datos semi-primaria, la observación permite el logro de la información en la circunstancia en la que ocurren los hechos y no cuando estos ya pasaron. Para esta investigación se realizó una observación conductiva, en la cual las observaciones permitirán obtener los datos sobre los golpes de ariete en la línea de conducción y como estas impactan en la línea de conducción.

3.7.3. Procesamiento de la información:

Todos los datos obtenidos en el campo nos ayudarán a calcular los los golpes de ariete y como resultado tendremos las sobre presiones para cada tramo de la línea de conducción donde se evaluarán las presiones mínimas y velocidades de cada uno de los tramos, para esto se utilizará el software Microsoft Excel y para el dibujo utilizaremos el software AutoCAD

3.8. Técnicas y análisis de datos:

- a) Se identificó los puntos de muestreo partiendo de la captación con cota. marcando con esmalte y enumerándolas de forma creciente y

correlativa, iniciando como primer punto desde los 10 metros de desnivel, segundo punto a 20 metros de desnivel así sucesivamente cada 10 m de desnivel hasta un máximo de 70 metros de desnivel o cota topográfica, para la medición de las sobre presiones y presiones del agua, este proceso de ubicación de los puntos se realizó con la ayuda de su plano topográfico y un GPS.

- b)** Se realizó la excavación de zanjas en los puntos ubicados anteriormente de 5.00 metros de longitud (2.5m debajo del punto y 2.5m encima de los puntos de muestreo, para la fácil manipulación de la tubería y accesorios), 0.60 metros de ancho por 0.80 metros de profundidad (según la instalación anterior de las tuberías), iniciando desde los 10 metros de desnivel hasta la resistencia de la tubería según el fabricante, para clase diez, C-7.5 es de 100 metros columna de agua), simulando las especificaciones técnicas en excavación de zanjas en líneas de conducción de agua potable para zonas rurales.
- c)** Se instaló un manómetro y una válvula en la tubería P.V.C., C.-1.0. según diámetro encontrado en la línea de conducción, excavada a cada 10 metros de desnivel iniciando desde la captación con cota de 0.00 m; para medir la sobrepresión y presiones a lo largo de las tuberías instaladas, esta prueba se realiza respetando los protocolos de pruebas hidráulicas, tomando la información necesaria durante el desarrollo de la tesis.
- d)** Una vez ubicadas las cámaras rompe presión tipo 6 (C.R.P.-6) en la línea de conducción se efectuó el B.y. P.a.s.s. para uniformizar la

secuencia de las tuberías, utilizando el mismo tipo de material, con el mismo diámetro instalado.

- e) Quinto se evaluó la resistencia de las tuberías instaladas P.V.C., C.-.1.0. hasta un desnivel de 70 metros y como culminación se llegó a realizar toda la toma de datos y repetidas veces la toma de muestras, luego de cuatro meses se realizó el relleno y compactado final de las zanjas abiertas, siguiendo las especificaciones técnicas de esta partida, donde se aplicó los métodos estadísticos para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos frente a la resistencia de las tuberías y las presiones registradas, de acuerdo a los resultados durante la ejecución de la tesis.

3.9. **Análisis de datos:**

Las técnicas a emplearse serán la aplicación de instrumentos como encuestas, cuestionarios y análisis de campo que nos permitirán obtener datos de la unidad de análisis. Asimismo, se utilizará la estadística inferencial.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Aspectos generales:

4.1.1. Ubicación del proyecto:

La ubicación del proyecto corresponde a:

- Región : Huancavelica
- Provincia : Huancavelica
- Distrito : Moya
- Localidad : Moya
- Región natural : Sierra
- Altitud : 3,950 m.s.n.m.



Figura 6. mapa político del Perú y del departamento de Huancavelica
Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. mapa político de la provincia de Huancavelica y de la zon del proyecto
Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Localidad La Moya
Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Ubicación Política y Geográfica:

El Distrito de Moya, situada al noreste de la ciudad de Huancavelica, se ubica dentro de la Provincia de Huancavelica, Región de Huancavelica,

comprendida entre las coordenadas 12° 25' 12" latitud sur y 75° 09' 06" longitud oeste.

4.1.3. **Extensión y Altitud:**

La extensión superficial total del Distrito es de 94.08 km² el mismo que representa el 12.69% de la superficie distrital y el 2.43% de la superficie departamental. Su altitud oscila entre los 3,520 m.s.n.m. y 4250 m.s.n.m., la capital del Distrito se encuentra a 3,162 m.s.n.m.

4.1.4. **Límites y Acceso:**

El Distrito de Moya limita de la siguiente manera:

- Por el Norte: con los Distritos de Huayllahuara y Pilchaca (Provincia de Huancavelica).
- Por el Sur: con los Distritos de Vilca e Izcuchaca (Provincia de Huancavelica).
- Por el Este: con los Distritos Cuenca, Pilchaca e Izcuchaca (Provincia de Huancavelica).
- Por el Oeste: con los Distritos de Huayllahuara y Vilca (Provincia de Huancavelica).

4.1.5. **Área:**

El área total del terreno de la habilitación en estudio es de 3012090.7 m² (301.2Ha) donde se han distribuido 53 lotes para fines de vivienda.

4.1.6. **Clima:**

El clima en el Distrito se caracteriza por la alternancia estacional, y que están controlados por la topografía y la altitud, con dos periodos bien marcados: Periodo de intenso frío (junio –agosto).

Periodo de precipitaciones cotidianas (noviembre –marzo). En general el clima varía entre seco semi frío en las zonas de 3,000 m.s.n.m. hasta seco frígido con caída de heladas en los pisos alto andinos de más de 3,600 m.s.n.m.

4.1.7. **Temperatura:**

En épocas de invierno la temperatura varía entre los 12 centígrados y 9 centígrados, por lo menos durante cuatro meses, dependiendo exclusivamente de la altura, que por cada 100 metros de altitud la temperatura disminuye en 0.48 centígrados. La biotemperatura media anual del Distrito oscila desde 10 centígrados y 6 centígrados previéndose la ocurrencia de temperaturas críticas de congelamiento en las partes altas a más de 3,600 m.s.n.m.

4.1.8. **Característica del Terreno:**

La superficie del Distrito de Moya, se halla dentro de lo que se considera como Sierra, con una Topografía accidentada, con flancos de pendiente pronunciado, laderas, quebradas, abras y pequeñas pampas.

4.2. Trabajo de campo:

La finalidad del trabajo de campo fue la obtención de datos como el desnivel al cual están ubicados las cámaras rompe presión, las presiones y sobre presiones que vienen soportando actualmente las tuberías de la línea de conducción, de igual manera identificar el tipo y marca de tubería con la que fue ejecutada.

4.2.1. Desnivel de las cámaras rompe presión:

Para obtener el desnivel de las cámaras rompe presión, primero debemos determinar su ubicación, para esto se realizó un reconocimiento de campo haciendo uso de un GPS y su plano topográfico. Los datos obtenidos fueron comparados con los planos del proyecto.

En total se determinó que existen cuatro cámaras rompe presión del Tipo 6 a lo largo de la línea de conducción, los datos se muestran a continuación:

Tabla 2
Ubicación de las cámaras rompe presión

N° DE CÁMARA	KILOMETRAJE (m)	COTA (m.s.n.m)
CRP – 01	0+121.00	4010.00
CRP – 02	0+178.99	3970.00
CRP – 03	0+208.00	3942.00
CRP - 04	0+318.00	3903.40

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos del cuadro anterior, se procedió a determinar los desniveles de las cámaras rompe presión tomando como referencia la captación y el reservorio, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3
Desniveles de las cámaras rompe presión

TRAMO	LONGITUD (m)	COTA DE TERRENO		DESNIVEL DE TERRENO (m)
		INICIAL (m.s.n.m)	FINAL (m.s.n.m)	
CAP-CRP1	121.00	4050	4010	40.00
CRP1-CRP2	57.99	4010	3970	40.00
CRP2-CRP3	29.01	3970	3942	28.00
CRP3-CRP4	110.00	3942	3903	39.00
CRP4-RESER	129.97	3903	3860	43.00

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en el cuadro anterior, los desniveles de las cámaras rompen presión están alrededor de 40m.

4.2.2. Presiones y sobre presiones:

Las presiones y sobre presiones fueron tomadas en cuatro días diferentes con la finalidad de obtener resultados más precisos, para esto se realizó los siguientes pasos:

- Como primer paso se procedió a ubicar los puntos de que nos servirán de muestra partiendo desde la captación al cual le correspondió una cota de 0.00 m.s.n.m., hacia cada 10m de desnivel, llegando a un total de 70 metros, donde estos procesos de ubicación de los puntos se realizó con la ayuda de su plano topográfico y un G.P.S.



Figura 9. Ubicación del punto 6 a 60m de desnivel
Fuente: Elaboración propia.

- Segundo se realizó la excavación de zanjas en los puntos ubicados anteriormente de 5.00 metros de longitud (2.5m debajo del punto y 2.5m encima de los puntos de muestreo, para la fácil manipulación de la tubería y accesorios), 0.60 metros de ancho por 0.80 metros de profundidad (según la instalación anterior de las tuberías), simulando las especificaciones técnicas en excavación de zanjas en líneas de conducción de agua potable para zonas rurales.



Figura 10. Excavación de zanjas
Fuente: Elaboración propia.

- Tercero se instaló un manómetro y una válvula en la tubería según diámetro encontrado en la línea de conducción que corresponde a 1 ½", excavada a cada 10 m de desnivel iniciando desde la captación con cota de 0.00 m. La sobre presión ejercida por el golpe de ariete fue medido cerrando la válvula y abriéndola repetidas veces hasta obtener una lectura precisa.



Figura 11. Instalación de manómetro
Fuente: Elaboración propia.

- Cuarto, cuando se encontró cámaras rompe presión tipo 6 en la línea de conducción se efectuó el By Pass para uniformizar la secuencia de las tuberías, utilizando el mismo tipo de material, con el mismo diámetro instalado.

Las presiones normales y sobre presiones fueron obtenidas en unidades (psi) posteriormente fueron transformadas a unidades (m.c.a), los resultados se muestran a continuación:

Tabla 4
Datos tomados el 29 de julio de 2020

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	13.50	9.49	4.50	3.16
20	51.50	26.15	18.39	9.40	6.61
30	74.80	38.95	27.39	14.10	9.92
40	101.20	52.75	37.10	17.15	12.06
50	128.30	63.55	44.69	22.90	16.10
60	141.80	76.20	53.59	26.65	18.74
70	157.10	88.00	61.88	31.00	21.80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5
Datos tomados el 05 de agosto de 2020

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	12.35	8.68	5.20	3.66
20	51.50	25.45	17.90	9.65	6.79
30	74.80	37.80	26.58	14.95	10.51
40	101.20	51.75	36.39	17.65	12.41
50	128.30	62.55	43.99	23.55	16.56
60	141.80	75.80	53.31	26.85	18.88
70	157.10	87.45	61.50	31.30	22.01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6
Datos tomados el 12 de agosto de 2020

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	12.40	8.72	5.25	3.69
20	51.50	25.30	17.79	9.85	6.93
30	74.80	37.95	26.69	14.75	10.37
40	101.20	51.60	36.29	17.65	12.41

50	128.30	62.45	43.92	23.30	16.39
60	141.80	75.70	53.23	26.85	18.88
70	157.10	87.55	61.57	31.25	21.98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7
Datos tomados el 19 de agosto de 2020

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	13.10	9.21	4.40	3.09
20	51.50	26.10	18.35	9.20	6.47
30	74.80	38.80	27.29	14.10	9.92
40	101.20	52.70	37.06	17.10	12.03
50	128.30	63.45	44.62	22.95	16.14
60	141.80	76.15	53.55	26.60	18.71
70	157.10	88.10	61.95	30.95	21.77

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Evaluación de las tuberías:

Según información verbal de los habitantes de la zona y la información obtenida de los planos de la obra, las tuberías corresponden a la clase de 7.5 y tienen un diámetro de 1 ½" en la marca NICOLL.

La empresa NICOLL PERÚ ofrece sus productos a través de catálogos en donde nos brindan las características y propiedad de sus productos, los cuales se muestra a continuación:

CARACTERÍSTICAS	
Categoría	Tubo
Material	PVC-U
Tipo	Agua a Presión
Segmento	Predial
Diámetro Nominal(Pulg)	1 1/2"
Clase	7.5
Espesor (mm)	3.7
Longitud Total (m)	5
Peso(Kg)	4.188
Presión Nominal(bar)	7.5
Rigidez Nominal	No Aplica
Sistema de Empalme	Unión Roscada
Color	Gris Unicó
Norma técnica del producto	NTP 399.166
Proceso de Fabricación	Extrusión
Unidad de Despacho	Unidad
Garantía de Fabrica(Meses)	600
Codigo Unico de Identificación	2017714
Marca	Nicoll

Figura 12. Características de la tubería clase 7.5 de 1 ½
Fuente: Nicoll Perú.

PROPIEDADES FÍSICAS	
Peso específico	1,44g/cm ³ a 25°C
Absorción de agua	<40g/m ²
Estabilidad dimensional	150°C:<5%
Coefficiente de dilatación térmica	0.06 - 0.08 mm/m/°C
Inflamabilidad	autoextinguible
Coefficiente de fricción	n=0,009 Manning
Punto Vicat	>79°C
Resistencia a ácidos	Excelente
Resistencia a álcalis	Excelente
Resistencia a H ₂ SO ₄	Excelente

Figura 13. Propiedades de la tubería clase 7.5 de 1 ½
Fuente: Nicoll Perú.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS		
Tensión de diseño	Resistencia a compresión	Módulo de elasticidad
100 kgf/cm²	610-650 kgf/cm²	30,000 kg/cm²

Figura 14. Propiedades de la tubería clase 7.5 de 1 ½
Fuente: Nicoll Perú.

Diámetro Nominal Dn (pulg)	Diámetro Externo De (mm)	Diámetro Interno Di (mm)	Espesor Mínimo e (mm)	Longitud Total Lt (m)	Longitud Util Lu (m)
PN 7,5 bar (Clase 7,5)					
1 1/4	42,0	38,4	1,8	5	4,95
1 1/2	48,0	44,4	1,8	5	4,95
2	60,0	55,4	2,2	5	4,94
2 1/2	73,0	67,8	2,6	5	4,93
3	88,5	82,1	3,2	5	4,92
4	114,0	105,8	4,1	5	4,90
6	168,0	155,8	6,1	5	4,85
8	219,0	203,2	7,9	5	4,83
10	273,0	253,2	9,9	5	4,79
12	323,0	299,6	11,7	5	4,75

Figura 15. Diámetros comerciales de la tubería clase 7.5
Fuente: Nicoll Perú.

Como se puede observar en las figuras anteriores, la tubería de clase 7.5 puede soportar 7.5bar de presión según las características que nos brinda el proveedor, esto equivale a 75 m.c.a y como determinamos anteriormente las cámaras rompe presión en la línea de conducción del distrito La Moya fueron ubicadas a un desnivel de 40 m.c.a., teniendo como diferencia 35 m.c.a.

4.4. TRABAJO DE GABINETE:

Como se mencionó anteriormente, el golpe de ariete genera una sobre presión en las tuberías, por tal motivo es muy importante su cálculo en los diseños de abastecimiento de agua potable en zonas rurales; pero en la realidad los proyectistas no toman en cuenta un cálculo exacto del golpe de ariete, tan solo consideran un aproximado al tanteo. Esto ocasiona una

inadecuada ubicación de las cámaras rompe presión aumentando el presupuesto y tiempo de ejecución de las obras.

En nuestro caso vamos a calcular la presión total que será igual a la presión normal más la sobre presión ejercida por el golpe de ariete en la práctica utilizando los datos obtenidos por los manómetros y la presión total teórica que será igual a la presión normal más la sobre presión ejercida por el golpe de ariete utilizando fórmulas matemáticas.

4.4.1. Cálculo de la presión total en la práctica:

Para calcular la presión total que actualmente están soportando las tuberías de la línea de conducción del distrito la Moya, vamos utilizar los datos de presiones y sobre presiones obtenidos en el campo.

Después de tomar las presiones normales y las sobre presiones en los cuatro días diferentes, se tomó la decisión de promediarlos con la finalidad de obtener datos más exactos, los resultados son los siguientes:

Tabla 8
Promedio de presiones y sobre presiones

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	12.84	9.03	4.84	3.40
20	51.50	25.75	18.11	9.53	6.70
30	74.80	38.38	26.99	14.48	10.18
40	101.20	52.20	36.71	17.39	12.23
50	128.30	63.00	44.30	23.18	16.30
60	141.80	75.96	53.42	26.74	18.80
70	157.10	87.78	61.73	31.13	21.89

Fuente: Elaboración propia.

La presión total es igual a la suma de la presión normal y la sobre presión ejercida por el golpe de ariete, los resultados se observan en el siguiente cuadro:

Tabla 9
Presión total en la práctica

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (m.c.a)	PRESION TOTAL (m.c.a)
10	24.80	9.03	3.40	12.43
20	51.50	18.11	6.70	24.81
30	74.80	26.99	10.18	37.17
40	101.20	36.71	12.23	48.94
50	128.30	44.30	16.30	60.60
60	141.80	53.42	18.80	72.22
70	157.10	61.73	21.89	83.61

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en el cuadro anterior, la presión total a un desnivel de 60m es de 72.22m.c.a., la cual es menor a la presión admisible de una tubería de clase 7.5, por lo tanto, se deduce que las CRP pudieron ser planteadas hasta 60m de desnivel.

4.4.2. Cálculo de la presión total teórica:

Para calcular el calcular la presión total teórica se tiene que seguir los siguientes pasos:

A. Aforamiento de la línea de conducción:

Para determinar el caudal de la línea de conducción se aplicó el método volumétrico para lo cual utilizamos un balde con un

volumen de 4Lt y un cronometro. La repetición se realizó por cinco veces llegando a obtener los siguientes datos:

Tabla 10
Presión total en la práctica

N° DE PRUEBA	VOLUMEN (Lt)	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (L/s)
1	4.00	4.23	0.95
2	4.00	4.22	0.95
3	4.00	4.20	0.95
4	4.00	4.20	0.95
5	4.00	4.15	0.96
CAUDAL PROMEDIO (L/s)			0.95

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el caudal de la línea de conducción es igual a 0.55Lt/s.

B. Parámetros de diseño:

Para podemos calcular la sobre presión ejercida por el golpe de ariete teórico debe contar con los siguientes datos:

- Módulo de elasticidad: 3000 Kg/cm²
- Espesor de tubería: 1.8mm
- Diámetro interior: 44.40mm

Estos datos fueron obtenidos de los catálogos brindados por la empresa NICOLL PERU, corresponden a tubería de clase 7.5 con un diámetro de 1 ½".

C. Cálculo de la sobre presión ejercida por el golpe de ariete:

Para calcular la sobre presión ejercida por el golpe de ariete debe seguir los siguientes pasos:

a. Parámetro K_c :

Para calcular este parámetro adimensional debemos aplicar la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{10^{10}}{E} \dots\dots (1)$$

Donde:

E: Modulo de elasticidad (Kg/m²).

b. Celeridad de la onda de presión:

Esta velocidad de onda se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{(48.3 + K_c \frac{D_i}{e})}} \dots\dots (2)$$

Donde:

D_i : Diámetro interior de la tubería (milímetros).

e: Espesor de la tubería (milímetros).

c. Tiempo crítico:

Es el tiempo en segundos que demora la onda en recorrer un ciclo completamente (una ida y vuelta dentro de la tubería) dicho valor es independiente de las formas en que se

produzca el cierre. La podemos calcular con la siguiente expresion:

$$T_c = \frac{2*L}{a} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Tc: Tiempos critico (s).

L: Longitudes de conducción (m)

d. Comparación entre Tm y Tc:

Seguidamente se hace las comparaciones del tiempo de maniobra (toneladas metros) conocido también como tiempo de cierre de las válvulas de corte y el tiempo crítico se nos permite diferenciar un cierre lento y un cierre rápido.

Donde:

T.m. \geq T.c. será un cierre lento.

T.m. $<$ T.c. será un cierre rápido.

e. Velocidad de flujo:

La velocidad de flujo la podemos calcular con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1.9735*Q}{Di^2} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

V: Velocidad de flujo (m/s).

Q: Caudal (Lt/s).

Di: Diámetro de la tubería (Pulg).

f. Sobre presión en cierre rápido:

En los casos de cierres rápidos se debe aplicamos la ecuación de Allievi:

$$Ah = \frac{a*V}{g} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

Ah: Golpe de ariete o sobre presión (m.c.a).

a: Celeridad de la onda de presión.

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

Reemplazando datos en las ecuaciones mencionadas determinamos la sobre presión ejercida por el golpe de ariete, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 11
Cálculo de la sobre presión teórica

N° DE PUNTO	PARAMETRO (Kc)	CELERIDAD (m/s)	TIEMPO CRITICO	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	SOBRE PRESION (m.c.a)
1	33.33	335.54	0.15	0.95	0.62	21.04
2	33.33	335.54	0.31	0.95	0.62	21.04
3	33.33	335.54	0.45	0.95	0.62	21.04
4	33.33	335.54	0.60	0.95	0.62	21.04
5	33.33	335.54	0.76	0.95	0.62	21.04
6	33.33	335.54	0.85	0.95	0.62	21.04
7	33.33	335.54	0.94	0.95	0.62	21.04

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior la sobre presión ejercida por el golpe de ariete es de 21.04 m.c.a.

La presión total teórica es igual a la presión normal más la sobre presión teórica ejercida por el golpe de ariete, los resultados se observan en la siguiente tabla:

Tabla 12
Cálculo de la presión total teórica

N° DE PUNTO	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (m.c.a)	PRESION TOTAL (m.c.a)
1	24.80	9.03	21.04	30.07
2	51.50	18.11	21.04	39.15
3	74.80	26.99	21.04	48.03
4	101.20	36.71	21.04	57.75
5	128.30	44.30	21.04	65.34
6	141.80	53.42	21.04	74.46
7	157.10	61.73	21.04	82.77

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos, la presión total a un desnivel de 60m es de 74.66m.c.a., la cual es menor a la presión admisible de una tubería de clase 7.5, por lo tanto, CRP pudieron ser planteadas hasta 60m de desnivel.

D. Comparación de presiones:

Por último, vamos a comparar la presión total practica y la presión total teórica para poder determinar el desnivel máximo a la cual se puede ubicar las cámaras rompe presión para una tubería de

clase 7.5 con una resistencia a la presión de 75 m.c.a., la tabla de comparación la observamos a continuación:

Tabla 13
Comparación de presiones

DESNIVEL (m)	PRESION TOTAL PRACTICA	PRESION TOTAL TEORICA
10	12.43	30.07
20	24.81	39.15
30	37.17	48.03
40	48.94	57.75
50	60.60	65.34
60	72.22	74.46
70	83.61	82.77

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, a un desnivel de 60m la presión total practica y la presión total teórica es de 72.22 m.c.a y 74.46 m.c.a respectivamente, los cuales son menores a la resistencia admisible que nos ofrece una tubería de clase 7.5 por lo tanto queda demostrado que las cámaras rompe presión pueden ubicarse a un desnivel de 60m sin sufrir ningún tipo de rotura o falla en las sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Descripción de los resultados

La clase de tubería que se utilizó en el proyecto corresponde a 7.5 el cual puede soportar una presión de 75m.c. a según la recomendación del proveedor (NICOLL PERÚ); pero la ubicación de las cámaras rompe presión se realizó a un desnivel de 40m desperdiciando 35m de presión. Esto ocasiona que en el proyecto se tenga que utilizar un número mayor de cámaras rompe presión del que realmente debería utilizarse generando mayor costo en la obra y ampliando el tiempo de ejecución.

Para comprobar que en realidad las cámaras rompen presión podían ubicarse a un desnivel mayor a 40m, vamos a determinar las presiones totales que se producen en las tuberías en la práctica, para esto realizaremos un experimento para medir la presión normal y el golpe de ariete (sobre presión) partiendo de un desnivel de 10m hasta 70m utilizando manómetros y en la teoría que será igual a la presión normal más la sobre presión ejercida por el golpe de ariete utilizando fórmulas matemáticas.

Realizando los cálculos respectivos tanto en la práctica como en la teoría se llegó a la siguiente tabla de resumen:

Tabla 14
comparación de la presión practica y teórica

DESNIVEL (m)	PRESION TOTAL PRACTICA	PRESION TOTAL TEORICA
-----------------	------------------------------	-----------------------------

10	12.43	30.07
20	24.81	39.15
30	37.17	48.03
40	48.94	57.75
50	60.60	65.34
60	72.22	74.46
70	83.61	82.77

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, a un desnivel de 60m la presión total practica y la presión total teórica es de 72.22 m.c.a y 74.46 m.c.a respectivamente, los cuales son menores a la resistencia admisible que nos ofrece una tubería de clase 7.5 por lo tanto queda demostrado que las cámaras rompe presión pueden ubicarse a un desnivel de 60m sin sufrir ningún tipo de rotura o falla en las sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

CONCLUSIONES

1. Se determinó la relación del golpe de ariete en la línea de conducción de agua potable del distrito de La Moya provincia de Huancavelica. La cual genera un aumento de presión tanto en lo práctico como en lo teórico; pero la presión total a un desnivel de 60m no supera el máximo admisible de 75 m.c.a., para una tubería de clase 7.5 por lo tanto se puede instalar cámaras rompe presión a desniveles mayores de 40m, de esta manera evitamos el aumento de presupuesto en la construcción, reducimos el número de cámaras rompe presión, reducimos el tiempo de ejecución, operación y mantenimiento.
2. Se determinó la presión normal y sobre presión hasta un desnivel de 70m en la línea de conducción de agua potable del distrito de La Moya provincia de Huancavelica en cuatro días diferentes con la finalidad de observar la variación que se genera según el aumento o disminución de caudal.
3. Se determinó la presión total práctico y teórico hasta un desnivel de 70m en la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica, los cuales establecen que a un desnivel de 70m superan la presión máxima admisible de 75 m.c.a para tuberías de clase 7.5; pero a un desnivel de 60m la presión total práctico y teórico son menores a la presión máxima admisible.
4. Se demostró que es posible ubicar cámaras rompe presión a desniveles mayores de 40m en la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica, debido a que la presión total práctico y teórico a un desnivel de 60m no superan la presión máxima admisible de 75 m.c.a., para tuberías de clase 7.5.

RECOMENDACIONES

1. Proponer a los proyectistas y residentes en obras de abastecimiento de agua potable en zonas rurales aplicar el aumento de presión que genera el golpe de ariete en la línea de conducción con la finalidad de obtener una presión total y ubicar las cámaras rompe presión de una forma precisa.
2. Instalar cámaras rompe presión del tipo 6 en las líneas de conducción de obras de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales a un desnivel de 60m cuando se proyecta el uso de tuberías de clase 7.5 ya que se demostró que no fallan a tal desnivel.
3. Realizar una investigación similar para tuberías de clase 5, 10 y 15, las cuales tienen una resistencia máxima admisibles de 50, 100 y 150 m.c.a., respectivamente.
4. Realizar adecuadamente los empalmes entre tuberías, accesorios, cámaras rompe presión y válvulas por personal capacitado.

BILIOGRAFIA

A. Bibliografía:

- **Agüero, P (1997)**, Agua potable para poblaciones rurales, Lima.
- **Vierendel (2009)**, Abastecimiento de agua y alcantarillado, Lima.
- **Rodríguez, R. (2001)**, Abastecimiento de agua, México.
- **Nogales, S. y Quispe, A. (2009)**, Diseño y métodos constructivos de sistemas de alcantarillado y evaluación de aguas residuales, Bolivia.
- Norma Técnica de Edificación OS.070, Redes de Agua Residuales – NORMA VIGENTE.
- Norma Técnica de Edificación OS.010, Captación y conducción de agua para el consumo humano – NORMA VIGENTE.
- Norma Boliviana 688, Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial – NORMA VIGENTE.
- Organización Panamericana de la Salud (2005), Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.
- **Carrasco (2005)**, metodología de la investigación, lima, editorial San Marcos.
- **Sampieri H., Fernández C. y Baptista L, (2010)**, Metodología de la Investigación, Editorial McGRAW-HILL/Interamericana Editores S.A. de C.V., México D.F.

B. Páginas web:

- https://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_residuales
- <http://www.cyclucid.com/tecnologias-aguas-residuales/tipologias/>
- <https://es.slideshare.net/luisgustavore/libro-de-ingeniera-sanitaria-ii>
- http://docentes.uto.edu.bo/ailayaa/wpcontent/uploads/NB688_AlcSann.pdf
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Alcantarillado>
- <http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/guia-diseno-alcantarillado-por-vacioMVCS-17072013.pdf>
- https://www.academia.edu/8592898/BUZONES_DE_ALCANTARILLADO
- https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/Guia_DisenohidraulicoRedesAlcantarillado.pdf
- <https://es.slideshare.net/PEDROSALCUEVAQUISPE/memoria-de-calculo-hidraulico-1>
- http://www.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/LP-502015SEDAPAL/ET_NICOLAS_ELC/1.%20EXP_TECELC_01/3.%20TOMO%20AII%20Obras%20Generales%20-%20Alcantarillado.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA
Título: RELACION DEL GOLPE DE ARIETE EN LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE MOYA PROVINCIA DE HUANCATELICA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Qué relación existe entre el golpe de ariete y la línea de conducción del agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Qué relación existe entre la presión normal y la sobre presión a diferentes desniveles en la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la relación del golpe de ariete y la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar la relación presión normal y sobre presión a diferentes desniveles en la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Existe una relación significativa entre el golpe de ariete y la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>a) Existe una relación significativa entre presión normal y sobre presión a diferentes desniveles en la línea de conducción de agua potable del distrito de moya provincia de Huancavelica.</p>	<p>VARIABLES</p> <p>-----</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>(Golpe de ariete)</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>Vf: Velocidad final del flujo m/s</p> <p>V0: Velocidad inicial del flujo m/s</p> <p>γ: Peso específico del agua N/m³</p> <p>g: Aceleración debida a la gravedad m/s²</p> <p>Ev: Módulo de compresibilidad</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Cuantitativo</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptiva correlacional</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>No experimental de corte transversal</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>línea de conducción de agua potable del distrito de Moya</p>

<p>b) ¿Qué relación existe entre la presión que producen las sobrepresiones y el golpe de ariete en las tuberías de la línea de conducción de agua potable en el distrito de Moya en la provincia de Huancavelica?</p> <p>c) ¿Cómo determinar el desnivel adecuado donde se pueden ubicar las cámaras rompe presión en la línea de conducción de agua potable del distrito la Moya provincia de Huancavelica?</p>	<p>b) Determinar la relación existe entre la presión que producen las sobrepresiones y el golpe de ariete en las tuberías de la línea de conducción de agua potable en el distrito de Moya en la provincia de Huancavelica.</p> <p>c) Identificar el desnivel adecuado donde se pueden ubicar las cámaras rompe presión en la línea de conducción de agua potable del distrito la Moya provincia de Huancavelica.</p>	<p>b) Existe una relación significativa entre la relación existe entre la presión que producen las sobrepresiones y el golpe de ariete en las tuberías de la línea de conducción de agua potable en el distrito de Moya en la provincia de Huancavelica.</p> <p>c) Es factible ubicar cámaras rompe presión a desniveles mayores de 40 metros en la línea de conducción de agua potable del distrito la Moya provincia de Huancavelica.</p>	<p>volumétrico del agua N/m²</p> <p>E: Módulo de elasticidad del material de la tubería N/m²</p> <p>-----</p> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE: (Línea de conducción)</p> <p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestreo partiendo desde la captación con cota cero y la enumeración es creciente correlativa, comenzando de los 10 metros de desnivel sucesivamente cada 10m de desnivel hasta un máximo de 70m de 	<p>provincia de Huancavelica.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>por el tramo de 15 km de línea de conducción de agua potable del distrito de Moya provincia de Huancavelica.</p>
---	---	---	---	--

			desnivel (siete puntos de muestreo).	
--	--	--	--------------------------------------	--

**ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA
MATRIZ: DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Variable	Dimensión	Indicador
Golpe de ariete:	Vf : Velocidad final del flujo	m/s
	V0 : Velocidad inicial del flujo	m/s
	γ : Peso específico del agua	N/m ³
	g : Aceleración debida a la gravedad	m/s ²
	Ev : Módulo de compresibilidad volumétrico del agua	N/m ²
	E : Módulo de elasticidad del material de la tubería	N/m ²
Línea de conducción:	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo partiendo desde la captación con cota cero y la enumeración es creciente correlativa, comenzando de los 10 metros de desnivel sucesivamente cada 10m de desnivel hasta un máximo de 70m de desnivel (siete puntos de muestreo). • La ubicación de los puntos de muestreo se realiza con la ayuda de un plano topográfico y GPS. • La excavación de zanja es de 5m. de longitud 2.5 debajo de los puntos de muestreo y 2.5m encima de los puntos de muestreo, iniciando del punto uno hasta el punto siete. • La profundidad excavada tiene 0.60m de ancho por 0.80m de profundidad. • Se utiliza un manómetro para determinar la sobre presión en las tuberías de la línea de conducción. • Se realiza un By Pass en las CRP-6 para uniformizar la secuencia de las tuberías 	Medición de las sobre presiones a lo largo de la línea de conducción en una escala continua

PANEL FOTOGRAFÍCO



Ubicación de los puntos BM para el levantamiento topográfico



Vización de los puntos de apoyo que forman la poligonal



Moumentacion de los puntos de control



Levantamiento y replanteo topografico



Paso de aire de la línea de conducción



Lineas de conduccion de tuberias sobresalidas



Levantamiento y replanteo de los detalles y control de la pendiente



Verificación de las camaras rompe presion



Cambio de estación en puntos no visibles por la topografía



Medición de las distancias de las tuberías



Ubicación de la cámaras rompe presión

CÁLCULOS

3.- PRESION TOTAL:

La presión total es la suma de la presión normal y la sobre presión ejercida por el golpe de ariete.

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (m.c.a)	PRESION TOTAL (m.c.a)
10	24.80	9.03	3.40	12.43
20	51.50	18.11	6.70	24.81
30	74.80	26.99	10.18	37.17
40	101.20	36.71	12.23	48.94
50	128.30	44.30	16.30	60.60
60	141.80	53.42	18.80	72.22
70	157.10	61.73	21.89	83.61

Como podemos observar en el cuadro anterior, la presión total a un desnivel de 60m es de 72.22m.c.a., la cual es menor a la presión admisible de una tubería de clase 7.5, por lo tanto se deduce que las CRP pudieron ser planteadas hasta 60m de desnivel.

CALCULO DE LA PRESION TOTAL TEORICO
1.- AFORAMIENTO DE LA LINEA DE CONDUCCION:

Para determinar el caudal de la línea de conducción se aplicó el método volumétrico para lo cual utilizamos un balde con un volumen de 4Lt y un cronómetro. La repetición se realizó por cinco veces llegando a obtener los siguientes datos:

Nº DE PRUEBA	VOLUMEN (Lt)	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (L/s)
1	4.00	4.23	0.95
2	4.00	4.22	0.95
3	4.00	4.20	0.95
4	4.00	4.20	0.95
5	4.00	4.15	0.96
CAUDAL PROMEDIO (L/s)			0.95

2.- PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL GOLPE DE ARIETE TEORICO:

MODULO DE ELASTICIDAD: 3E+08 Kg/m² Diámetro interior: 44.40 mm
 ESPESOR DE TUBERIA: 1.8 mm

3.- CALCULO DE LA SOBRE PRESION EJERCIDA POR EL GOLPE DE ARIETE:

Nº DE PUNTO	PARAMETRO (Kc)	CELERIDAD (m/s)	TIEMPO CRITICO	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	SOBRE PRESION (m.c.a)
1	33.33	335.54	0.15	0.95	0.62	21.04
2	33.33	335.54	0.31	0.95	0.62	21.04
3	33.33	335.54	0.45	0.95	0.62	21.04
4	33.33	335.54	0.60	0.95	0.62	21.04

C) MIERCOLES 12 DE AGOSTO DE 2020:

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	12.40	8.72	5.25	3.69
20	51.50	25.30	17.79	9.85	6.93
30	74.80	37.95	26.69	14.75	10.37
40	101.20	51.60	36.29	17.65	12.41
50	128.30	62.45	43.92	23.30	16.39
60	141.80	75.70	53.23	26.85	18.88
70	157.10	87.55	61.57	31.25	21.98

Nota: La presión normal fue obtenida en unidades (psi), la sobre presión presión se refiere a la presión adicional ejercida por el golpe de ariete.

D) MIERCOLES 19 DE AGOSTO DE 2020:

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	13.10	9.21	4.40	3.09
20	51.50	26.10	18.35	9.20	6.47
30	74.80	38.80	27.29	14.10	9.92
40	101.20	52.70	37.06	17.10	12.03
50	128.30	63.45	44.62	22.95	16.14
60	141.80	76.15	53.55	26.60	18.71
70	157.10	88.10	61.95	30.95	21.77

Nota: La presión normal fue obtenida en unidades (psi), la sobre presión presión se refiere a la presión adicional ejercida por el golpe de ariete.

2.- PROMEDIO DE PRESIONES:

Después de tomar las presiones y sobre presiones en los cuatro días diferentes, se tomó la decisión de promediarlos con la finalidad de obtener datos más exactos, los resultados son los siguientes:

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	12.84	9.03	4.84	3.40
20	51.50	25.75	18.11	9.53	6.70
30	74.80	38.38	26.99	14.48	10.18
40	101.20	52.20	36.71	17.39	12.23
50	128.30	63.00	44.30	23.18	16.30
60	141.80	75.96	53.42	26.74	18.80
70	157.10	87.78	61.73	31.13	21.89

CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE EN LA LINEA DE CONDUCCION

TESIS: "RELACION DEL GOLPE DE ARIETE EN LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE MOYA PROVINCIA DE HUANCVELICA"

DEPARTAMENTO: HUANCVELICA	CENTRO DE ESTUDIOS: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
DISTRITO: HUANCVELICA	ASESOR:
PROVINCIA: MOYA	AUTOR:
LUGAR: MOYA	FECHA: JULIO 2020

CALCULO DE LA PRESION TOTAL EN LA PRACTICA

1.- PRESIONES NORMALES Y SOBRE PRESION:

Las presiones fueron tomadas en cuatro días diferentes, para los cuales se utilizó un manómetro de presión y una válvula de globo. La sobre presión ejercida por el golpe de ariete fue medido cerrando la válvula y abriéndola repetidas veces hasta obtener una lectura precisa, los resultados se muestran en las siguientes tablas:

A) MIERCOLES 29 DE JULIO DE 2020:

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	13.50	9.49	4.50	3.16
20	51.50	26.15	18.39	9.40	6.61
30	74.80	38.95	27.39	14.10	9.92
40	101.20	52.75	37.10	17.15	12.06
50	128.30	63.55	44.69	22.90	16.10
60	141.80	76.20	53.59	26.65	18.74
70	157.10	88.00	61.88	31.00	21.80

Nota: La presión normal fue obtenida en unidades (psi), la sobre presión presión se refiere a la presión adicional ejercida por el golpe de ariete.

B) MIERCOLES 05 DE AGOSTO DE 2020:

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (psi)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (psi)	SOBRE PRESION (m.c.a)
10	24.80	12.35	8.68	5.20	3.66
20	51.50	25.45	17.90	9.65	6.79
30	74.80	37.80	26.58	14.95	10.51
40	101.20	51.75	36.39	17.65	12.41
50	128.30	62.55	43.99	23.55	16.56
60	141.80	75.80	53.31	26.85	18.88
70	157.10	87.45	61.50	31.30	22.01

Nota: La presión normal fue obtenida en unidades (psi), la sobre presión presión se refiere a la presión adicional ejercida por el golpe de ariete.

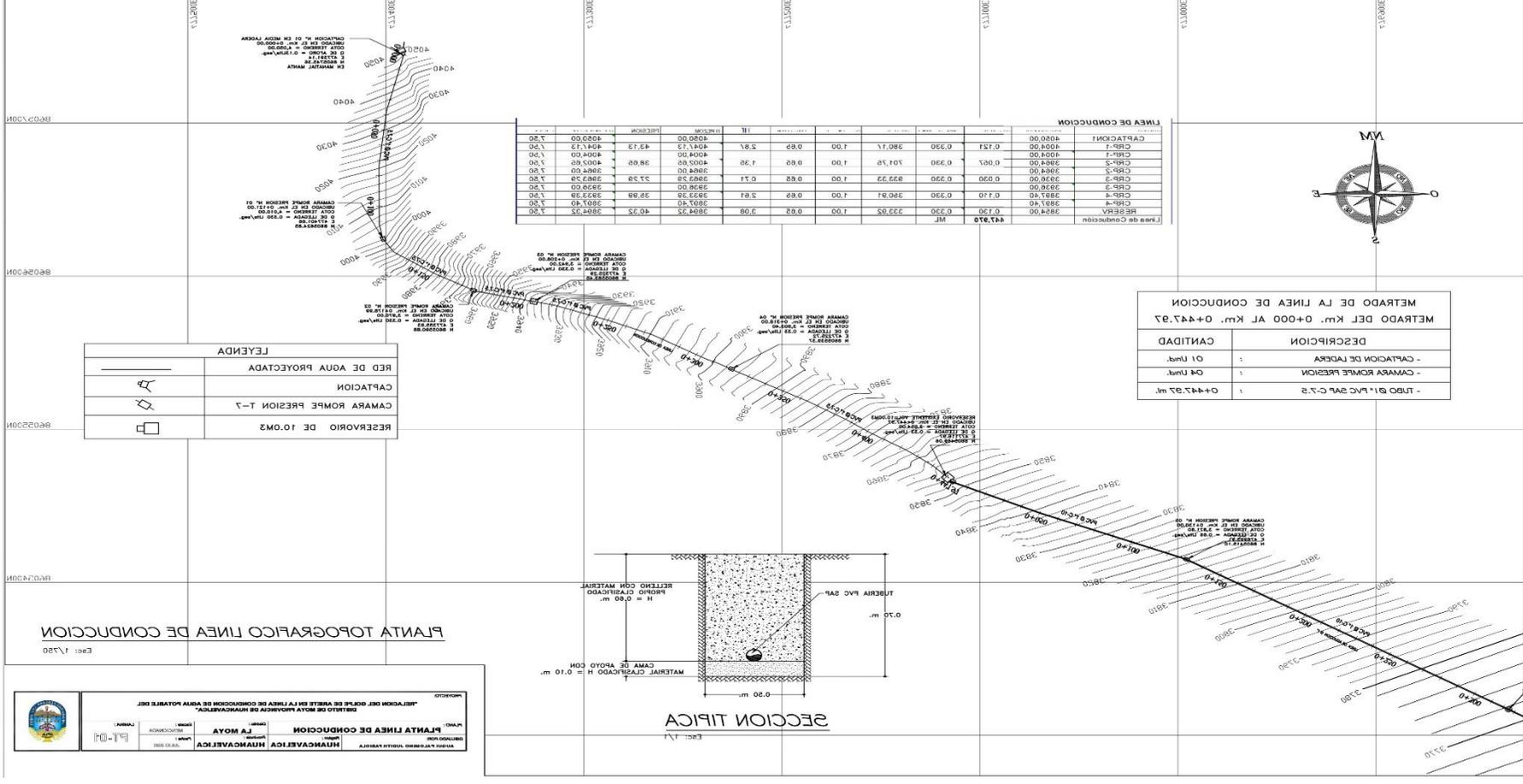
5	33.33	335.54	0.76	0.95	0.62	21.04
6	33.33	335.54	0.85	0.95	0.62	21.04
7	33.33	335.54	0.94	0.95	0.62	21.04

4.- PRESION TOTAL TEORICO:

DESNIVEL (m)	LONGITUD (m)	PRESION NORMAL (m.c.a)	SOBRE PRESION (m.c.a)	PRESION TOTAL (m.c.a)
10	24.80	9.03	21.04	30.07
20	51.50	18.11	21.04	39.15
30	74.80	26.99	21.04	48.03
40	101.20	36.71	21.04	57.75
50	128.30	44.30	21.04	65.34
60	141.80	53.42	21.04	74.46
70	157.10	61.73	21.04	82.77

Como podemos, la presión total a un desnivel de 60m es de 74.66m.c.a., la cual es menor a la presión admisible de una tubería de clase 7.5, por lo tanto CRP pudieron ser planteadas hasta 60m de

PLANOS



LÍNEA DE CONDUCCION

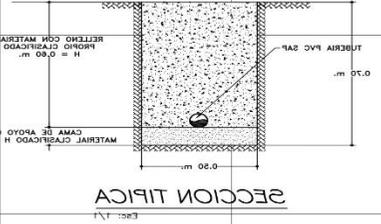
ESTACION	ALTIMETRIA	DEBIDA	DEBIDA	DEBIDA	DEBIDA	DEBIDA	DEBIDA	DEBIDA	DEBIDA
0+000	3884.00	0.230	333.03	1.00	0.82	3.08	3984.33	40.33	3984.33
0+100	3887.40	0.230	330.91	1.00	0.82	3.04	3933.38	39.94	3933.38
0+200	3892.00	0.230	326.91	1.00	0.82	3.04	3882.38	39.94	3882.38
0+300	3898.00	0.230	320.91	1.00	0.82	3.04	3831.38	39.94	3831.38
0+400	3904.00	0.230	312.91	1.00	0.82	3.04	3780.38	39.94	3780.38
0+447.97	3910.00	0.230	304.91	1.00	0.82	3.04	3729.38	39.94	3729.38

METRADO DE LA LINEA DE CONDUCCION
METRADO DEL Km. 0+000 AL Km. 0+447.97

DESCRIPCION	CANTIDAD
- TUBO 311 PVC SAP C-7.5	1 0+447.97 ml.
- CAMARA ROMPE PRESION	1 04 Lmt.
- CAPTACION DE LAJERA	1 01 Lmt.

LEYENDA

	RESERVA DE 10.0M ³
	CAMARA ROMPE PRESION T-7
	CAPTACION
	RED DE AGUA PROYECTADA



PLANTA TOPOGRAFICA LINEA DE CONDUCCION
Escala: 1:750

PLANTA LINEA DE CONDUCCION
DISTRITO DE MOYATAHUASI
MUNICIPALIDAD DE MOYATAHUASI
LA MOYA
MUNICIPALIDAD DE MOYATAHUASI
MUNICIPALIDAD DE MOYATAHUASI
MUNICIPALIDAD DE MOYATAHUASI

PROYECTO: RESECCION DEL PLAN DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE MOYATAHUASI

FECHA: 14-10-2010

PROYECTISTA: [Logo]

