

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA HIDRÁULICA

“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL
CENTRO POBLADO EL ROMERO DISTRITO DE
BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC –
CAJAMARCA - 2023 “

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO HIDRÁULICO

AUTOR:

BACH. RIGOBERTO MEDINA BUENO

ASESOR:

M.Cs. Ing. JOSÉ HILARIO LONGA ÁLVAREZ

CAJAMARCA – PERÚ
2024

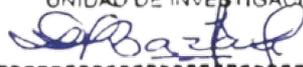


CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA-

1. Investigador: **RIGOBERTO MEDINA BUENO** DNI: 76531966
Escuela Profesional: Ingeniería Hidráulica
2. Asesor: **José Hilario Longa Álvarez**
Facultad: Ingeniería
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL ROMERO DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC – CAJAMARCA – 2023"
6. Fecha de evaluación: 26/11/2024
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 19%
9. Código Documento: Oide: 3117:409682623
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha de emisión: Cajamarca, 26 de noviembre de 2024

 <hr/> FIRMA DEL ASESOR Nombres y Apellidos: M. Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez DNI: 26612572	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN</p>  <hr/> Dra. Ing. Laura Sojta-Bazán Díaz DIRECTORA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
--	--



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL ROMERO DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC - CAJAMARCA - 2023."

ASESOR : M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0098-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 29 de enero de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **cuatro días del mes de febrero de 2025**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A - Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

- Presidente : Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Vocal : Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Secretario : Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL ROMERO DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC - CAJAMARCA - 2023", presentado por el Bachiller en Ingeniería Hidráulica RIGOBERTO MEDINA BUENO, asesorado por el M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : 6.0 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 10.0 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 16.0 PTS Dieciséis (En letras)

En consecuencia, se lo declara Aprobado con el calificativo de Dieciséis acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las once horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Presidente

Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Vocal

Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Secretario

M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.
Asesor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por la vida, por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mis padres, por darme la vida y brindado su apoyo constante, para mi formación profesional y como ser humano.

A la Universidad Nacional De Cajamarca por abrirme las puertas del conocimiento.

A los ingenieros que se encargaron de compartir e inculcar conocimientos, para formarnos como futuros ingenieros en la carrera de ingeniería Hidráulica.

A mi asesor el M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez, por haberme brindado la oportunidad de acudir a su capacidad y conocimiento, por su apoyo durante todo el desarrollo de mi trabajo de investigación.

Hay muchas personas que han participado en la formación de mi vida profesional agradezco a ellos por su amistad y su apoyo incondicional.

DEDICATORIA

A mis padres: Sindulfo y Elena, por demostrarte siempre su cariño y su apoyo incondicional y por su sacrificio firme a lo largo de mi vida, se la dedico a ellos porque son el gran motivo por el cual sigo siempre adelante.

A mis hermanos que siempre han estado brindándome su apoyo y sus consejos.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que mi tesis se realice con éxito.

INDICE

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE GRAFICOS	vii
RESUMEN	x
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1. Contextualización.....	2
1.1.2. Descripción del problema	2
1.1.3. Formulación del problema	2
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.2.1. Justificación científica	3
1.2.2. Justificación técnica practica	3
1.2.3. Justificación institucional y Personal.....	3
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4. LIMITACIONES	4
1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACION	4
1.6. OBJETIVOS	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	5
2.1.1. INTERNACIONAL.....	5
2.1.2. NACIONAL	5
2.1.3. LOCALES	5
2.2. BASES TEORICAS	6
¿Qué es un aforo?.....	6
Aforo volumétrico	6
2.2.1. El agua.....	7
2.2.2. agua potable.....	7
2.2.3. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.....	7
2.2.4. Fuentes de agua potable.....	7
2.2.5. captación de manantial	8
2.2.7. Línea de conducción.....	12
2.2.8. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO.....	16
2.2.9. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	19

2.2.10. TIPOS DE CONSUMO.....	21
2.2.11. VARIACIONES DE CONSUMO.....	22
2.2.13. DENSIDAD POBLACIONAL.....	24
2.2.14. funcionamiento hidráulico de las redes de distribución.....	25
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Características de la zona de estudio	27
3.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio	27
3.1.2. Vías de acceso	27
3.1.3. Clima.....	28
3.1.4. topografía.....	28
3.1.5. Economía.....	28
3.1.6. Vivienda	29
3.1.6. Población.....	29
3.1.7. Instituciones.....	29
El centro poblado El Romero cuenta con las siguientes instituciones.	29
- Institución Educativa Secundaria “Julio Cesar Tello”	29
- Institución Educativa Primaria N°82698.	29
- Institución Educativa Inicial” los girasoles “.....	29
- Iglesia	29
- Casa de Rondas	29
3.1.8. Servicios	29
El centro poblado del Romero cuenta con los siguientes servicios.....	29
- Agua potable.....	29
- Luz eléctrica	29
- Cuenta con una pequeña Posta Médica	29
- Sus unidades básicas aún son con letrinas	29
3.2. Materiales y Equipos y Softwares utilizados:.....	29
Materiales	29
Equipos	29
Softwares	30
- AutoCAD Civil 3D – 2020	30
- Microsoft Office 2020.....	30
- WaterCAD V8.....	30
3.3. Metodología de Trabajo	30
3.3.1. Reconocimiento y descripción del estado actual del sistema de agua.....	30
3.3.2. Situación actual del Sistema de distribución de agua Potable del centro poblado del Romero.....	31
CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36

4.1. información topológica de la red.....	36
4.2. Evaluación hidráulica del Sistema de distribución de agua Potable del centro poblado del Romero	36
- Determinación del caudal máximo por hora en el Reservoirio	38
4.3. Cálculo del coeficiente de variación horario (K2).....	41
4.4. Cálculo del coeficiente de variación máximo diario (K1).....	41
4.5. Cálculo de la dotación de consumo l/hab/día	42
4.8. Evaluación hidráulica de la línea de distribución	44
4.9. Operación y mantenimiento del Sistema de Agua Potable del centro poblado el Romero	48
4.10. Situación actual de la Junta Administrativa de la zona del Romero.....	48
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1. CONCLUSIONES	50
5.2. RECOMENDACIONES.....	51
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
6.1. Bibliografía.....	52
6.2 Linkografía	53
CAPITULO VII: ANEXOS.....	54
ANEXO 1: <i>Análisis Físico químico y bacteriológico de la muestra de agua de los puntos de muestras en esta investigación que se realizó.....</i>	54
Anexo 2: <i>Cálculo de aforos de captación por meses.....</i>	59
Anexo 3: <i>Procesamiento de información de lecturas de consumo de agua en el reservorio</i>	60
Anexo 4: <i>Procesamiento de información de lecturas de consumo de agua en el reservorio</i>	64
Anexo 5: <i>Resumen de coeficientes de variación de Julio a septiembre 2023.....</i>	83
Anexo 6: <i>Coeficiente de variación diaria (K1) por meses (Julio - septiembre)</i>	83
Anexo 7: <i>Coeficiente de variación diaria (K1) Y coeficiente de variación horaria (k2) por meses (julio- septiembre)</i>	84
Anexo 8: <i>parámetros para modelamiento en waterCad</i>	84
Anexo 9: <i>resultado de caudales y velocidades en la red de distribución - sistema (agua blanca).....</i>	86
ANEXO 10: <i>Resultaos de presiones en las viviendas - sistema (agua blanca).....</i>	91
ANEXO11: <i>Reporte de presiones en las cámaras rompe presión t7 - sistema (agua blanca).....</i>	93
ANEXO 13: <i>Encuesta aplicada a la población del Romero.....</i>	94
ANEXO 14: <i>panel fotográfico</i>	95
Figura 26: <i>plano de ubicación.....</i>	101

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo	13
Tabla 2: Vías de acceso al C.P el Romero	28
Tabla 3: Diámetro, material y longitud de tubería de la red de distribución.....	34
Tabla 4: cota, este, norte - de la cámara rompe presión	34
Tabla 5: Aforos en el manantial	37
Tabla 6: registro de niveles de reservorio.	39
Tabla 7: caudal máximo y medio horario	
Tabla 8: coeficiente de variación (k1).....	41
Tabla 9: Coeficiente de variación de consumo diario (k1) y horario(k2)	41
Tabla 10: Qm, Qmd, Qmh.....	42
Tabla 11: Dotación de agua (L/hab/dia).....	45
Tabla 12: Presiones dinámicas en la localidad del Romero	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: esquema aforo volumétrico.....	8
Figura 2: Sistema de captación de manantial de fondo.....	8
Figura 3: Captación manantial de fondo	9
Figura 4: Altura de cámara húmeda	10
Figura 5: Dimensionamiento de la canastilla	11
Figura 6: Válvula de aire y de purga en line de conducción:	15
Figura 7: Cámara rompe presión tipo 7.....	16
Figura 8: reservorio y tanque de cloración.....	17
Figura 9: Red de distribución abierta	20
Figura 10: Coeficiente de variación diaria	22
Figura 11. Ubicación geográfica Cajamarca - Perú	27
Figura 12: Vista de captación Agua blanca.....	32
Figura 13: Cámara húmeda - captación agua blanca	32
Figura 14: Reservorio de concreto	33

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico1: Medios de abastecimiento de agua de los centros poblados que no cuentan con un sistema en la región de Cajamarca	41
Gráfico 2: consumo máximo horario - julio 2023.....	40
Gráfico 3: consumo máximo horario - agosto 2023.....	40
Gráfico 4: consumo máximo horario - septiembre 2023.....	40
Gráfico 5: Consumo mensual por habitante.....	44

PALABRAS CLAVES

En el trabajo investigación se utilizaron las palabras siguientes:

Agua potable: Es aquel recurso hídrico vital para el ser humano, este recurso cumple con ciertos parámetros como es parámetros microbiológicos y bacteriológicos, sirve para el consumo humano, para sus usos domésticos, para la preparación de alimentos para uso de saneamiento, el cual se encuentra en estado de potabilización. (OMS, 2018).

Cobertura de agua potable: Este término se refiere al sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable.

Aforo: Es un término de medición, que se emplean en los recursos hídricos, el cual su significado es medir el caudal de agua en un tramo determinado de tubería (ríos, canales, acequias, manantiales.). (Arriaga, F. 2015).

Consumos unitarios de agua potable: mayor agua gastada o consumida por un poblador de una vivienda, mueble sanitario, o equipo industrial, al realizar una determinada labor, oficio y referida a un momento preciso. (Rodríguez. 2001)

Caudal medio (Q_m): se refiere al promedio de los consumos diarios de caudal en un periodo de un año, proyectando al horizonte de diseño.

Caudal máximo horario (Q_{maxh}): Se refiere al consumo máximo que se necesita en un precisa hora del día, lo cual está en función Q_{md} (Rodríguez, P. 2001).

Caudal medio (Q_m): se refiere al promedio de los consumos diarios de caudal en un periodo de un año, proyectando al horizonte de diseño.

Caudal máximo diario (Q_{maxd}): El caudal máximo diario es la demanda máxima de un día generada por el gasto de los usuarios del sistema de agua potable para su respectivo cálculo se utiliza el coeficiente de variación K_1 y el caudal medio (Rodríguez, P. 2001).

Coefficiente de variación: Se expresan con las letras K_1 y K_2 el cual sirve para calcular los caudales máximo diario y caudal máximo horario. (Rodríguez. 2001).

Coefficiente de consumo máximo diario (K1): Este término el cual hace referencia al gasto mayor diario, se define como el día mayor de gastos de una serie de anotaciones observados a través de un periodo de tiempo. (Rodríguez, P. 2001).

Coefficiente de consumo máximo horario (K2): se definen como la hora de mayor gasto del día de mayor gasto de agua, esto varía según labores de los usuarios. Todos estos gastos se pueden observar con mayor magnitud en centros poblados. (Rodríguez, P.2001).

Centro Poblado del Ámbito Rural: Es aquel que no tiene más de 100 viviendas agrupadas contiguamente, ni es capital de distrito; o que, teniendo más de 100 viviendas, estas se encuentran dispersas.

conexión domiciliaria: forman parte del sistema de agua potable, la cual su función principal es abastecer a las personas que cuentan con dicho servicio. (Comisión Nacional del agua, 2009).

Continuidad: Nos referimos al servicio de agua que brindamos a la población durante las 24 horas del día, pero en grandes ciudades esto no se cumple por superar la demanda con respecto al caudal ofertado.

Demanda: Es el gasto de agua necesario por los usuarios a lo largo de una etapa de duración de la demanda, para satisfacer todo tipo de consumo, en ellas esta sumada las fugas no visibles y visibles de agua. (Comisión Nacional del agua, 2009)

Dotación: Es la porción de agua asignada a cada usuario, teniendo en cuenta su consumo, de todas las categorías su unidad de medida es L/hab/día. (Comisión Nacional del agua, 2009)

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad realizar la evaluación del sistema de agua potable del centro poblado el Romero del distrito de Bambamarca, donde existe una serie de deficiencias con el suministro de agua por problemas de presiones y velocidades bajas en la red, los resultados obtenidos indica que el sistema es deficiente. Se llevo a cabo la evaluación partiendo de la descripción del sistema: la fuente que abastece al sistema es un manantial de fondo con un caudal aportante de 1.45 l/s, la línea de conducción es de PVC clase 10 con una longitud de 119 m y con un diámetro de 2", cuenta con dos cámaras rompe presión tipo 7; el reservorio tiene una capacidad de almacenamiento de 21.01 m³ la cual se tiene una caseta de cloración sin funcionamiento; la línea de distribución del sistema es de PVC clase 10 con un diámetro de 1 ½". Luego se realizó la evaluación del sistema de suministro de agua en base al flujo de agua calculados a partir de mediciones del nivel de agua del reservorio, estas lecturas de mediciones nos permitieron evaluar los coeficientes de variación de consumo como son el, $K_1 = 1.31$, $K_2 = 1.63$ y $K_3 = 2.13$ y los caudales caudal medio 0.513 l/s, caudal máximo diario 0.66 l/s y caudal máximo horario 0.87 l/s. La red de distribución tiene serias dificultades con las presiones bajas en algunos puntos donde nos arroja una presión de 3.5 mca según el modelamiento hidráulico y con velocidades mínimas de 0.3m/s, llegando a la conclusión que hidráulicamente el sistema es deficiente; la operación y mantenimiento del sistema de agua están a cargo las personas del comité de junta de usuarios de la comunidad del Romero la Jass.

Palabras clave: evaluación del sistema de agua potable del centro poblado El Romero, periodo de diseño, coeficientes de variación consumo, presiones en la red, modelamiento estático, modelamiento hidráulico.

ABSTRACT

The purpose of this work was to evaluate the drinking water system of the El Romero population center in the district of Bambamarca, where there are a number of deficiencies in the water supply due to problems with low pressures and speeds in the network. The results obtained indicate that the system is deficient. The evaluation was carried out based on the description of the system: the source that supplies the system is a bottom spring with a contributing flow of 1.45 l/s, the conduction line is made of class 10 PVC with a length of 119 m and a diameter of 2 ", it has two type 7 pressure breaker chambers; the reservoir has a volume of 21.01 m³ which has a chlorination booth not in operation; the distribution line of the system is made of class 10 PVC with a diameter of 1 ½ ".

Then the evaluation of the water supply system was carried out based on the water flow calculated from measurements of the water level of the reservoir, these measurement readings allowed us to evaluate the coefficients of variation of consumption such as K1 = 1.31, K2 = 1.63 and K3 = 2.13 and the flow rates average flow 0.513 l / s, maximum daily flow 0.66 l / s and maximum hourly flow 0.87 l / s. The distribution network has serious difficulties with low pressures at point J-2, where a pressure of 1.77 m overflows us according to the hydraulic modeling and with minimum velocities of 0.3 m / s, reaching the conclusion that hydraulically the system is deficient; The handling and maintenance of the water system is carried out by the members of the Romero community user board committee Jass.

Keywords: evaluation of the drinking water system of the El Romero population center, design period, coefficients of variation in consumption, pressures in the network, static modeling, hydraulic modeling.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más limitados y escasos para el ser humano y a la vez el más importante que tienen las personas en todo el mundo, y nuestro país Perú no es la excepción a esta escases y muchas de nuestras personas se ven a la necesitan de consumir el agua de fuentes que no son tratadas y adecuadas para su consumo, estas fuentes de agua al no ser tratadas conllevan a que las personas sufran de enfermedades diarreicas. En los últimos años hemos visto que nuestro país ha tenido un aumento población basta alto lo cual ha generado que las zonas más alejadas de las ciudades como en las poblaciones rurales hayan sido olvidados principalmente en los lugares de difícil acceso los mismos que carecen de recursos básicos como son agua potable y saneamiento, el agua es un componente vital para la existencia del ser humano, para sus actividades del día a día por lo que es de gran importancia el transporte del líquido a cada habitante en forma eficaz y segura; a lo largo del tiempo se han experimentado herramientas las cuales nos permitan obtener el recurso agua y llevar desde una zona de captación hacia la población que requiere del abastecimiento del agua, considerando que opción tecnológica es la más adecuada y apropiada y evaluar en qué condiciones se va a trabajar, por lo que es importante la evaluación de todos los sistemas de agua potable existentes, para así poder garantizar un volumen suficiente de agua, una buena calidad y una presión adecuada para cada vivienda. Esta investigación es con la finalidad de evaluar el sistema actual de agua para consumo humano que existe en el Centro Poblado El Romero, esta problemática existente de la falta de continuidad de agua en las viviendas, me llevo a tener que analizar el porqué de la falta de agua, este sistema es un sistema por gravedad, el cual no cuenta con micromedidores es por ello que se le da un mal uso porque los pobladores suelen a usa el agua para sus regadíos de parcelas de cultivo , con los estudios necesarios y las herramientas adecuadas se evaluara el sistema de agua potable según lo requerido.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Contextualización

Es de vital importancia realizar investigaciones las cuales nos informen del estado en que se encuentran los sistemas de agua potable rurales en la actualidad en nuestro país.

según el Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR, en nuestro país, en el ámbito rural más del 24.7% de la población no tienen acceso a agua de calidad, una de las causas más frecuentes es por el deterioro de su infraestructura, debido a que no se le da un mantenimiento como es debido a los sistemas de agua por parte de la administración encargada de estos sistemas. Según la DIRESA en el año 2021 de un total de 1770 sistemas evaluados en el ámbito rural solo 205 funcionan de manera óptima, las demás tienen deficiencias en su infraestructura, en su administración, presiones bajas, fugas, conexiones clandestinas y sistemas que cumplieron su vida útil.

En Cajamarca según la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento los sistemas de agua potable un 25% tienen deficiencia en el tema de cloración y administración de los sistemas. En un estudio realizado en el año 2008 por Care Perú de 127 sistemas evaluados encontraron que el 12% de estos sistemas tenían deficiencias en su estructura, no contaba con sistema de cloración, no tenían válvulas de control ni válvulas de purga y la falta de personal capacitado. En el estudio de la investigación hecha en El Romero se evaluó el sistema de agua potable, el cual presenta problemas tanto en su infraestructura como en su administración, las bajas presiones en la red, la falta de válvulas de purga, no cuenta con cloración y que el sistema ya cumplió con su vida útil.

1.1.2. Descripción del problema

El sistema de agua potable que se ofrece en el centro poblado El Romero presenta desafíos significativos debido a las presiones bajas en puntos específicos de la red que no cumplen con las regulaciones y además que el sistema ya cumplió su periodo de vida útil el cual Cabe indicar que la presencia de accesorios pueda haber cumplido ya su vida útil, afectando así la velocidad, el caudal y las bajas presiones en la red.

1.1.3. Formulación del problema

El periodo de diseño del sistema de agua potable del centro poblado El Romero ya ha sido cumplido, y las bajas presiones y velocidades que presenta el sistema.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Justificación científica

El estudio de la investigación es de evaluar el sistema actual de agua para consumo humano, dándole una perspectiva desde el punto de vista de la hidráulica, teniendo en cuenta el reglamento de diseño de saneamiento para las zonas rurales. Asimismo, es de gran importancia tener una mejor visión de los parámetros que se involucran en el diseño para luego utilizarlos en próximos estudios orientados en la mejora de los sistemas de agua potable en el ámbito rural.

1.2.2. Justificación técnica practica

Es necesario realizar un análisis total del sistema de agua potable para el buen aprovechamiento de todos los beneficiados de la comunidad. La evaluación del sistema de agua, llega como una alternativa de solución para afrontar la ansiedad de todos los beneficiarios acerca de la disponibilidad del servicio, así como para poder entender en qué condiciones se encuentra el sistema de agua en la actualidad considerando el funcionamiento hidráulico de la red.

1.2.3. Justificación institucional y Personal

Este estudio, pertenece al campo de la ingeniería Hidráulica, que forma parte de la casa de estudios de la Universidad Nacional De Cajamarca. Gracias a que existe esta disciplina podemos afrontar y resolver temas relacionados a la ingeniería como es los sistemas de agua potable, la cual incluye el sistema de distribución de agua del centro poblado El Romero.

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se basa en el estudio y evaluación del sistema de agua potable existente en la localidad del Romero, realizando visitas de campo e inspeccionando el estado de las tuberías. Se desarrollará estos procedimientos con el objetivo de plantear el mejoramiento del sistema de agua potable del C.P El Romero. La investigación se realizó durante el periodo comprendido de tres meses, abarcando una extensión de área de alrededor de 35 hectáreas, para un total de 105 viviendas. La recopilación de la información se dio durante el periodo de julio a septiembre del 2023 donde se realizó estudios topográficos, mediciones de aforos de la captación, se realizaron la toma de muestra de agua para llevar al laboratorio y analizar la calidad de agua que se le brinda a la población. El sistema es de red abierta de unos 3.8 km, la tubería existente principal de 2", la tubería de

distribución de 1 ½ y las de conexiones domiciliarias de ½” clase 10 -PVC.

1.4. LIMITACIONES

- Debido a que la comunidad no nos autorizó descubrir las tuberías de las líneas del sistema no se pudo verificar la rugosidad de la tubería de distribución de agua potable por falta de los equipos necesarios para realizar dicha evaluación.

1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACION

En la investigación se realizó la estimación del estado actual que se halla el sistema de agua del centro poblado el Romero en un lapso de tiempo de 3 meses, en donde se evaluara el manejo administrativo, la operación y mantenimiento.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo General

Evaluar el sistema existente de agua potable del centro poblado El Romero del distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca.

1.6.2. Objetivos específicos

- Caracterizar del centro poblado El Romero.
- Describir los componentes que conforman el sistema de agua potable del centro poblado El Romero.
- Estimar el caudal del funcionamiento del sistema.
- Evaluar hidráulicamente cada componente del sistema de agua potable.
- Realizar la evaluación de la operación, mantenimiento y la administración actual del sistema de agua de la comunidad el Romero.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1. INTERNACIONAL

Nasimba, en su investigación realizada presentó acciones de mejoras del sistema de agua potable para garantizar el buen funcionamiento óptimo del sistema de agua, donde concluye con un resultado de rediseño, mejorando presiones que contempla en las tuberías, aumentando caudales y regulando las velocidades en el sistema. (Nasimba, J. 2017)

Johanni, Evaluó el funcionamiento del sistema de agua potable en la cual Concluye que los habitantes de las zonas más alejadas reciben poco caudal y presión de agua en sus hogares, por el bajo gasto de la fuente de abastecimiento a esto se añade el sistema ineficiente, para mejorar la eficiencia del sistema propone, perforar un nuevo pozo, instalar una bomba eléctrica sumergible, tratamiento con desinfección, aireación y filtración, tanque de reserva baja de 185 m³ de capacidad, tanque de reserva alta de 94 m³ de capacidad, así perfeccionar la cobertura y continuidad de servicio. (Johanni, M. 2018)

2.1.2. NACIONAL

Salas, Tiene por Objetivo: Evaluar y Mejorar el diseño de la red de distribución existente, mediante el modelamiento de redes principales en agua potable; presenta como Hipótesis: El modelamiento de las redes permite la evaluación y mejoramiento de las redes principales de distribución: El Caudal de Reservorio según cálculos del modelamiento hidráulico en ambos programas (WaterCAD y Epanet) es de 95.11l/s. En el modelamiento observamos que las presiones están ligadas directamente al diámetro de las tuberías, mientras más diámetro tenga la tubería más presión se genera en los nodos y las velocidades cumplen según la Normativa OS. 0.50. (Salas, A.2019).

2.1.3. LOCALES

Alcides, Reporta que el sistema de suministro de agua potable en la Localidad de Jesús existen problemas de presión en las tuberías, escasas de agua, roturas de tuberías, válvulas malogradas y estructuras que ya cumplieron su vida útil, por lo cual se genera una

problemática continua en la población para el acceso al agua potable en esta localidad; y Concluye: se ha verificado problemas de abastecimiento relacionado con la presión en la tuberías, uso de agua potable en actividades ajenas al consumo humano, estructuras deterioradas, falta de micro medición en los domicilios y fugas en las conexiones domiciliarias; la captación de manantial requiere mejoramiento con cerco perimétricos y muro de contención; la captación tiene un volumen aforado de 14.5 l/s, la línea de Conducción de diámetro de 4" y una velocidad aproximada de 1.79 m/s. (Alcides, B. 2022).

2.2. BASES TEORICAS

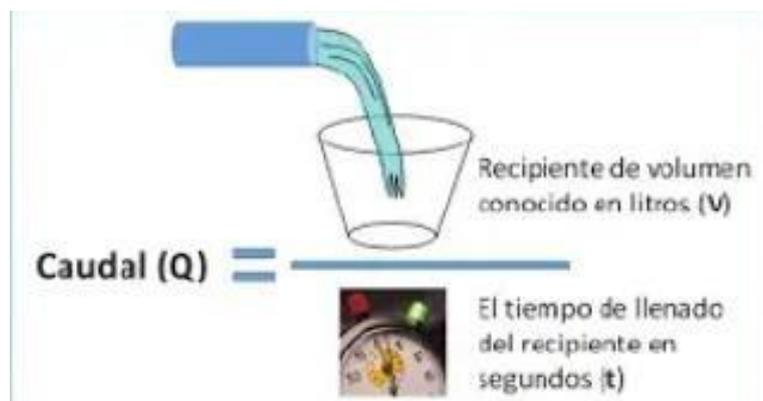
¿Qué es un aforo?

En hidrología superficial, el aforo es una medición de caudal que consiste en determinar la cantidad de agua que pasa por una sección de un cuerpo de agua en un instante de tiempo dado, este valor nos permite entre otros aspectos determinar la disponibilidad hídrica del cuerpo de agua y constituye un dato útil para la estimación de las cargas contaminantes que transporta la corriente, sus tiempos de viaje hidráulicos e hidrológicos. (OMM, 2011).

Aforo volumétrico

El aforo volumétrico es parte de la medida directa se emplea comúnmente en laboratorios de hidráulica, porque solo es usado en caudales pequeños. El aforo volumétrico consiste en medir el tiempo que gasta el agua en llenar un recipiente de volumen conocido Este método se aplica cuando la corriente o vertimiento presenta una caída de agua en la cual se pueda usar un recipiente; se requiere un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1L se utiliza un balde para caudales bajos. (J Le Coz, B.2012)

Figura 1: esquema de aforo en la captación



Fuente: (J Le Coz, B.2012)

2.2.1. El agua

El agua es un componente fundamental y esencial para la vida de los seres vivos en el planeta, es un recurso de gran importancia y necesidad para el hombre en la tierra. En la mayoría de ellos constituye a más de un 80%, es uno de los factores importantes para el desarrollo de la sociedad la utilizamos en cada momento para beber, cocinar, asearnos, regar las plantas y para generar energía. (Pérez, R.2016)

2.2.2. agua potable

Tiene como denominación agua potable al agua dulce que mediante el proceso de potabilización se transforma en agua potable, siendo el adecuado para el consumo humano, también como el resultado del valor equilibrado entre sus minerales. Por lo tanto, el agua potable se puede consumir sin restricciones. (Florencia, E. 2010)

Agua potable es denominada al agua que se rige y cumple con los parámetros establecidas por la “Organización Mundial de la Salud (OMS)”, la cual considera el nivel máximo de las sales minerales que tiene que poseer para considerarse un agua óptima para el consumo humano. “La contaminación del agua por aguas residuales es una de las principales causas de enfermedades transmitidas por el agua como virus, bacterias agentes biológicos contenidos en las heces”. (Jiménez, A.2012)

2.2.3. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Estos sistemas de agua para abastecer a la población es el resultado a una mejora de calidad de vida de la sociedad y un anhelo en zonas rurales donde no cuentan con un sistema de agua potable. Cuando las sociedades carecen de agua potable por circunstancias que el recurso se encuentra en lugar alejados o a profundidades bastantes consideradas del sub suelo tiende a ser muy costosas. Las fuentes de agua como son los manantiales, los ríos tienden a ser unas fuentes de gran potencial para las zonas rurales en general.

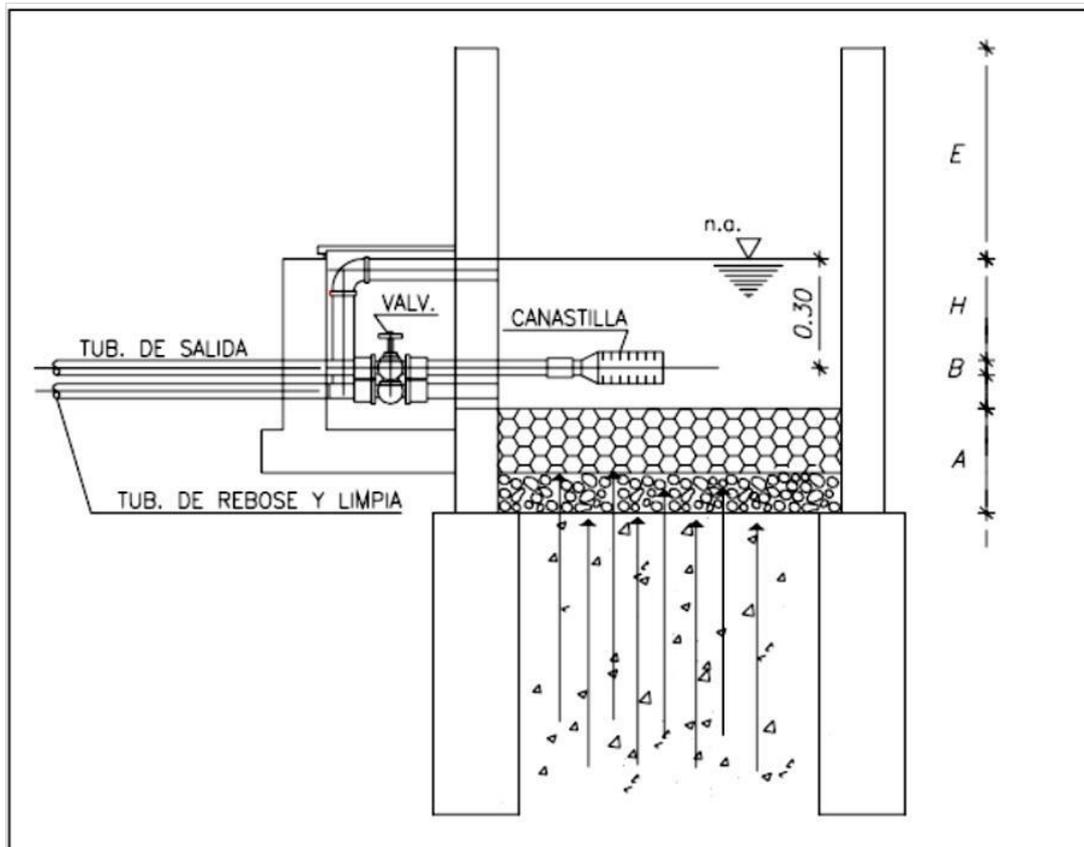
2.2.4. Fuentes de agua potable

Estas fuentes son de gran importancia para el ser humano para satisfacer sus necesidades primarias, existen varios tipos de fuentes de agua, pero las más frecuentes son de los manantiales, arroyos y del sub suelo.

2.2.4.1. Agua de manantial

Un manantial es un flujo natural de agua procedente de aguas subterráneas que puede ocurrir en la tierra, en un canal, en un estanque o en un lago. Los resortes pueden ser permanentes o intermitentes

Figura 2: Sistema de captación de manantial de fondo



Fuente:(Agüero, R.2004)

La gran ventaja de los manantiales es que el agua ha sido purificada y filtrada a su paso por la tierra y no es necesario ser tratada para poder ser utilizada por los seres vivos en este caso por el hombre.

2.2.5. captación de manantial

Cuando se identifica una fuente de agua como es un manantial, se tiene que realizar un estudio exhaustivo del agua para su posterior construcción de una captación y así facilitar que la fuente de agua sea accesible para las personas, por lo que se recomienda contar con un personal que conozca temas de construcción de captaciones de agua para poder evitar cualquier problema técnico. En cuanto a la construcción para la captación se requiere materiales como agregados, cementos y etc., y contar con un personal capacitado en temas de construcción de captaciones.

2.2.5.1. Captación Manantial de fondo

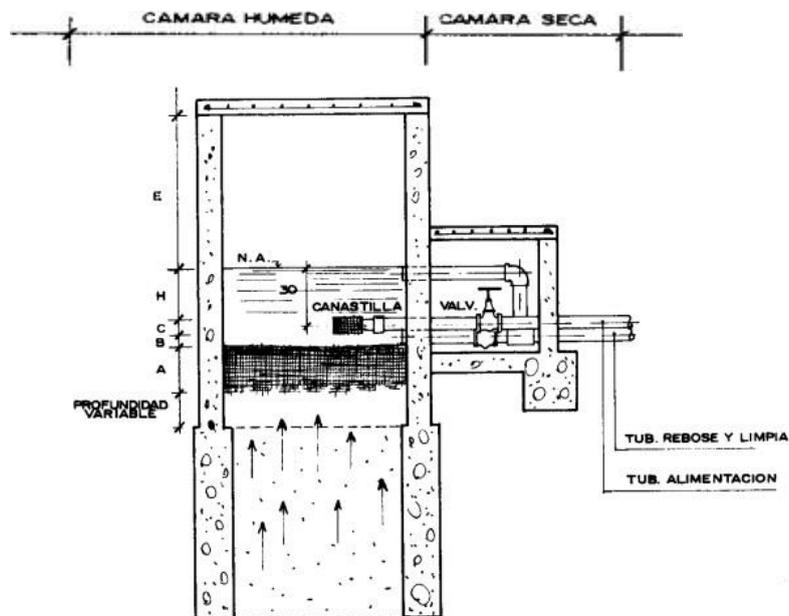
Si se tiene una manantial de fondo, se considera diversas soluciones para su captación de dicho manantial.

- Una de las soluciones y la más practica es realizar un arca de concreto sin fondo sobre el lugar de afloramiento del agua.

la captación precisara del tipo de fuente, la cantidad de agua y la calidad, su diseño de las partes involucradas poseen singulares características.

Constará de dos partes: la primera es una cámara húmeda que almacena agua y regula el caudal utilizable, la segunda es una cámara seca que protege las válvulas de control de descarga y drenaje. El cámara húmedo estará equipado con una cesta de extracción, así como con tuberías de desagüe y limpieza.

Figura 3: Captación manantial de fondo



Fuente: (Agüero, R.2004)

2.2.6. Ecuaciones utilizadas para el diseño de la captación de manantial de fondo

i. Volumen

Se evaluará en un lapso de tiempo de 3 a 5 minutos el caudal de diseño

$$Q * t = Vol... (Ec. 01)$$

donde:

Vol, es igual a volumen; Q, caudal de diseño medido en l/s; t, tiempos medidos en segundos

ii. Cálculo del ancho de la pantalla

se determina en base a las propiedades del afloramiento, que aflore del sub suelo.

iii. Cálculo de la altura total (Ht)

$$Ht = A + B + H + E \dots \quad (\text{Ec. 02})$$

Donde:

Ht, altura total

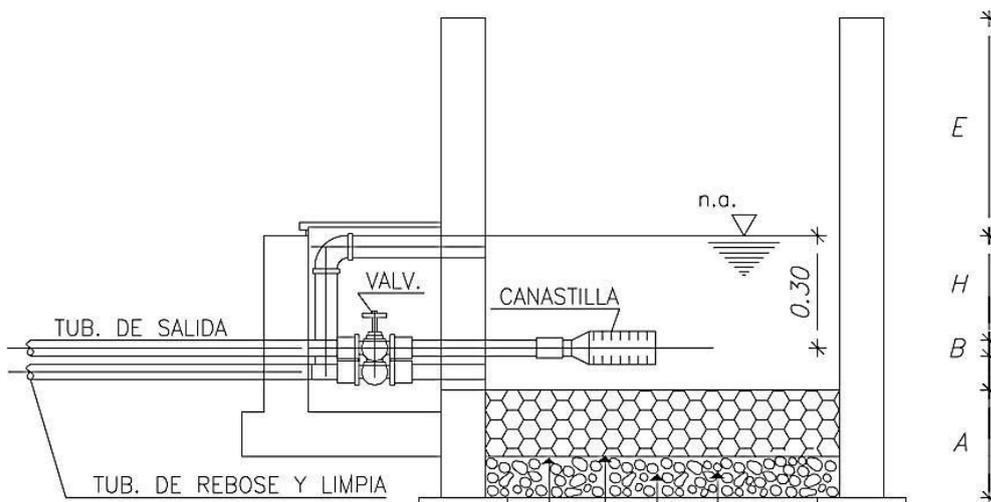
A, altura de la base

B, diámetro de la tubería de salida

H, altura de agua

E, borde libre recomendable como mínimo 30 centímetros

Figura 4: altura de la cámara húmeda



Fuente: (SMET. WIJK, 2002)

Para calcular su altura de la captación, es necesario la carga necesaria para el caudal de salida de la captación fluya por la tubería. La carga requerida está determinada por la siguiente fórmula:

$$H = 1.56 * \frac{V^2}{2g} \dots\dots(\text{Ec.03})$$

donde:

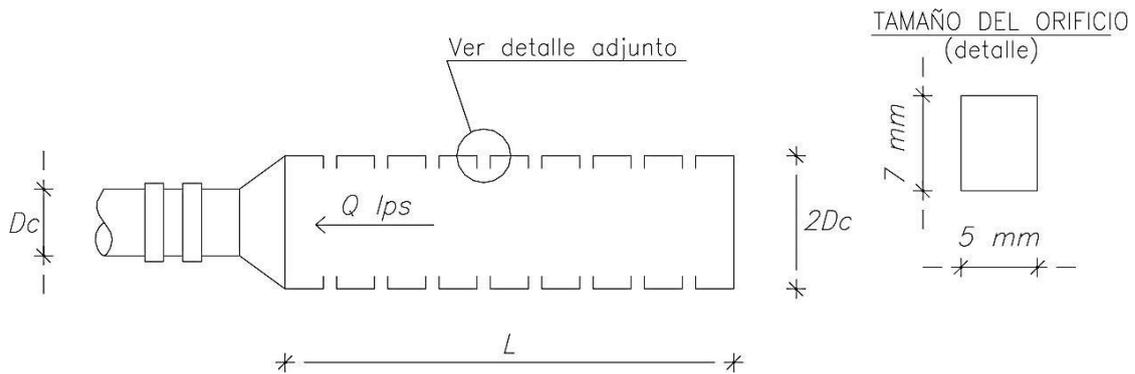
H, Carga requerida en metros; V, velocidad media en m/s ; g, Aceleración de la gravedad (9.81 kg/cm2)

Se recomienda una altura mínima de H = 5 cm, sobre la canastilla

iv. Dimensionamiento de la canastilla

Para fines de dimensionamiento, se considera que el diámetro del codo 2 veces el diámetro de la tubería de salida de la línea conductora, el área total del espacio (A_t) es el doble que la del tubo que forma la línea conductora, y la longitud (L) de la curvatura es mayor en $3D_c$ y menor que $6D_c$. Como se ve en la imagen.

Figura 5: Dimensionamiento de la canastilla



Fuente: (SMET. WIJK .2002)

$$A_t = 2 A_c \quad \dots(\text{Ec. 04})$$

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4} \quad \dots \quad (\text{Ec.05})$$

Luego de calcular el área total se precede a calcular el número de ranuras empleando la siguiente ecuación

$$N^{\circ}_{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{área de ranuras}} + 1 \quad \dots \quad (\text{Ec.06})$$

v. Tubería de limpia y rebose

En la tubería de limpia y rebose se sugiere pendientes desde 1 a 1,5%, considerando el máximo caudal de, Para el cálculo del diámetro de la tubería de rebose y limpia se utiliza la siguiente ecuación:

$$D = \frac{0.71Q^{20.38}}{hf^{0.21}} \quad \dots \quad (\text{Ec.07})$$

Donde:

D, Diámetro en pulgadas; h_f , Pérdida de carga unitaria en; Q, caudal máximo en l/s.

2.2.7. Línea de conducción

La línea de conducción es el conjunto de las tuberías existentes en el sistema, donde intervienen los accesorios como las válvulas, las obras de artes existentes esto abraza desde la captación hacia el reservorio. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte. (Agiüero, R.2004)

Las tuberías se suelen tender siguiendo los contornos del terreno, excepto en zonas rocosas, cortes de cañones, se requieren estructuras especiales a lo largo de la ruta de instalación de la tubería, es posible que se requieran CRP, válvulas de aire, válvulas de ventilación, etc. A lo largo de las líneas principales para lograr un mejor rendimiento del sistema. Cada uno de estos elementos debe diseñarse según unas características específicas.

Ventajas

- operación y mantenimiento mínimo, la cual reduce los costos.
- Brinda una calidad de agua a la población beneficiada.
- No utiliza bombas, para bombear el agua.

Desventajas

- La topografía del lugar obstaculiza la colocación de las tuberías. (AGUIRRE and TIXE.2015).

2.2.7.1. Diferentes tipos de líneas de conducción

En base a su topografía y la ubicación de la fuente de agua las líneas de conducción pueden ser de 2 maneras:

- a. Líneas de conducción por gravedad.
- b. Líneas de conducción por bombeo.

2.2.7.1.1. Líneas de Conducción por Gravedad

Las líneas por gravedad se aprovechan al máximo lo que es la energía disponible para poder conducir el caudal necesario, se debe seleccionar el diámetro según corresponda por razones técnicas de diseño, la cual permita menores presiones que la resistencia del material. (GEYER, F.2000)

Uno de los puntos a tener en cuenta es la velocidad de flujo donde nos recomiendan que

no se exceda al valor mínimo de 0.30 m/s para así poder evitar sedimentación en la tubería y como valores máximos de 3 a 5 metros por segundo para evitar daños en las tuberías. (CONAGUA, s.f.)

Las tuberías a utilizar pueden ser de diferentes materiales según sea la necesidad de la obra, como acero, concreto, cloruro de polivinilo (PVC), hierro galvanizado, poliéster reforzado con fibra de vidrio, entre otros (CONAGUA, s.f.). Se recomienda un diámetro de 2 pulgadas para la línea de conducción.

Para poder diseñar la línea de conducción por gravedad debemos tener en cuenta lo siguiente:

- la carga disponible.
- tipo de tubería y diámetro de tubería que sea lo mas resistente posible, que soporte presiones superiores a lo demandada.

Selección de la clase o diámetro de la tubería a emplear capaz de soportar la presión hidrostática ajustarse a la máxima economía.

A. Clases de tubería

La categoría de tubería seleccionada estará determinada por la presión máxima desarrollada en la línea representada por la altura estática. La selección debe considerar tuberías capaces de soportar la presión más alta que pueda ocurrir, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando la presión estática ocurre cuando la válvula de control de la tubería está cerrada. Las tuberías de PVC se utilizan en la mayoría de los proyectos de suministro de agua potable para la población rural.

En la tabla 01, se presentan las clases comerciales de tuberías PVC con sus respectivas cargas de presión

Tabla 1: Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo

CLASE	PRESION MAXIMA DE PRUEBA (m)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: (AGÜERO, P.2004)

Cuando las presiones sean mayores a las que soporta la tubería PVC, cuando la naturaleza del terreno haga anti-econornica la excavación y donde sea necesaria la construcción de acueductos, se recomienda utilizar tubería de fierro galvanizado.

B. Diámetros

Para determinar el diámetro se deben considerar diferentes soluciones y considerar diferentes alternativas desde el punto de vista económico. Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s; y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible.

(HERRERA, A.2005)

Para el cálculo del diámetro de la tubería se utilizará la fórmula de la ecuación de continuidad. Para tuberías que trabajen a presión, es recomendable usar la fórmula de Hazen y Williams, con los siguientes coeficientes de fricción:

fierro galvanizado: 100

PVC: 150

$$Q = 0.2787 * C * D^{2.63} * S^{0.5} \dots \text{(Ec. 08)}$$

Las velocidades mínimas que favorezca la auto limpieza no serán menores de 0.60 m/s y la máxima será de 5 m/s, siempre que el flujo no transporte material fino. (CARE/AVINA 2012; MCWS 2004)

Y para obtener los diámetros mínimos y máximos de la tubería, se va a emplear la fórmula de la continuidad:

$$Q = V * A \dots \text{(Ec. 09)}$$

$$D = \sqrt[4]{\frac{Q}{\pi * V}} \dots \text{(Ec. 10)}$$

C. Estructuras complementarias

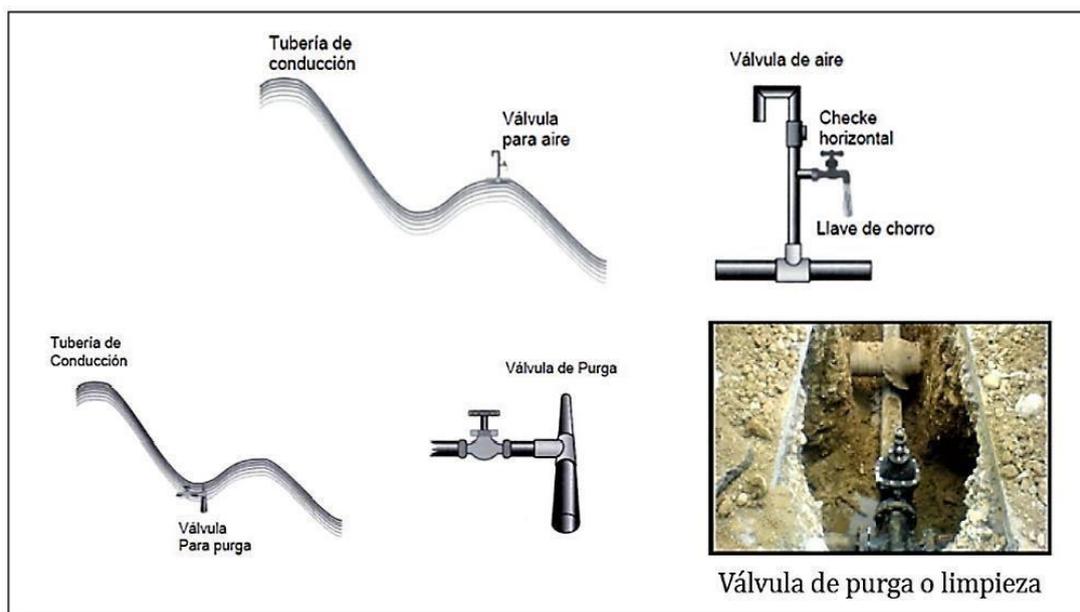
- Válvulas de aire

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para solucionar este fenómeno se requiere instalar válvulas de aire. Debido al costo elevado de las válvulas automáticas, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente. (HERRERA, A.2000)

- Válvulas de purga

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

Figura 6: visualización de las Válvula de aire y de purga en línea de conducción:



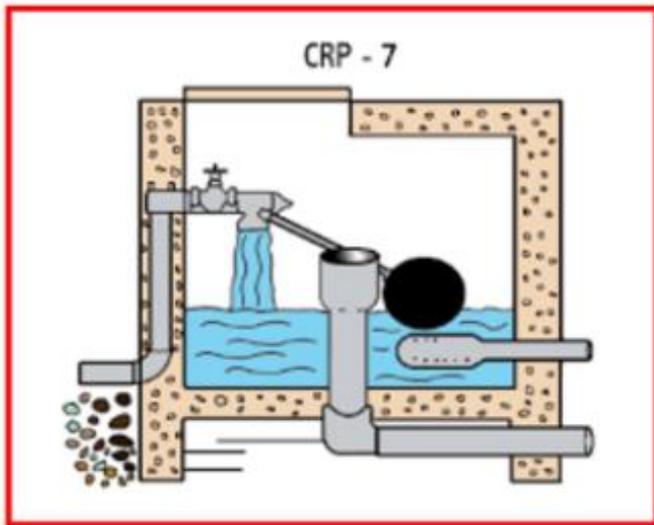
Fuente: (USAID ,2016)

- Cámara rompe presión

En puntos donde existe un desnivel entre la captación y la línea de conducción, pueden ocasionar presiones máximas, donde la tubería no puede resistir en este caso es necesario la instalación de las cámaras rompe presión CRP estas deben cumplir su función de

disipar la energía y reducir la presión a cero, con la única finalidad de evitar daños a la tubería.

Figura 7: Cámara rompe presión tipo 7



2.2.8. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

El reservorio es una estructura que cumple dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y mantener la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente (AGÜERO, R. 2004; USAID 2016).

Su diseño y construcción varía y está influenciado por las condiciones del suelo, los materiales disponibles en la región y la mano de obra disponible, etc. Pueden estar localizados antes o después de la planta de tratamiento, si es que existe ésta, sin embargo, independientemente de la fuente de agua utilizada, se recomienda aplicar una desinfección directa. (GIZ, B. 2017).

2.2.8.1. Consideraciones Básicas

Uno de las consideraciones para el diseño es la ubicación y que tipo de reservorio se va construir y en qué condiciones.

A) CAPACIDAD DEL RESERVORIO

Para determinar la capacidad del reservorio se debe tener en cuenta la compensación por cambios climáticos, accidentes por incendio, para cubrir daños e interrupciones de las tuberías de respaldo, así como la función del reservorio como parte del sistema. El

reservorio debe ser capaz de satisfacer plenamente la demanda máxima de consumo y todos los cambios en el consumo registrados durante un período de 24 horas. Si, durante las reparaciones pertinentes, se pueden producir daños en la tubería de agua, lo que resulta en un suministro de agua insuficiente, se recomienda agregar energía adicional para restaurar el suministro de agua. (ACOSTA, A.1990)

B) TIPOS DE RESERVORIOS

Hay diferentes tipos los más comunes son los reservorios elevados, apoyados y enterrados. Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo.

Figura 8: reservorio y tanque de cloración



Tapa de acceso: esto lo adecuan para que se pueda realizar la limpieza y el mantenimiento del reservorio, esta tapa se debe diseñar con la finalidad de poder cerrar para evitar que algunas personas la puedan maniobran y pueda causar algún tipo de malestar en la comunidad.

Tubería de ventilación: esta tubería debe terminar en una curva descendente (ventilación de cuello de cisne) y estar protegidos por pantallas para evitar que contaminantes o animales entren al reservorio.

Bomba de agua y tanque de presión: Este tipo de elementos se utilizan en tanques enterrados que necesitan extraer agua de un nivel más profundo para su distribución a la

población (CARE/AVINA 2012; MCWS 2004)

C) CASETA DE VÁLVULAS

i. Tubería de llegada

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by - pass para atender situaciones de emergencia.

i. Tubería de salida

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población (JORDAN, J.2000)

ii. Tubería de limpia

Esta tubería tiene que tener un diámetro la cual proporcione la limpieza del reservorio en un tiempo no mayor a dos horas. (JORDAN, J. 2000)

iii. Tubería de rebose

La tubería de rebose se empalmará con la tubería de limpia y no se necesitará de ninguna válvula, permitiendo la descarga de agua en cualquier momento.

iv. Volumen

Para el cálculo del volumen se considera el 25 % del volumen del caudal máximo diario

$$Valmac = 0.25 * \frac{Q_{md} * 86400}{1000} \quad .. \quad (Ec. 11)$$

El volumen y la ubicación del reservorio son otros dos puntos a considerar para un diseño adecuado. Para determinar la capacidad del tanque de agua se deben tener en cuenta los siguientes factores: cambios en el consumo y suministro de agua, previsiones de respaldo en caso de interrupciones en el suministro de agua, situaciones de emergencia en caso de incendio, etc.

Los reservorios de agua potable en las zonas rurales son de manantiales y por sistema por gravedad, estas suelen estar ubicadas cercanas a la población.

Criterios que debemos tener en consideración para su diseño del reservorio de agua.

-su forma circular tiende ser más económica y más eficiente de área/perímetro.

-La ubicación del reservorio debe estar protegida de las aguas superficiales (lluvias).

-Debe contar con una tubería de desvío de agua o bypass para mantener el servicio de agua.

-Es indispensable tener un borde libre en el reservorio de 0.30 metros para poder colocar un tubo de ventilación. (BHARDWAJ & METZGAR 2001; MCWS 2004; WHO 1996b)

v. TRATAMIENTO

La mayoría de las aguas requieren tratamiento para cumplir con los requisitos de agua pura y de calidad para el consumo humano, por lo que la mayoría de los sistemas de agua potable tienen pozos de tratamiento que dependen de la calidad del agua (por ejemplo, cloración mínima). (FAIR, G.1989)

vi. Operación y mantenimiento del reservorio

La operación es el conjunto de acciones adecuadas y oportunas que se efectúan para el funcionamiento en forma continua y eficiente del reservorio, para poner en operación, abrir la válvula de entrada al reservorio y la salida hacia la red de distribución, la operación se realiza luego de la limpieza y desinfección de la parte interna del reservorio de almacenamiento, el mantenimiento se realiza con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en las instalaciones, de manera preventiva y correctiva, se recomienda las actividades de mantenimiento (Agüero R. , 2004).

La tapa del reservorio de agua debe contar con un borde elevado para así evitar que puedan ingresar partículas contaminantes en el tanque cuando hay presencia de lluvias. Además, la tapa del tanque de agua debe estar con un candado para evitar que alguien use el agua para fines personales, como lavar o introducir objetos, que puedan perjudicar la calidad del agua. (WHO. 1996)

2.2.9. RED DE DISTRIBUCIÓN

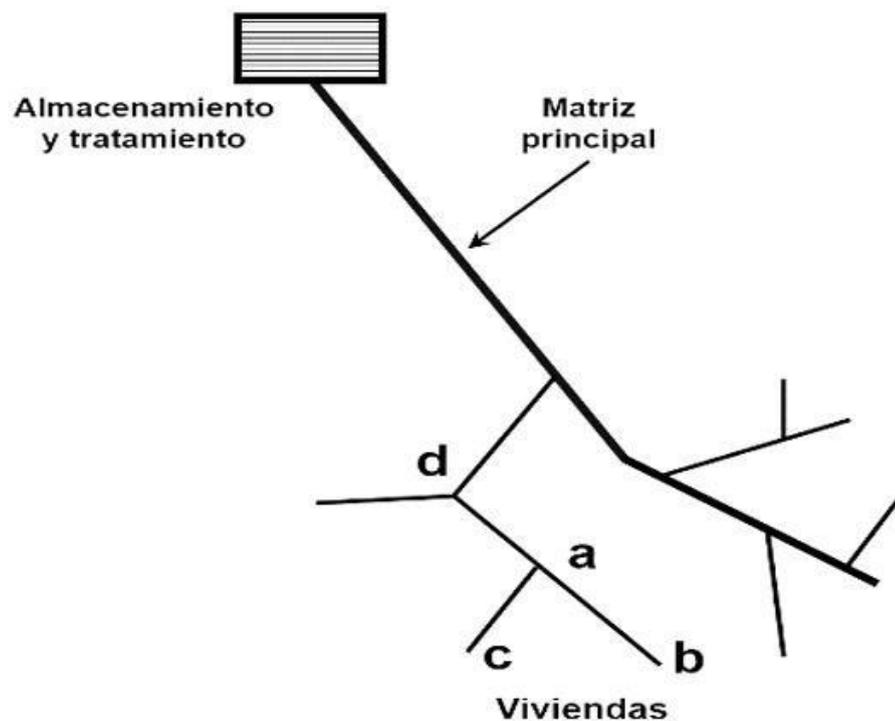
La red de distribución está compuesta por un conjunto de tuberías, de igual o diferentes diámetros con una capacidad de suministrar el agua en cantidad y calidad a los usuarios, en poblados rurales no se incluye dotación adicional para combatir incendios, la red de distribución tendrá la capacidad de conducir el caudal máximo horario (Q_{mh}). (MVCS, 2018).

2.2.9.1. TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

Red de distribución abierta

Consiste básicamente de una tubería principal que se instala en la zona de mayor consumo, disminuyendo de diámetro a medida que se aleja de la fuente o del tanque de regularización, de esta tubería parten otras de menor diámetro llamadas secundarias o de relleno para completar la red, esta red tiene la forma de esqueleto de pescado, se recomienda para localidades pequeñas, donde la población es muy dispersa (rancherías, localidades rurales, etc.) (Rodríguez, P.2001).

Figura 9: Red de distribución abierta



Fuente: (USAID, 2016)

▪ Red de distribución cerrada

En el sistema cerrado o mallado el agua circula por un conjunto de tuberías que están interconectadas en forma de malla, creando un sistema cerrado, con buena eficiencia en presión y caudal, en este caso no hay puntos muertos y los tramos se abastecen por ambos

extremos logrando menores pérdidas de carga. (AGÜERO 1997; AGUIRRE 2015; USAID 2016)

▪ **Denominación de las tuberías**

✓ **Tubería matriz**

Es la que arranca de un reservorio principal para alimentar un circuito primario.

✓ **Tubería principal**

Es la que alimenta a las a los reservorios reguladores del agua.

Tubería secundaria

Forman los circuitos básicos que conforman el relleno (tubería de servicio).

2.2.10. TIPOS DE CONSUMO

2.2.10.1. Consumo Doméstico

Este tipo de consumo varía según los usos que se le da la población al agua, para sus usos de higiénicos, etc. Es difícil establecer una cifra como puede apreciarse; sin embargo, en nuestro país se estima que el consumo de agua para uso doméstico anda entre 75 y 100 lts/hab/día, la cantidad básica para el consumo doméstico, que incluye necesidades fisiológicas, usos culinarios, lavado de ropa y utensilios, sistemas de calefacción y acondicionamiento de aire, riego de plantas y jardines privados, aseo de la vivienda, etc. (Rodríguez, P. 2001).

2.2.10.2. Consumo Público

Este consumo se refiere al de los edificios e instalaciones públicas tales como: escuelas, mercados, hospitales, jardines, servicio contra Incendios. En nuestro país Perú se estima entre el 20 y 30 % del consumo doméstico. El consumo público normalmente es excesivo debido a descuidos, pues el desperdicio en tales usos públicos se debe a daños en tuberías, llaves o accesorios cuya reparación inconscientemente se retarda. (Rodríguez, P.2001).

2.2.10.3. Consumo industrial

Depende del grado de industrialización y del tipo de industria, grande o pequeña. En muchos casos, las zonas industriales conducen al desarrollo urbano, lo que aumenta el consumo de agua. El consumo de agua industrial está influenciado por la cantidad, el precio y la calidad disponibles.

. En general las grandes industrias se abastecen en forma particular de sus propios

sistemas sin gravitar sobre el sistema general de la población. (Rodríguez, P.2001).

2.2.10.4. Consumo Comercial

Esto se basa en la cantidad y tipo del comercio que se da en la población.

2.2.11. VARIACIONES DE CONSUMO

El consumo de agua es variable durante la época del año, donde se pueden presentar variaciones durante todo el día, por eso es necesario realizar el cálculo de los gastos máximos horarios y de los máximos diarios.

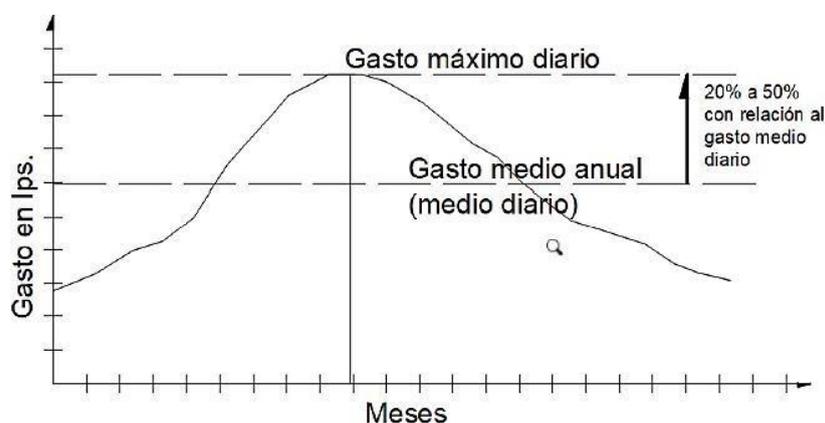
El consumo de agua en un lapso de tiempo varía de acuerdo a varios factores, entre los que se puede mencionar el clima, desperdicios y fugas, ausencia de micro medición (medidores), características propias de la población, actividades domésticas, días de trabajo, etc. (Rodríguez, P.2001).

En los sistemas de abastecimiento de agua por conexiones domiciliarias, los coeficientes de variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada. De lo contrario se pueden considerar los valores definidos de acuerdo a las normativas vigentes. (RNE, 2017).

a. Variación diaria

La variación diaria se manifiesta como un coeficiente del gasto medio anual y está relacionada al cambio de la temperatura y distribución de las lluvias en la región y se le llama coeficiente de variación diaria, cuyo valor se puede obtener estadísticamente, en el eje de las “x” se presentan los meses del año y el eje de las “y” se aprecian las demandas o gastos (figura 13). (Rodríguez, P.2001).

Figura 10: Coeficiente de variación diaria



Fuente: Rodríguez (2001)

Son aquellas variaciones obtenidas durante un día de una semana, estas se dan por variaciones de clima concurrencia a centros de trabajo, ocupaciones domésticas, etc. Estas variaciones son de gran importancia para un sistema de abastecimiento de agua, por lo que es necesario establecer el coeficiente de máxima duración diaria K1, definido por:

$$K1 = \frac{\text{Caudal maximo diario}}{\text{caudal medio diario}} \quad \dots \quad (\text{Ec.12})$$

Según el reglamento nacional de edificaciones recomienda tomar el valor de **K1 = 1.3**, para la elaboración de proyectos de agua y alcantarillado.

b. Variación horaria

Son las variaciones que se presentan en el consumo horario durante un día, estas se deben a la variabilidad de actividades que la población realiza normalmente.

Este tipo de variaciones son las más notorias en zonas pequeñas debido a que no presentan un consumo uniforme durante el día, así, por ejemplo, durante las cero horas hasta las cuatro horas del día, el consumo es mínimo, lo que no sucede entre las siete y doce horas. **(Rodríguez, 2001).**

La determinación de las variables del sistema de agua es de gran importancia para el consumo de agua y es determinado por el coeficiente de máxima demanda horaria (K2) Donde:

$$K2 = \frac{\text{Caudal maximo horario}(Q_{mh})}{\text{caudal medio diario}(Q_{md})} \quad \dots \quad (\text{Ec.13})$$

El reglamento nacional de edificaciones recomienda tomar el valor de **K2 entre: 1.8 – 2.5**, para estudios de proyectos o investigaciones.

2.2.12. cálculo de caudales de diseño

a) Caudal medio: es el caudal calculado para la población proyectada (Población de diseño) con sus ajustes y la dotación bruta o dotación Per Cápita, expresado en L/s.

Dicho caudal es utilizado para diseñar el Reservorio.

Caudal medio (Q_m) = Población total x Dotación per cápita. (Ec.14)

b) Caudal máximo diario

Es el máximo consumo que se espera que realice la población en un día y se calcula como un factor de ampliación (K_1) del Q_{maxd} . (Rodríguez, 2001).

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m \dots \text{(Ec. 15)}$$

Donde:

Q_{maxd} = Caudal máximo diario, en L/s

Q_m = Caudal medio, en L/s

K_1 = Coeficiente de variación diaria.

c) Caudal máximo horario (Q_{mh})

El caudal máximo horario Q_{maxh} , el cual se define como el consumo máximo registrado durante una hora en un periodo de un año, dicho caudal es utilizado para diseñar la Línea de Aducción y Línea de Distribución.

$$Q_{mh} = Q_m \times K_2 \dots \text{(Ec. 16)}$$

Donde:

Q_{maxh} : Caudal máximo horario (L/s)

Q_m : caudal medio (L/s)

K_2 : coeficiente de variación horaria

2.2.13. DENSIDAD POBLACIONAL

La densidad de población también denominada población relativa, se refiere al número promedio de habitantes de un área rural o urbana en relación a una unidad de superficie dada. Es decir, mide el número de habitantes que viven por hectárea y se calcula a través de la siguiente fórmula: (INEI)

$$\text{Densidad poblacional} = \text{Número de habitantes} / \text{superficie} \dots \text{(Ec. 17)}$$

Considerando lo siguiente:

Densidad Unifamiliar < 330 Hab./ha

Densidad Multifamiliar > 330 Hab./ha

2.2.14. funcionamiento hidráulico de las redes de distribución

Las redes de distribución de agua potable indistintamente de la ciudad o localidad al que abastece y de su configuración topológica, debe diseñarse para que durante la operación brinde un correcto funcionamiento hidráulico en el periodo de vida útil para el cual fue diseñado, para que ocurra de esta manera hay ciertas normas técnicas, las cuales si pueden diferenciarse de un país a otro, pero que en términos generales convergen en principios básicos; que van a permitir determinar si el funcionamiento hidráulico de la red es el óptimo o no. (Álvarez, J.2016). según RNE, que a través de la norma OS.050 Redes de distribución de agua potable, menciona lo siguiente en cuanto a los parámetros hidráulicos:

a) Velocidad

velocidad mínima deberá ser de 0.6 m/s y la velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

b) Presiones

La presión estática no debe ser mayor que 50 m en cualquier punto de la red, y la presión dinámica no debe ser menor de 10 m. (OS.050 Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018)

2.2.15. Elaboración de la simulación hidráulica

a) Aplicación de WaterCAD

esta aplicación nos permite modelar sistemas de distribución de agua potable e impulsión de fluidos para analizar los fenómenos hidráulicos. Sus aplicaciones incluyen suministro de agua, distribución de agua en sistemas de riego, protección contra incendios y transporte de fluidos a diversas presiones. Actualmente existen diversos programas para modelar redes de agua: desde redes libres (como Loop y Epanet) hasta redes comerciales (como Mike Net, WaterCAD, etc.). (Sánchez, 2013).

Por otro lado, se dispone de aplicaciones de los modelos matemáticos. Estas permiten las siguientes tareas:

- Analizar el estado actual de la red y detectar los problemas que se presenten en el sistema.
- Planificar mejoras para la red de distribución.
- Mejorar las condiciones de operación de la red.

- Nos determina la presión en cada nudo.
- Nos brinda la a pérdida de carga total.
- Diámetros optimizados.

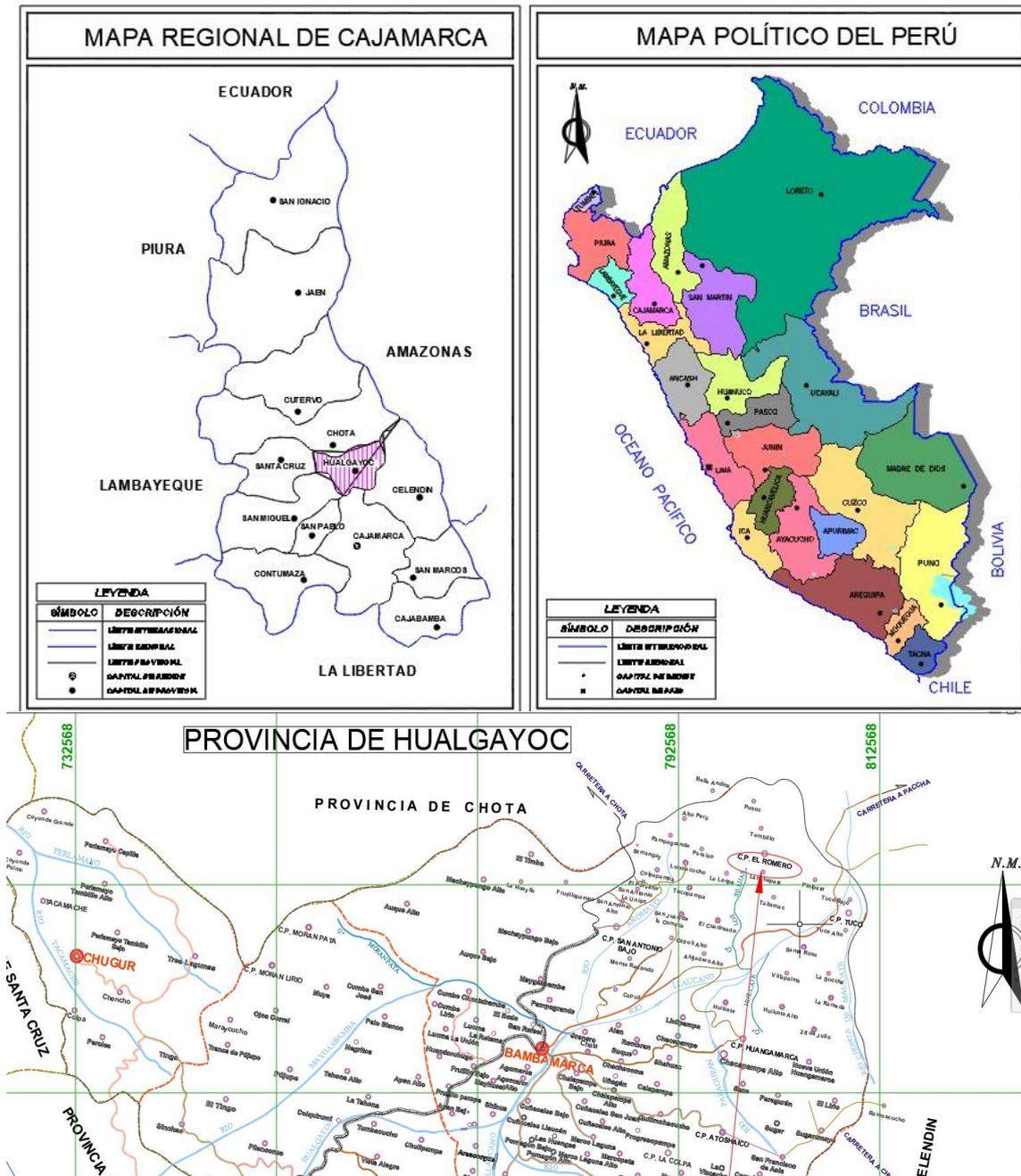
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El centro poblado el Romero se ubica en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, la cual está a una altitud de 2697 m.s.n.m., la ruta de acceso al centro poblado el Romero no está afirmada, el Romero es una zona rural perteneciente al distrito de Bambamarca, se ubica a una distancia de 17km.

Figura 11. Ubicación geográfica Cajamarca - Perú



3.1.2. Vías de acceso

Las vías más directas y en mejor estado para llegar al centro poblado el Romero se detalla

en la siguiente tabla:

Tabla 2: Vías de acceso al C.P el Romero

Desde	Hasta	Tipo de vía	km	Tiempo
Cajamarca	Hualgayoc	asfaltada	86	2h y 60 minutos
Hualgayoc	Bambamarca	Asfaltada	17	30 minutos

Figura 12 acceso por vías al centro poblado El Romero



3.1.3. Clima

El centro poblado el Romero, presenta un microclima correspondiente a la región quechua, por encontrarse entre los 2300 a 3500 m.s.n.m. el clima es sub húmedo y templado, presentándose las precipitaciones generalmente entre los meses de octubre a mayo. En estos lugares la temperatura varía entre los -4°C y los 26°C .

3.1.4. topografía

El área de influencia de estudio se encuentra ubicado en las laderas de un pequeño valle interandino la topografía es de tipo ondulada, geológicamente el terreno corresponde a depósitos con presencia de tierra orgánica.

Figura 12 Vista panorámica centro poblado El Romero



3.1.5. Economía

En la localidad del centro poblado el Romero se desarrollan actividades de agricultura

(maíz, arveja, frejol, papa, etc.), ganadería (vacunos, caprinos), apicultura, actividades de comercio local, mayormente la población se dedica a la producción de leche.

3.1.6. Vivienda

Las viviendas están construidas de adobe 85% de ladrillo 15%, los techos son de calamina 60%, teja de arcilla 40%, en cuanto los pisos tenemos que en tierra alcanza el 90% y con concreto el 10%.

3.1.6. Población

El centro poblado el Romero tiene una población 300 habitantes (DATASS-Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural)

3.1.7. Instituciones

El centro poblado El Romero cuenta con las siguientes instituciones.

- Institución Educativa Secundaria “Julio Cesar Tello”
- Institución Educativa Primaria N°82698.
- Institución Educativa Inicial” los girasoles “.
- Iglesia.
- Casa de Rondas.

3.1.8. Servicios

El centro poblado del Romero cuenta con los siguientes servicios.

- Agua potable.
- Luz eléctrica.
- Cuenta con una pequeña Posta Médica.
- Sus unidades básicas aún son con letrinas.

3.2. Materiales y Equipos y Softwares utilizados:

Materiales

- Se utilizaron herramientas que no permitan registrar todos los datos para la evaluación del estado actual que se encuentra el sistema de agua potable del Romero.
- Formatos de pequeñas encuestas para obtener la información acerca de cómo realizan el mantenimiento del sistema.

Equipos

- Wincha de mano

- Libreta de apuntes
- Estación total
- Manómetro
- Cámara fotográfica

Softwares

- AutoCAD Civil 3D – 2020
- Microsoft Office 2020
- WaterCAD V8

3.3. Metodología de Trabajo

Procedimiento para el desarrollo de la investigación.

La investigación es un trabajo de nivel descriptivo, en la cual se procedió a reconocer en su totalidad el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado del Romero, se evaluó las estructuras a partir de los resultados obtenidos se planteará soluciones de mejoral para el sistema. Así mismo realizar un análisis exhaustivo de las actividades que realizan en el mantenimiento de las pequeñas obras de artes del sistema de agua del centro poblado el Romero – Bambamarca.

3.3.1. Reconocimiento y descripción del estado actual del sistema de agua potable del centro poblado el Romero.

Implica realizar el reconocimiento de todas las obras de arte que conforman el sistema de agua del Romero así mismo determinar el estado actual del sistema e identificar zonas deterioradas que requieren solución, se estimará el caudal de consumo lo que nos permitirá evaluar hidráulicamente, con la finalidad de realizar algunas mejoras en la calidad del servicio de agua potable en la zona del Romero.

A. Captación.

Durante la visita a la captación denominada “**agua blanca**” se pudo determinar, que esta captación cuenta con un cerco de púas, solo cuenta con cámara húmeda no tiene cámara seca. A menudo se realizan las actividades de mantenimiento en la captación.

B. Conducción

Se iso un recorrido de toda la línea de conducción de Agua Potable en presencia del presidente de la JASS, tomandocomo punto de inicio la Captación y como punto final el

reservorio, durante su recorrido por la línea de conducción se pudo constatar que no existe ningún tipo de avería en la tubería.

a) Almacenamiento

Se realizó un análisis completo del estado actual en que se encuentra el reservorio, donde pudimos constatar que el reservorio se encuentra aún en estado óptimo de funcionamiento con unas fisuras pequeñas que pueden ser reparadas, por otro lado, se verificó que la caseta de cloración no está en funcionamiento por falta de conocimiento de cómo realizar la cloración respectiva.

b) Red de distribución

Se evaluó la red de distribución en las conexiones domiciliarias y verificamos que el estado en que se encuentran estas conexiones domiciliarias son muy mal estado, realizamos una capacitación sobre el cuidado y la importancia del agua

3.3.2. Situación actual del Sistema de distribución de agua Potable del centro poblado del Romero

Los datos obtenidos en el lugar se procesaron y analizaron utilizando el Microsoft Excel, además se modeló el sistema de agua potable realizando modelamiento hidráulico (WaterCad).

a. Captación

- ❖ El sistema de agua potable del Romero para el abastecer a la población cuenta con una captación de fondo denominada captación agua blanca.
- ❖ Se realizó 6 aforos de la fuente mediante el método volumétrico, estos aforos se realizaron: 2 aforos en el mes de julio, 2 aforos en el mes de agosto, 2 aforos en el mes de septiembre, todos estos aforos se realizaron a las 6 am obteniendo un caudal de: en julio un caudal de 1.46 l/s, agosto un caudal de 1.43 l/s y en septiembre un caudal de 1.47 l/s, para así obtener un caudal aportante promedio de estudio lo cual se tiene un valor de 1.45 l/s
- ❖ El aforo volumétrico se realizó haciendo uso de un balde de 8 litros, este aforo se hizo la toma en la tubería de limpia de la cámara húmeda.
- ❖ La Captación Agua Blanca, presenta un cerco perimétrico de púas, donde

podemos observar presencia de malezas, pastos, presencia de fisuras del concreto por la falta de mantenimiento que se le da por parte de la comunidad.

Figura 13: Captación de fondo –denominada “Agua blanca”



Figura14: Cámara húmeda - captación agua blanca



b. Conducción

Luego de realizar el aforo de la captación de manantial de fondo y saber el caudal de diseño y las velocidades tanto mínimas como velocidad máxima, se procede a realizar el

cálculo correspondientes de los diámetros de la tubería.

También se realizó el análisis de todo el recorrido que se iso del sistema para poder analizar si existe alguna avería en la línea de conducción si es el caso y ver si cumplen con los criterios de diseño para un eficaz funcionamiento de la línea de conducción.

Almacenamiento

El centro poblado El Romero cuenta con un reservorio para almacenamiento de agua, es de tipo circular con un área de 15.20 m² y una altura de 1.70 m, cuenta con un volumen de 25 m³. Con respecto a su infraestructura es de concreto armado, cuenta con una tapa metálica de medidas 0.80 +0.80cm, por otro lado dado que el centro poblado del Romero no cuenta con micromedidores para determinar los caudales de consumo se empleará otra metodología para así poner calcular los coeficientes de variación de consumo k1, k2, k3. El método empleado para el cálculo del consumo real de la localidad El Romero es mediante la medición de desniveles de agua en el reservorio en intervalos de tiempo de una hora durante todo el día.

Figura 15: Reservorio de concreto



c. Red de distribución

La red de distribución de abastecimiento en el centro poblado el Romero fue construida en el año 2000, donde desde ese año entro en funcionamiento hasta la actualidad, es una red de tipo abierta, es un sistema por gravedad gracias a la topografía accidentada que presenta las tuberías instaladas, son del tipo PVC clase 10 la tubería para las conexiones

domiciliarias es de ½" de diámetro.

Tabla 3: Diámetro, material y longitud de tubería de la red de distribución

Línea de conducción	2 "	119.88 m
Línea de Aducción	1 1/2 "	06.58 m
Red de Distribución	3/4 "	00.00 m
	1 "	00.00 m
	1 1/4 "	00.00 m
	1 1/2 "	2.782.07 m
	2 "	00.00 m
	2 1/2 "	00.00 m
	3 "	00.00 m
	4 "	00.00 m
	TOTAL =	2.782.07 m
Conexiones Domiciliarias	1/2" Viviendas	1.018.07 m
	1/2" Inst. Educ.	46.00 m
	TOTAL =	1.064.07 m

d. Cámara rompe presión

En todo el sistema de agua del Romero existen dos cámaras rompe presiones de tipo 7, estas CRP se encuentran en buen estado. En la presente tabla se especifica los detalles de las CRP.

Tabla 4: camara rompe presion (características)

REPORTE DE PRESIONES EN LAS CAMARAS ROMPE PRESIÓN T7 - SISTEMA (Agua Blanca)						
CRP T7	COTA DE TERRENO (m)	DEMANDA (L/s)	COTA PIEZOMÉTRICA LLEGADA	PRESIÓN (mH2O) LLEGADA	COTA PIEZOMÉTRICA SALIDA	PRESIÓN (mH2O) SALIDA
CRP T7 PROY-1	2.929.41	0.191	2.961.29	31.81	2.929.41	0.00
CRP T7 PROY-	2.906.00	0.114	2.929.35	23.30	2.906.00	0.00

e. Operación y mantenimiento del sistema de agua potable del centro poblado El Romero

En este apartado de operación y mantenimiento del sistema en general de agua potable se evaluó las condiciones necesarias que se requieren para realizar el mantenimiento de estas obras de arte, como es la apertura y el cierre de las válvulas de control.

Se realizó un estudio para identificar a las personas autorizadas para realizar la operación y mantenimiento en el reservorio, incluyendo la responsabilidad de abrir y cerrar las válvulas de control. Además, se investigó el tiempo en que se llevan a cabo las labores de

mantenimiento. Realizamos una encuesta breve y precisa a la Jass del centro poblado el Romero relacionadas a la operación y mantenimiento del sistema.

Preguntas para evaluar la operación y mantenimiento en el sistema de agua potable del centro poblado El Romero (realizada a la Jass)

1. ¿Cada que tiempo se realiza la operación y mantenimiento del sistema?
2. ¿La presión de agua es buena, mala o regular?
3. ¿realizan algún tipo de desinfección en el agua?
4. ¿Cada que tiempo se realiza la operación y mantenimiento del sistema?
5. ¿Qué plan de mantenimiento para las redes de distribución existe?
6. ¿Quién es el encargado de reparar el sistema cuando existe una ruptura de alguna tubería?
7. ¿Cuánto tiempo demoran en reparar la tubería dañada?

CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. información topológica de la red

La recolección de información se llevó a cabo en colaboración con la junta administrativa del servicio de agua potable del Romero, para la cual se obtuvieron los siguientes datos:

- Fotografías de las estructuras como es (Captación, reservorios, CRP tipo 07 y redes de conducción y distribución). (ver Anexo 20 página 105)
- Durante un periodo de 3 meses, se llevaron a cabo el aforo de la captación mediante el método volumétrico (ver anexos 2 página 59)
- Medición del consumo de los usuarios activos del padrón de beneficiarios. (Anexo 3, pag.69)
- Ubicación del reservorio, cotas y cálculo de volumen. (ver página 92)
- Trazo de la red existente del sistema de abastecimiento de agua en formato CAD en la cual se identificó el material el diámetro, ubicación cámara rompe presión tipo 07. (ver Anexos 18)

4.2. Evaluación hidráulica del Sistema de distribución de agua Potable del centro poblado del Romero

a. Captación

La captación es de manantial de fondo cuenta con una protección de cerco de púas, existe presencia de fisuras del concreto y malezas alrededor de la captación.

❖ Caudal de la captación

Los resultados obtenidos de los aforos realizados al manantial de fondo durante 90 días haciendo uso del método volumétrico nos arrojó los siguientes datos:

Tabla 5: Aforos en el manantial

FUENTE DE AGUA	COORDENADAS UTM WGS 84 - 17S		CAUDAL (L/S)
	ESTE	NORTE	
AGUA BLANCA (M1- JULIO)	778,7532.58	927,0099.458	1.46
AGUA BLANCA (M2- AGOSTO)	778,7532.58	927,0099.458	1.43
AGUA BLANCA (M3- SEPTIEMBRE)	778,7532.58	927,0099.458	1.47
TOTAL			1.45

Después de realizar los aforos correspondientes nos arroja un caudal de aforo promedio de **1.45 L/s**, se realizó en los meses de Julio del 2023 hasta septiembre del 2023.

a.1. cámara húmeda de la captación

teniendo datos conocidos sobre el tiempo para emplear calculamos el volumen quedando así:

$$t = 3 \text{ min} = 180 \text{ seg}$$

$$\text{Vol.} = Q * t = 0.66 * 180 = 356 \text{ L}$$

$$\text{Vol} = 0.356 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de la cámara húmeda} = (0.90 \text{ m} \times 0.90 \text{ m} \times 0.80 \text{ m})$$

$$\text{Volumen de la cámara húmeda} = 0.648 \text{ m}^3$$

Donde:

Q, caudal de diseño (L/s) ; t, tiempo de verificación (segundos) Vol., volumen que debe de tener la cámara húmeda.

a.2. Conducción

para realizar los cálculos correspondientes, debemos conocer el caudal máximo diario.

Donde:

$$Q_{\text{maxd}} = 0.66 \text{ l/s L/s}$$

Teniendo el caudal máximo diario procedemos realizar el cálculo correspondiente de los diámetros.

$$D = \sqrt[4]{4 * Q / \pi * V}$$

Datos

$$Q_{\text{maxd}} = 0.66 \text{ L/s} = 0.00066 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Caudal máximo diario)}$$

$$V_{\text{max}} = 3 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{min}} = 0.6 \text{ m/s}$$

$$\sqrt[4]{\frac{4 * Q}{\pi * 3}}$$

$$D_{\text{min}} = \sqrt[4]{\frac{4 * 0.00066}{\pi * 3}} = 0.017 \text{ m} \approx 1.7 \text{ cm} = 3/4''$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * 0.00066}{\pi * 0.6}} = 0.037 \text{ m} \approx 3.7 \text{ cm} = 1 \frac{1}{2}''$$

De los resultados obtenidos podemos concluir que su diámetro mínimo tiene que ser $\frac{3}{4}''$ y su máximo diámetro de $1 \frac{1}{2}''$

Se pudo constatar que el sistema de la línea de conducción es de $1 \frac{1}{2}''$ de diámetro, podemos diferir que si cumple con los rangos de diámetros establecidos según diseño.

b. Reservorio

Se realizaron mediciones de desniveles de agua en el reservorio donde se obtuvo varias lecturas durante cada hora de 6 am a 6pm se puede ver en anexos 6.

- Cálculo del caudal medio

$$Q_m = \frac{\sum Q_i}{nQ}$$

- Primero realizamos las lecturas a las 6 am la primera lectura, esta lectura lo tomamos desde la tubería de rebose hasta el nivel de agua del reservorio
- Segundo obtenemos el total de números de registro nQ de las lecturas del caudal.

$$Q_m = \frac{\sum Q_i}{nQ}$$

$$Q_m = 46.13 \frac{l}{s} / 90$$

$$Q_m = 0.513 \text{ l/s}$$

- Determinación del caudal máximo por hora en el Reservorio

- Altura del nivel de agua en el reservorio de 1.70 m
- Diámetro interno del reservorio (Longitud): 4.4 m
- Caudal de ingreso de captación 1.45 l/s
- Área del reservorio: 15.20 m²

$$A = \pi D^2 / 4$$

Tabla 6: registro de niveles de reservorio.

hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
lectura (cm)	40	46	50	54	62	80	102	110	125	130	142	155	10
variacion (Δ)(m)	0.40	0.46	0.50	0.54	0.62	0.80	1.02	1.10	1.25	1.30	1.42	1.55	0.10
volumen (m ³)	6.08	0.91	0.61	0.61	1.22	2.74	3.34	1.22	2.28	0.76	1.82	1.98	1.52
Qh(l/s)	3.14	1.70	1.62	1.62	1.79	2.21	2.38	1.79	2.08	1.66	1.96	2.00	1.87

Lectura N°01: tomamos una hora en este caso la Hora 10:00 am = 0.62 m

Lectura N°02: de igual manera se toma la hora siguiente 11:00 am = 0.80 m

El consumo de agua se inicia aproximadamente a las 6 am, a partir de ahí se toma en intervalos de una hora hasta las 6 pm, seguidamente realizamos el respectivo calculo para hallar el caudal horario.

$Volumen = (lect\ 2 - lect\ 1) \times Area\ reservorio\ m^2$

$Volumen\ intervalo\ 11:00 - 10:00\ am = (0.80 - 0.62) \times 15.20\ m^2 = 3.13\ m^3$

Esto nos indica que el volumen para las 11am es 3.13 m³

Realizando este método para cada hora durante los tres meses.

Se obtuvo el volumen máximo horario de 3.14 m³ para un tiempo de 90 días.

. El volumen calculado lo convierte a litros por segundo

$$Q_{maxh} = \frac{Q_{mhm^3}}{h} * \frac{1000l}{3600s}$$

$$Q_{maxh} = 3.13 * (1000 / 3600) (L / S)$$

$$Q_{maxh} = 0.87L/S$$

La información procesada de las variaciones de consumo del Romero se puede ver en las tablas de los Anexos 07

❖ A partir de los resultados obtenidos de los caudales máximos horarios, se realizó el cálculo del coeficiente de variación de consumo para un lapso de tiempo de 90 días.

Gráfico 1: consumo máximo horario - julio 2023

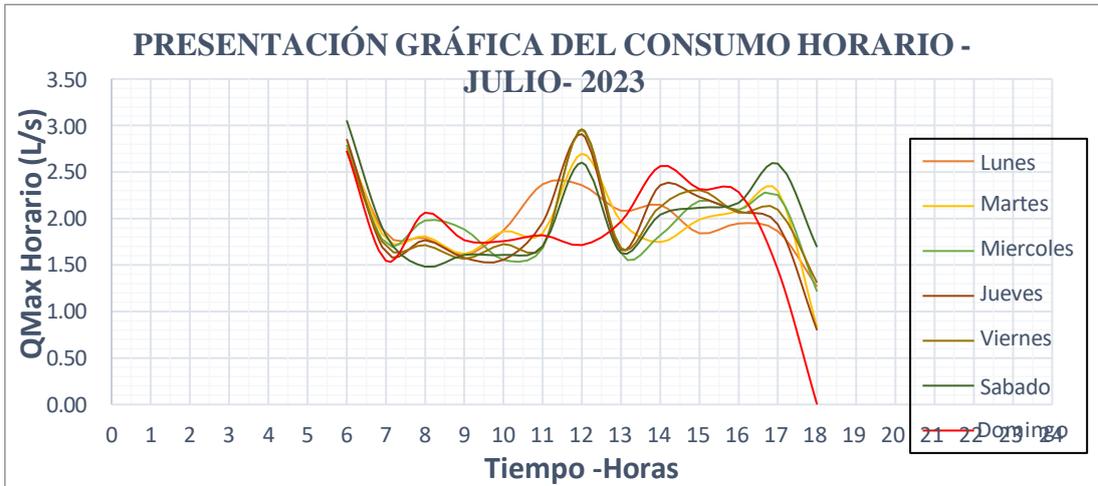


Gráfico 2: consumo máximo horario - agosto 2023

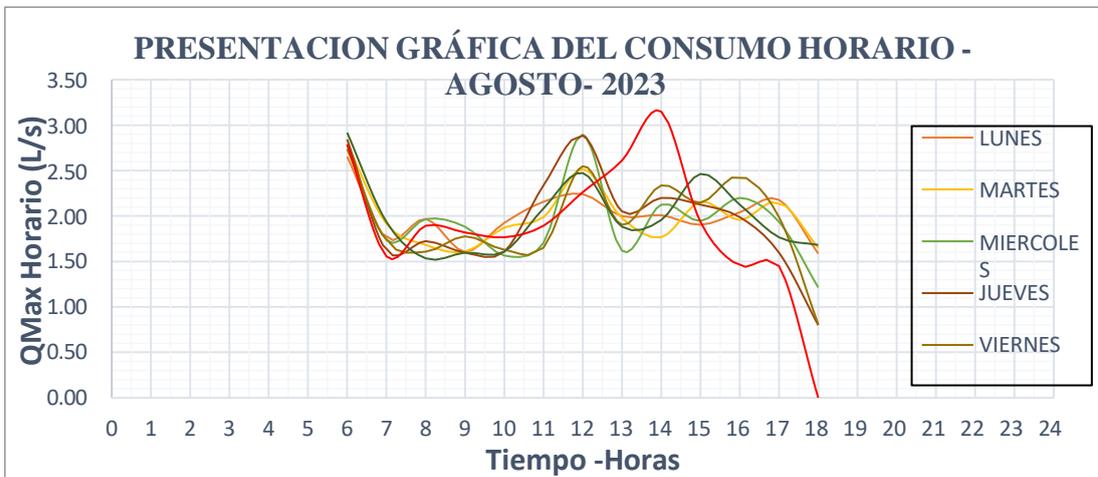
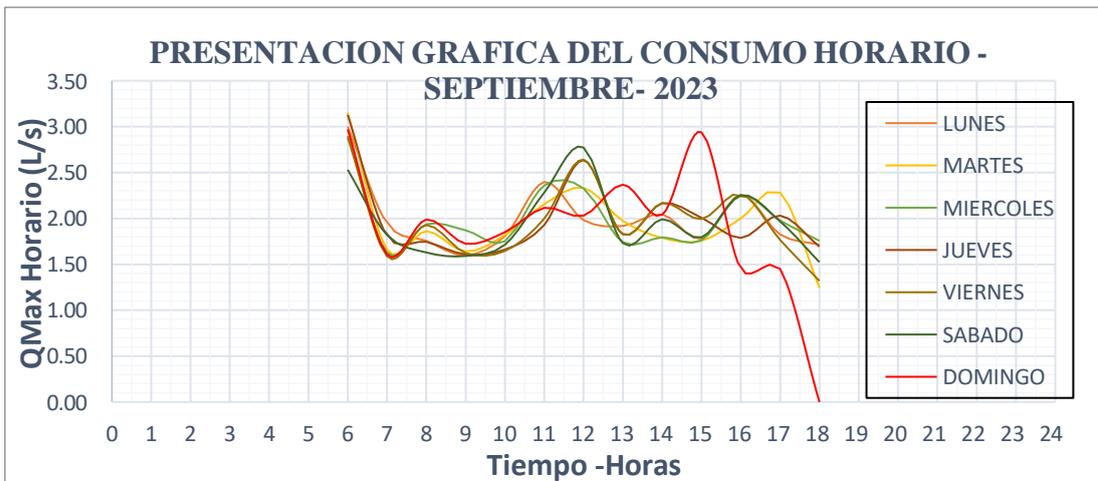


Gráfico 3: consumo máximo horario - septiembre 2023



4.3. Cálculo del coeficiente de variación horario (K2)

Con los resultados obtenidos se procede a realizar el cálculo del coeficiente de variación horaria haciendo uso de la fórmula.

$$K_2 = \frac{Q_{maxh}}{Q_m}$$

$$K_2 = 0.87/0.513$$

$$K_2 = 1.68$$

4.4. Cálculo del coeficiente de variación máximo diario (K1)

Después de registrar el consumo diario, determine el promedio y divida el día con mayor consumo entre este promedio.

Tabla 7: coeficiente de variación (k1)

	MES		
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Máximo	9	8	9
Promedio	6.65	6.20	7.21
Coeficiente Variación diaria K1	1.35	1.29	1.30
K1 promedio = 1.31			

$$K_1 = 1.31$$

Tabla 8: Coeficiente de variación de consumo diario (k1) y horario(k2)

COEFICIENTE DE VARIACION DURANTE EL TIEMPO DE LA INVESTIGACION		
	C.VARIACION DIARIA (K1)	C.VARIACION HORARIA (K2)
JULIO	1.35	1.67
AGOSTO	1.29	1.54
SEPTIEMBRE	1.30	1.68
PROMEDIO	1.31	1.63

El factor de demanda en 1 hora k2, es igual a 1.63 este resultado cumple con lo establecido en RNE, donde nos dice que el k2 se debe encontrar dentro de estos rangos 1.8 – 2.5

El factor K1 igual a 1.31 debe estar dentro del rango 1.2 – 1.5 según RNE.

Cálculo de Caudal Máximo diario (Qmaxd)

Los cálculos se realizaron utilizando las fórmulas de la ecuación

$$Q_{maxd} = Q_m * K1$$

$$Q_{maxd} = 0.513 * 1.31$$

$$Maxd = 0.66 \text{ l/s}$$

Tabla 9: Qm, Qmd, Qmh

<i>Descripción</i>	Qm lts/seg)	Qmaxd lts/seg)	Qmaxh lts/seg)	
Caudales El Romero	0.513	0.66	0.87	
Total	0.513	0.66	0.87	

4.5. Cálculo de la dotación de consumo l/hab/día.

El Centro Poblado el Romero cuenta con 105 familias con una densidad poblacional de 3.21 personas por vivienda lo cual hace un total de 337.05 habitantes.

$$Dotacion = \frac{Q_m * 86400}{hab}$$
$$Dotacion = \frac{0.513 * 86400}{337.05}$$
$$Dotacion = 130.73 \frac{L}{hab} /d$$

4.6. Dimensionamiento del reservorio de acuerdo al caudal máximo diario calculado

Se determino el volumen de reservorio del centro poblado el Romero haciendo uso del diagrama de masa.

$$\%Regulacion = Vr * \frac{100}{43.2}$$

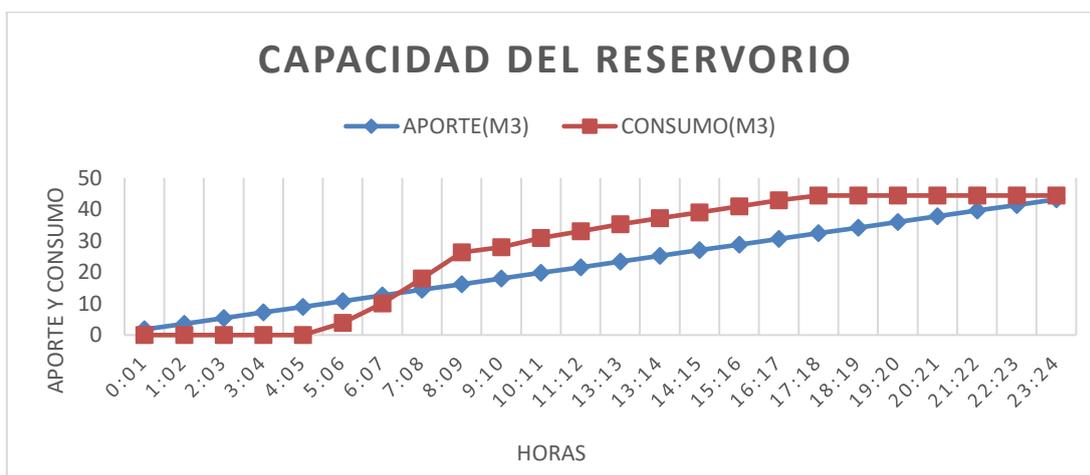
$$\%Regulacion = 21.01 * \frac{100}{43.2}$$

$$\%Regulacion = 48.5\%$$

▪ **Volumen del reservorio haciendo uso del diagrama de masa**

$0.513 \times 86400 = \text{volumen total} / 24$

TIEMPO	%	APORTE		CONSUMO(M3)		VARIACION
		PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	
0:01	4.167	1.8	1.8	0	0	1.8
1:02	4.167	1.8	3.6	0	0	3.6
2:03	4.167	1.8	5.4	0	0	5.4
3:04	4.167	1.8	7.2	0	0	7.2
4:05	4.167	1.8	9	0	0	9
5:06	4.167	1.8	10.8	3.9	3.9	6.9
6:07	4.167	1.8	12.6	6.2	10.1	2.5
7:08	4.167	1.8	14.4	7.89	17.99	-3.59
8:09	4.167	1.8	16.2	8.3	26.29	-10.09
9:10	4.167	1.8	18	1.7	27.99	-9.99
10:11	4.167	1.8	19.8	2.93	30.92	-11.12
11:12	4.167	1.8	21.6	2.14	33.06	-11.46
13:13	4.167	1.8	23.4	2.26	35.32	-11.92
13:14	4.167	1.8	25.2	1.91	37.23	-12.03
14:15	4.167	1.8	27	1.78	39.01	-12.01
15:16	4.167	1.8	28.8	1.91	40.92	-12.12
16:17	4.167	1.8	30.6	1.96	42.88	-12.28
17:18	4.167	1.8	32.4	1.53	44.41	-12.01
18:19	4.167	1.8	34.2	0	44.41	-10.21
19:20	4.167	1.8	36	0	44.41	-8.41
20:21	4.167	1.8	37.8	0	44.41	-6.61
21:22	4.167	1.8	39.6	0	44.41	-4.81
22:23	4.167	1.8	41.4	0	44.41	-3.01
23:24	4.167	1.8	43.2	0	44.41	-1.21
TOTAL	100	43.2				
				VOLUMEN DE EQUILIBRI		21.01



Después de realizar la gráfica del diagrama de masa para calcular el volumen de regulación del reservorio obtuvimos un resultado de 21.01 m³, dado que el reservorio tiene una capacidad de 25 m³ esto conlleva dificultades para suministrar el agua adecuadamente al centro poblado de El Romero.

4.7. Evaluación Hidráulica de la línea de Aducción

Para realizar la evaluación hidráulica de la línea de aducción se considera el caudal máximo horario de 0.87 l/s.

Máx. h = 0.87 L/

V_{max} = 3 m/s

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * 0.00087}{\pi * 3}} = 0.019 m \approx 0.75''$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * 0.00087}{\pi * 0.6}} = 0.043m \approx 1.69''$$

Estos diámetros obtenidos se encuentran dentro del rango establecido.

$$1'' \leq D \leq 2''$$

4.8. Evaluación hidráulica de la línea de distribución

En el sistema de abastecimiento de agua potable del centro de El Romero, se tomaron lecturas dos veces por semana durante un período de 3 meses utilizando manómetros metálicos en las siguientes ubicaciones.

- se toma las lecturas de presión en las viviendas.

a. Distribución

Las medidas tomadas de presión en las conexiones domiciliarias se realizan empleando un manómetro correspondiente.

Tabla 10: Registros de lecturas obtenidas en las viviendas del centro poblado El Romero

Reporte de presiones con manómetro		
Punto	Medida bar	Medida mca
1	1.9	19.38
2	2.61	26.7
3	1.15	49.43
4	1	10.2
5	3.96	40.4
6	0.55	5.61
7	0.55	3.2
8	1.6	48.5

9	1.2	12.24
10	1.5	15.3
11	1	10.2
12	2	20.4
13	2.51	25.6
14	0.6	6.12
15	1.2	12.24
16	0.95	9.69
17	1.15	11.73
18	1.49	15.2
19	0.6	6.12
20	1.5	15.3

Los registros de presión en la tabla N°14, están por debajo de los límites establecidos. Se identificó presión menor de 1.77 mca y una presión superior de 50 mca en las conexiones de las viviendas. (MVCS, 2018).

De acuerdo con las directrices (MVCS, 2018), las presiones en la red de distribución deben estar dentro del intervalo de 5 a 60 mca.

Tabla 13: Reporte de presiones de la red de distribución mediante el software watercad
Reporte de nodos

NOMBRE	ELEVACIÓN	GRADIENTE HIDRÁULICO	PRESIÓN m (H2O)
J-208	2926.26	2964.98	20.38
J-154	2938.15	2964.99	26.4
J-107	2939.18	2964.99	50.1
J-108	2942.13	2964.99	11.3
J-192	2944.62	2964.99	42.2
J-201	2955.34	2964.99	6.71
J-101	2957.55	2964.99	2.41
J-30	2964.24	2964.99	50.2
J-212	2948.25	2964.78	13.21
J-96	2960.78	2964.79	17.3
J-105	2962.29	2963.64	12.2
J-197	2957.05	2963.64	22.9
J-106	2954.99	2963.24	27.3
J-103	2940.14	2963.24	8.12
J-184	2938.3	2963.24	12.2
J-102	2930.03	2963.24	10.6
J-178	2928.27	2963.24	11.7
J-202	2914.56	2963.24	15.4
J-53	2912.08	2963.24	6.1

J-54	2912.68	2963.24	16.4
------	---------	---------	------

Tabla 14: Calibracion de presiones

NOMBRE	P Simulada(mca)	P Medida (mca)	Error Mca
J-208	20.38	19.38	1
J-154	28.2	26.7	1.5
J-107	50.1	49.43	0.67
J-108	11.3	10.2	1.1
J-192	42.2	40.4	1.8
J-201	6.71	5.61	1.1
J-101	1.77	2.41	0.64
J-30	50.2	48.5	1.7
J-212	13.21	12.24	0.97
J-96	17.3	15.3	2
J-105	12.2	10.2	2
J-197	22.9	20.4	2.5
J-106	27.3	25.6	1.7
J-103	8.12	6.12	2
J-184	13.1	12.24	0.86
J-102	10.6	9.69	0.91
J-178	13.1	11.73	1.37
J-202	15.4	15.2	0.2
J-53	8.2	6.12	2.08
J-54	16.4	15.3	1.1

Para garantizar la calibración, nuestro error relativo es menor a lo que establece el autor. (Walski, T.200),

Según el MVCS, se estipula que la velocidad en la red de distribución no exceder los 0.60 metros por segundo (m/s) como mínimo y 3 metros por segundo (m/s) como máximo. En nuestro análisis utilizando WaterCAD, hemos obtenido las siguientes velocidades. (MVCS, A. 2018).

Tabla 15: Velocidades en la tuberías de la red

RESULTADO DE CAUDALES Y VELOCIDADES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN - SISTEMA (Agua Blanca)

RESULTADO DE CAUDALES Y VELOCIDADES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN - SISTEMA (Agua Blanca)							
PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL	LONGITU D (m)	Ø Interior (mm)	Ø Nominal (pulg)	Darcy (e)	CAUDA L (L/s)	VELOCIDA D (m/s)
RESERVORIO-1	J-30	6.58	38.01	1 1/2	0.035	0.801	1.1340
J-30	J-96	27.58	38.01	1 1/2	0.035	0.770	1.0920
J-96	J-105	158.49	38.01	1 1/2	0.035	0.763	1.0920
J-105	J-106	55.55	38.01	1 1/2	0.035	0.755	1.0710
J-35	J-36	7.07	38.01	1 1/2	0.035	0.709	1.0080
J-106	J-35	74.28	38.01	1 1/2	0.035	0.717	1.0080
J-36	J-86	20.62	38.01	1 1/2	0.035	0.702	0.9870
J-86	J-59	55.75	38.01	1 1/2	0.035	0.694	0.9870
J-39	J-40	7.73	38.01	1 1/2	0.035	0.679	0.9660
J-59	J-39	17.21	38.01	1 1/2	0.035	0.687	0.9660
J-90	J-91	23.90	38.01	1 1/2	0.035	0.664	0.9450
J-40	J-91	103.89	38.01	1 1/2	0.035	0.671	0.9450
J-92	J-93	24.96	38.01	1 1/2	0.035	0.442	0.6300
J-93	J-90	122.57	38.01	1 1/2	0.035	0.450	0.6300
J-66	J-67	13.59	38.01	1 1/2	0.035	0.427	0.6090
J-67	J-92	56.88	38.01	1 1/2	0.035	0.435	0.6090
J-75	J-66	14.68	38.01	1 1/2	0.035	0.420	0.5880
J-17	J-75	19.03	38.01	1 1/2	0.035	0.412	0.5880
J-16	J-17	2.77	38.01	1 1/2	0.035	0.404	0.5670
J-16	J-63	13.53	38.01	1 1/2	0.035	0.397	0.5670
J-38	J-45	7.75	38.01	1 1/2	0.035	0.381	0.5670
J-45	J-63	26.40	38.01	1 1/2	0.035	0.389	0.5670
J-95	J-38	34.59	38.01	1 1/2	0.035	0.305	0.5670
J-15	J-47	8.33	38.01	1 1/2	0.035	0.290	0.5670
J-47	J-95	26.74	38.01	1 1/2	0.035	0.298	0.5670
J-14	J-15	2.51	38.01	1 1/2	0.035	0.282	0.5670
J-31	J-14	6.55	38.01	1 1/2	0.035	0.275	0.5670
J-41	J-31	7.42	38.01	1 1/2	0.035	0.267	0.5670
J-42	J-41	7.49	38.01	1 1/2	0.035	0.259	0.5670
J-19	J-42	7.44	38.01	1 1/2	0.035	0.252	0.5670
J-12	J-19	3.33	38.01	1 1/2	0.035	0.221	0.5670
J-87	J-88	20.79	38.01	1 1/2	0.035	0.206	0.5670
J-90	J-88	107.02	38.01	1 1/2	0.035	0.214	0.5670
J-26	RP T7 PROY	9.85	38.01	1 1/2	0.035	0.191	0.5670
CRP T7 PROY-1	J-60	12.67	38.01	1 1/2	0.035	0.191	0.5670
J-60	J-87	44.31	38.01	1 1/2	0.035	0.198	0.5670

Fuente: Softwares WaterCAD

Las velocidades en las redes de distribución deben mantenerse entre 0.6 m/s y 3 m/s por segundo, y así asegurar un funcionamiento óptimo del sistema

4.9. Operación y mantenimiento del Sistema de Agua Potable del centro poblado el Romero

Los encargados de realizar las actividades de operación y mantenimiento del sistema de agua potable del centro poblado El Romero son elegidas por la junta administrativa, ya sea que forme parte de la junta administrativa o alguno de los usuarios que dispongan de su tiempo el día programado, el mantenimiento de las estructuras del sistema de agua potable del centro poblado El Romero lo realizan de la siguiente forma.

- La captación se realiza mantenimiento cada 6 meses.
- Reservorio cada 3 a 6 meses.
- Cuentan con equipo de coloración, pero no lo realizan.

4.10. Situación actual de la Junta Administrativa de la zona del Romero.

La administración actual del sistema de agua de la localidad de Romero está reconocida como: Organización Agua blanca – Romero, la cual su función es de mantener y operar el y Los miembros de la junta directiva, estas autoridades son elegidas cada año.

4.11. Discusión de los resultados

a. Reservorio

en el proceso de evaluación del reservorio fue notorio donde pudimos constatar que la apertura de la válvula de control se hace a las 6am y el cierre se a las 6pm. Con la única finalidad que durante ese tiempo hasta el siguiente día almacene el volumen requerido para el día siguiente y a si satisfacer sus necesidades de la población. Las variaciones de consumo calculadas fueron de k1, igual a 1.31 de tal forma el k2, es igual 1.63 (MVCS, 2018)

b. Red de Distribución

En el estudio se determinó que el 15% de las presiones dinámicas en la red de distribución están por debajo de los 5 metros columna de agua (mca), lo cual no se ajusta con las recomendaciones del (MVCS, 2018).

Durante la evaluación hidráulica, empleando el software wáterCat se pudo identificar una

presión mínima existente en la línea de distribución de 1.77 mca y presión máxima de 50 mca. Por otra parte, se calculó las velocidades donde como resultado tenemos que la velocidad más baja de 0.3 m/s y una velocidad máxima de 1.13.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al realizar la evaluación de todo el sistema de agua potable del Romero, se concluye que el funcionamiento del sistema es un tanto defectuosa, se obtuvieron tramos donde las presiones como la mínima varia de lo normal dando un resultado de 1.77mca y velocidades mínimas de 0.3 m/s. esto conlleva a que la tubería exista presencia de sedimentación.
- Se concluye que el centro poblado el Romero está ubicado en la zona rural perteneciente a al distrito de Bambamarca, su actividad económica predominante es la ganadería, sus viviendas son de adobe, para que realicen el mantenimiento del sistema dan una cuota mensual de 2 soles por cada beneficiario.
- Con relación a los caudales de diseño se concluye para el periodo estudiado de 90 días del centro poblado el Romero nos da un cálculo del caudal medio de 0.51 l/s; su caudal máximo horario de 0.87 l/s; caudal máximo diario de 0.66 l/s, se determinó sus coeficientes de variación de consumo dándonos un K1 igual a 1.31, k2 igual 1.63 y k3 igual 2.14.
- Se analizó la operación y mantenimiento del sistema en la cual se pudo determinar que no existe un personal capacitado que pueda realizar a cabalidad las tareas de mantenimiento a las obras de arte existente en el sistema; no tienen un orden de trabajo porque realizan mantenimiento del sistema de tiempo en tiempo, en cuanto a la junta directiva de sistema agua blanca no hacen un seguimiento en general para ver las dificultades que tienen en el tema de cloración y como realizarlo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los futuros investigadores que estudien los sistemas de abastecimiento de agua potable incluyan una evaluación de la rugosidad de las tuberías de distribución. También se recomienda que el gobierno de la ciudad y JASS cooperen para lograr un trabajo coordinado y efectivo.
- Se recomienda a la junta administrativa realizar labores de mejoramiento en la captación de manantial de fondo “Agua blanca” considerando grietas y rajaduras resanar las partes dañadas, remover la tierra que se encuentra en el fondo, limpiar y desinfectar las instalaciones.
- Se recomienda realizar la cloración según dosificación especificada para sistemas de agua potable, en dicho sistema de agua del Romero no realizan la dosificación del cloro.
- Se recomienda elaborar un programa conjuntamente con el municipio del centro poblado y del distrito para llevar a cabo charlas de capacitación de como optimizar y cuidar el agua.

5.3. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

- Es muy importante que las válvulas de control de presión estén instaladas en los puntos especificados en la línea de distribución para proporcionar la presión adecuada según lo especificado. Además, se recomienda un monitoreo regular de estas válvulas para garantizar un funcionamiento eficiente.
- Una de las principales causas de las pérdidas de agua son las fugas en tuberías y equipos debido a roturas. No es tarea fácil localizar una fuga en una gran red de distribución y puede llevar días, semanas o incluso años hasta que la fuga se advierta. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo actividades preventivas y una gestión eficaz de las fugas.

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1. Bibliografía

Agüero, R. (2004): Agua potable para poblaciones rurales. Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Lima (Perú): Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).

Agüero, R. (2004). Procedimientos para la operación y mantenimiento de capacitaciones y reservorio de almacenamiento. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Agüero, PIITMAN, Roger E. "Estudio de Abastecimiento de Agua Potable para la Comunidad Campesina de San Francisco de Uramaza, Cajatambo - Lima". Tesis U.N.A. 2000.166 pags.

Arriaga, F. 2015 Agua potable en zonas rurales, operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento. 1ra edición. Lima, Perú.

APAZA HERRERA "Redes de Abastecimiento de Agua Potable" Edit. Servilaser, Lima, 1989. 72 pags.

Aguirre, F. (2015): Abastecimiento de Agua Potable para Comunidades Rurales. Machala (Ecuador): Universidad Técnica de Machala, 1ra edición.

Barrios, N. C., Torres, R. R., Cristina, L. T., & Roger, A. P. (2009). Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Asociación Servicios Educativos Rurales, 125.

Bentley, S. (2005). Bentley Systems. Estados Unidos: Bentley Systems.

Cieza, S. J. (2021). Evaluación de los sistemas de agua potable de las localidades que conforman el Centro Poblado Chilimpampa Baja – Cajamarca, 2018. Universidad Nacional de Cajamarca, 84.

CONAGUA-. (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento rehabilitación de pozos. coyoacán: Mexico.

CONAGUA. (2012). Manual de incremento de eficiencia física, hidráulica y energética en sistemas de agua potable. Comisión Nacional de Agua, 175.

JORDAN JR., Thomas D. "Sistema de Agua Potable por Gravedad para Poblaciones Rurales". Tecnología Intermedia (I.T.D.G.), Lima 1988.292 pags.

MCWS (2014): Water Storage Tanks (Cisterns). Drinking Water Fact Sheets. Manitoba (Canada): Manitoba Conservation and Water Stewardship (MCWS).

Melguizo, B. (1994). Fundamentos de hidráulica e instalaciones de abasto en las edificaciones. Quinta edición. (pp. 165, 318-326). Medellín.

Reglamento Nacional De Edificaciones. (2016). Título II Habilitaciones Urbanas OS.050 Redes De Distribución De Agua Para Consumo Humano. LIMA PERU.

Suarez, M., et al (2014). Interprendizaje de estadística básica. (pp. 26). Ecuador.

Tixe, S. (2004a): Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Lima (Perú): Organización Panamericana de la Salud (OPS).

USAID (2016): Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. Tegucigalpa (Honduras): United States Agency for International Development (USAID), Manual 23, Servicios Públicos, caja de herramientas 2.

OMM, 2011. Guía de prácticas hidrológicas: Volumen I: Hidrología de la medición a la información hidrológica. (Organización Meteorológica Mundial)

6.2 Linkografía

Huaquisto Cáceres, Samuel, & Chambilla Flores, Isabel Griscelda. (2019). ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO. Investigación & Desarrollo, 19(1), 133-144. Recuperado en 31 de diciembre de 2020, de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S251844312019000100010&lng=es&tlng=es.

GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE MANANTIALES.https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/AGUERO%202004.%20Gu%C3%ADa%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20captaci%C3%B3n%20de%20manantiales.pdf.

VIERENDEL (2009). ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO. Recuperado en 01 de enero del 2021, de: <https://es.slideshare.net/victorflaviomanriquezuniga/abastecimiento-deagua-y-alcantarillado-vierendel>.

CAPITULO VII: ANEXOS

ANEXO 1: *Análisis Físico químico y bacteriológico de la muestra de agua de los puntos de muestras en esta investigación que se realizó.*



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1121651

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social/Nombre	MEDINA BUENO RIGOBERTO		
Dirección	-		
Persona de contacto	MEDINA BUENO RIGOBERTO	Correo electrónico	rmedinab12@unc.edu.pe

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	09.09.2023	Hora de Muestreo	13:40 a 14:50
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	01		
Ensayos solicitados	Físicoquímicos y Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la Muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Manantial Agua Blanca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-975	Cadena de Custodia	CC - 651 - 23
Fecha y Hora de Recepción	11.09.23	11:15	Inicio de Ensayo 11.09.23 11:45
Reporte Resultado	19.09.23	16:30	

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 19 de septiembre de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 1121651

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social/Nombre **MEDINA BUENO RIGOBERTO**
Dirección **-**
Persona de contacto **MEDINA BUENO RIGOBERTO** Correo electrónico **rmedinab12@unc.edu.pe**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **09.09.2023** Hora de Muestreo **13:40 a 14:50**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **01**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la Muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Manantial Agua Blanca**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-975** Cadena de Custodia **CC - 651 - 23**
Fecha y Hora de Recepción **11.09.23 11:15** Inicio de Ensayo **11.09.23 11:45**
Reporte Resultado **19.09.23 16:30**

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 19 de septiembre de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 1121651

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			Manantial Agua Blanca	-	-	-	-	-
Código Laboratorio			1121651-01	-	-	-	-	-
Matriz			Natural	*	*	*	*	*
Descripción			Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra			C.P. El Romero	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	*	*	*	*	*
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.172	-	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	-	-	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	-	-	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	0.006	-	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	<LCM	-	-	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.255	-	-	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	0.314	-	-	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.030	-	-	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0550	0.141	-	-	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	-	-	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	-	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.100	-	-	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	-	-	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0180	<LCM	-	-	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	0.300	-	-	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	-	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.031	-	-	-	-	-
Titano (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	-	-	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	0.021	-	-	-	-	-
Silice (SiO ₂)	mg/L	0.2225	<LCM	-	-	-	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	-	-	-	-	-

Cajamarca, 19 de septiembre de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 1121651

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra	Manantial Agua Blanca		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	1121651-01		-	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	C.P. El Romero		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.0380	<LCM	-	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.0650	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0500	<LCM	-	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.0350	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.0640	0.045	-	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ⁻)	mg/L	0.0700	2.716	-	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ⁻)	mg/L	0.0320	<LCM	-	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.0900	<LCM	-	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	4.15	-	-	-	-	-
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	23.5	-	-	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0000	<LCM	-	-	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5000	13.0	-	-	-	-	-
Dureza Total	mg/L	1.0400	1.2	-	-	-	-	-
Cianuro Total	mg/L	0.0020	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrógeno Amoniacal	mgN-NH ₃ /L	0.1500	<LCM	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6000	<LCM	-	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3000	<LCM	-	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5000	6.8	-	-	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	<1.8	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	<1.8	-	-	-	-	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	<1.8	-	-	-	-	-
(*) Organismos de Vida Libre	N° Org/L	1.0	<1	-	-	-	-	-
(*) Formas Parasitarias	N° Org/L	1.0	<1	-	-	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.
VE: valor estimado

Cajamarca, 19 de septiembre de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 1121651

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Bromuro, Sulfato, Nitrito, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ -N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 23rd Ed. 2017. Turbidity, Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrode Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2510, B, 23rd Ed. 2017. Conductivity, Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color, Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,C, 23rd Ed. 2017. Solids, Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12.2012. Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Nitrógeno Amomiacal, Amomiac	mgN-NH ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia), Ammonia-Selective Electrode Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved), Azide Modification.
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G ₂ , 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2, a, c.1, 23rd Ed. 2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed. 2017. Plankton, Concentration Techniques, Phytoplankton Counting Techniques / Plankton, Zooplankton, Counting Techniques.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS, Margarina Arango, Lima, Perú, 1993.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (†) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método y/o matriz, tanto, no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o análisis en el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 - ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perechibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión del informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

Fin del documento

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha :
03/07/2020

Cajamarca, 19 de septiembre de 2023

Anexo 2: Cálculo de aforos de captación por meses.
 Captación agua blanca _ centro poblado el romero

M1- JULIO -AFORO N°01			
CAPTACION	VOLUMEN (L)	TIEMPO Prom(s)	CAUDAL(L/s)
Manantial Agua Blanca	18	12.34	1.46
Manantial Agua Blanca	18	12.33	1.46
Manantial Agua Blanca	18	12.35	1.46
Manantial Agua Blanca	18	12.34	1.46
Manantial Agua Blanca	18	12.34	1.46
Manantial Agua Blanca	Promedio		1.46

M2- AGOSTO -AFORO N°02			
CAPTACION	VOLUMEN (L)	TIEMPO Prom(s)	CAUDAL(L/s)
Manantial Agua Blanca	18	12.56	1.43
Manantial Agua Blanca	18	12.55	1.43
Manantial Agua Blanca	18	12.54	1.44
Manantial Agua Blanca	18	12.55	1.43
Manantial Agua Blanca	18	12.54	1.44
Manantial Agua Blanca	Promedio		1.43

M3- SEPTIEMBRE-AFORO N°03			
CAPTACION	VOLUMEN (L)	TIEMPO Prom(s)	CAUDAL(L/s)
Manantial Agua Blanca	18	12.28	1.47
Manantial Agua Blanca	18	12.29	1.46
Manantial Agua Blanca	18	12.28	1.47
Manantial Agua Blanca	18	12.29	1.46
Manantial Agua Blanca	18	12.28	1.47
Manantial Agua Blanca	Promedio		1.47

FUENTE DE AGUA	COORDENADAS UTM WGS 84 - 17S		CAUDAL (L/S)
	ESTE	NORTE	
AGUA BLANCA (M1- JULIO)	778,753.258	92,70099.458	1.46
AGUA BLANCA (M2- AGOSTO)	778,753.258	92,70099.458	1.43
AGUA BLANCA (M3- SEPTIEME)	778,753.258	92,70099.458	1.47
TOTAL			1.45

Anexo 3: *Procesamiento de información de lecturas de consumo de agua en el reservorio*

		MI JULIO													
SEMANA	Día semana	HORA	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N. 0 1	Lunes	Lectura (h=cm)	40	46	50	54	62	80	102	110	125	130	155	164	6
	Martes		43	45	49	53	63	75	105	112	118	132	141	165	5
	Miercoles		35	40	55	62	66	68	110	112	120	124	150	170	0
	Jueves		33	37	45	48	50	65	98	102	118	135	140	166	4
	Viernes		30	33	38	38	46	57	100	102	118	155	170	0	0
	Sabado		46	47	47	50	55	58	89	97	114	145	162	8	8
	Domingo		33	35	56	57	65	67	69	89	97	120	169	0	0
N. 0 2	Lunes	Lectura (h=cm)	38	43	54	56	61	78	97	125	145	153	164	6	6
	Martes		33	42	42	45	63	73	100	111	117	128	138	165	5
	Miercoles		29	33	48	62	65	67	106	110	118	148	158	166	4
	Jueves		32	37	44	47	49	66	100	102	123	133	160	170	0
	Viernes		31	35	38	42	47	56	99	105	123	136	155	163	7
	Sabado		35	46	47	53	55	60	90	96	115	138	156	162	8
	Domingo		31	32	48	57	67	70	87	89	100	145	170	0	0
N. 0 3	Lunes	Lectura (h=cm)	28	43	51	52	61	97	124	135	152	168	170	0	0
	Martes		29	33	53	56	60	67	95	118	128	132	156	170	0
	Miercoles		32	38	49	56	58	76	104	112	115	148	163	7	7
	Jueves		33	39	46	49	51	63	101	102	118	135	157	167	3
	Viernes		28	33	48	52	56	57	78	89	108	136	148	161	9
	Sabado		30	47	48	50	56	58	98	100	114	117	146	165	5
	Domingo		25	28	46	57	60	76	80	89	158	170	0	0	0
N. 0 4	Lunes	Lectura (h=cm)	18	28	37	45	63	79	97	110	124	132	141	165	5
	Martes		22	38	48	54	61	69	102	110	116	138	155	170	0
	Miercoles		31	42	51	64	65	65	98	99	115	118	128	169	1
	Jueves		35	37	45	48	52	56	89	102	135	165	170	0	0
	Viernes		32	43	45	48	57	59	95	98	110	113	125	165	5
	Sabado		41	47	48	52	54	68	76	77	83	89	93	168	2
	Domingo		32	35	38	47	55	69	71	89	163	165	170	0	0

		M2 AGOSTO													
SEMANA	Día semana	HORA	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N o 5	Lunes	Lectura (h=cm)	35	46	48	50	57	67	89	93	135	155	170	0	0
	Martes		40	45	48	53	65	70	76	89	90	167	170	0	0
	Miercoles		45	50	55	62	67	68	102	112	124	130	145	162	8
	Jueves		33	38	43	48	55	65	97	100	118	125	155	164	6
	Viernes		30	34	45	49	51	57	68	85	125	142	160	165	5
	Sabado		46	48	50	50	55	58	79	87	95	119	145	163	7
	Domingo		30	32	46	57	65	69	98	125	156	170	0	0	0
N o 6	Lunes	Lectura (h=cm)	28	36	54	56	62	77	98	114	124	136	148	168	2
	Martes		34	43	43	45	64	75	100	110	123	128	139	165	5
	Miercoles		28	32	47	60	65	69	103	108	115	122	135	155	6
	Jueves		32	37	45	47	50	100	124	138	156	162	8	8	8
	Viernes		31	38	38	45	47	57	93	105	118	136	170	0	0
	Sabado		35	42	47	55	55	98	126	156	161	168	2	2	2
	Domingo		30	32	48	53	67	72	87	88	160	170	0	0	0
N o 7	Lunes	Lectura (h=cm)	28	33	51	52	65	83	97	112	126	135	145	169	1
	Martes		27	45	53	56	60	80	95	118	128	132	148	162	6
	Miercoles		32	38	49	56	58	76	104	112	145	160	170	0	0
	Jueves		32	37	47	48	51	66	102	112	118	155	170	0	0
	Viernes		28	33	35	52	56	57	78	89	108	136	137	167	3
	Sabado		30	48	48	50	58	58	98	100	114	145	158	164	6
	Domingo		35	38	46	57	56	76	80	135	155	170	0	0	0
N o 8	Lunes	Lectura (h=cm)	18	28	37	45	63	79	97	110	124	141	163	7	7
	Martes		23	38	48	54	61	69	100	110	111	155	167	3	3
	Miercoles		31	43	51	65	65	65	98	99	115	136	158	164	6
	Jueves		35	37	37	45	52	56	99	128	159	163	7	7	7
	Viernes		33	43	45	48	57	59	95	98	110	113	154	170	0
	Sabado		28	47	48	52	54	68	76	77	98	132	155	161	9
	Domingo		32	35	39	47	56	69	98	125	163	170	0	0	0

		M3 SEPTIEMBRE													
SEMANA	Día semana	HORA	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N . 0 9	Lunes	Lectura (h=cm)	40	46	50	54	62	80	102	110	125	130	142	160	10
	Martes		43	45	49	53	63	75	105	112	118	132	141	165	5
	Miercoles		35	40	55	62	66	68	110	112	120	124	150	170	0
	Jueves		33	37	45	48	50	65	98	102	118	135	156	170	0
	Viernes		30	33	38	38	46	57	100	102	118	125	145	161	9
	Sabado		46	47	47	50	55	58	89	97	114	119	148	162	8
	Domingo		34	38	47	50	58	63	64	89	97	170	0	0	0
N . 1 0	Lunes	Lectura (h=cm)	36	43	54	56	61	78	97	115	125	135	155	160	10
	Martes		40	42	45	49	63	73	100	114	117	130	138	170	0
	Miercoles		32	33	48	62	65	67	106	110	118	122	158	163	7
	Jueves		42	37	44	47	49	66	89	102	123	133	143	163	7
	Viernes		31	35	38	42	47	56	99	105	123	136	155	165	5
	Sabado		35	46	47	53	55	60	90	96	115	124	156	167	3
	Domingo		30	32	48	57	67	70	87	120	145	170	0	0	0
N . 1 1	Lunes	Lectura (h=cm)	28	43	51	52	61	83	97	100	126	130	158	167	3
	Martes		29	33	53	56	60	67	95	118	128	132	148	163	7
	Miercoles		32	38	44	50	58	76	100	115	115	130	145	160	10
	Jueves		33	39	44	49	51	55	101	102	135	155	160	162	8
	Viernes		30	33	48	52	56	57	78	89	108	125	148	160	10
	Sabado		35	47	48	51	56	58	98	100	114	120	146	170	0
	Domingo		35	40	46	57	59	86	119	145	163	170	0	0	0
N . 1 2	Lunes	Lectura (h=cm)	41	60	66	69	79	93	107	119	129	141	156	166	4
	Martes		44	51	62	68	79	97	118	123	133	136	158	167	3
	Miercoles		36	40	61	67	75	103	117	119	133	139	148	165	5
	Jueves		31	57	67	70	81	89	113	124	130	137	143	164	6
	Viernes		38	40	67	71	75	107	108	120	131	138	155	163	7
	Sabado		32	46	54	57	63	98	117	130	138	146	160	168	2
	Domingo		45	49	69	72	90	118	122	125	130	166	0	0	0
	Lunes		42	48	52	60	70	107	110	122	132	137	150	162	8
	Martes		48	55	60	65	71	103	110	118	127	136	142	165	5
	Miércoles		35	41	45	59	69	107	113	119	130	134	150	163	7
	Jueves		53	60	66	70	75	91	111	121	129	145	156	168	2
	Viernes		38	42	42	47	52	62	110	117	137	151	170	0	0
	Sábado		45	50	55	58	67	100	123	129	140	146	163	7	7

Anexo 4: *Procesamiento de información de lecturas de consumo de agua en el reservorio*

lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 01	lectura (cm)	40	46	50	54	62	80	102	110	125	130	155	164	6
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.40	0.46	0.50	0.54	0.62	0.80	1.02	1.10	1.25	1.30	1.55	1.64	0.06
03-jul-23	volumen (m3)	6.08	0.91	0.61	0.61	1.22	2.74	3.34	1.22	2.28	0.76	3.80	1.37	0.91
	Qh(l/s)	3.14	1.70	1.62	1.62	1.79	2.21	2.38	1.79	2.08	1.66	2.51	1.83	1.70
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 01	lectura (cm)	43	45	49	53	63	75	105	112	118	132	141	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.43	0.45	0.49	0.53	0.63	0.75	1.05	1.12	1.18	1.32	1.41	1.65	0.05
04-jul-23	volumen (m3)	6.54	0.30	0.61	0.61	1.52	1.82	4.56	1.06	0.91	2.13	1.37	3.65	0.76
	Qh(l/s)	3.27	1.53	1.62	1.62	1.87	1.96	2.72	1.75	1.70	2.04	1.83	2.46	1.66
miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 01	lectura (cm)	35	40	55	62	66	68	110	112	120	124	150	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.40	0.55	0.62	0.66	0.68	1.10	1.12	1.20	1.24	1.50	1.70	0.00
05-jul-23	volumen (m3)	5.32	0.76	2.28	1.06	0.61	0.30	6.38	0.30	1.22	0.61	3.95	3.04	0.00
	Qh(l/s)	2.93	1.66	2.08	1.75	1.62	1.53	3.22	1.53	1.79	1.62	2.55	2.29	0.00
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 01	lectura (cm)	33	37	45	48	50	65	98	102	118	135	140	166	4
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.33	0.37	0.45	0.48	0.50	0.65	0.98	1.02	1.18	1.35	1.40	1.66	0.04
06-jul-23	volumen (m3)	5.02	0.61	1.22	0.46	0.30	2.28	5.02	0.61	2.43	2.58	0.76	3.95	0.61
	Qh(l/s)	2.84	1.62	1.79	1.58	1.53	2.08	2.84	1.62	2.13	2.17	1.66	2.55	1.62

viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 01	lectura (cm)	30	33	38	38	46	57	100	102	118	155	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.33	0.38	0.38	0.46	0.57	1.00	1.02	1.18	1.55	1.70	0.00	0.00
07-jul-23	volumen (m3)	4.56	0.46	0.76	0.00	1.22	1.67	6.54	0.30	2.43	5.62	2.28	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.72	1.58	1.66	1.45	1.79	1.91	3.27	1.53	2.13	3.01	2.08	1.45	0.00
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 01	lectura (cm)	46	47	47	50	55	58	89	97	114	145	162	8	8
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.46	0.47	0.47	0.50	0.55	0.58	0.89	0.97	1.14	1.45	1.62	0.08	0.08
08-jul-23	volumen (m3)	6.99	0.15	0.00	0.46	0.76	0.46	4.71	1.22	2.58	4.71	2.58	1.22	1.22
	Qh(l/s)	3.39	1.49	1.45	1.58	1.66	1.58	2.76	1.79	2.17	2.76	2.17	1.79	1.79
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 01	lectura (cm)	33	35	56	57	65	67	69	89	97	120	169	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.33	0.35	0.56	0.57	0.65	0.67	0.69	0.89	0.97	1.20	1.69	0.00	0.00
09-jul-23	volumen (m3)	5.02	0.30	3.19	0.15	1.22	0.30	0.30	3.04	1.22	3.50	7.45	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.84	1.53	2.34	1.49	1.79	1.53	1.53	2.29	1.79	2.42	3.52	1.45	0.00
lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 02	lectura (cm)	38	43	54	56	61	78	97	125	145	153	164	6	6
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.38	0.43	0.54	0.56	0.61	0.78	0.97	1.25	1.45	1.53	1.64	0.06	0.06
10-jul-23	volumen (m3)	5.78	0.76	1.67	0.30	0.76	2.58	2.89	4.26	3.04	1.22	1.67	0.91	0.91
	Qh(l/s)	3.05	1.66	1.91	1.53	1.66	2.17	2.25	2.63	2.29	1.79	1.91	1.70	1.70

martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 02	lectura (cm)	33	42	42	45	63	73	100	111	117	128	138	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.33	0.42	0.42	0.45	0.63	0.73	1.00	1.11	1.17	1.28	1.38	1.65	0.05
11-jul-23	volumen (m3)	5.02	1.37	0.00	0.46	2.74	1.52	4.10	1.67	0.91	1.67	1.52	4.10	0.76
	Qh(l/s)	2.84	1.83	1.45	1.58	2.21	1.87	2.59	1.91	1.70	1.91	1.87	2.59	1.66
miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 02	lectura (cm)	29	33	48	62	65	67	106	110	118	148	158	166	4
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.29	0.33	0.48	0.62	0.65	0.67	1.06	1.10	1.18	1.48	1.58	1.66	0.04
12-jul-23	volumen (m3)	4.41	0.61	2.28	2.13	0.46	0.30	5.93	0.61	1.22	4.56	1.52	1.22	0.61
	Qh(l/s)	2.67	1.62	2.08	2.04	1.58	1.53	3.10	1.62	1.79	2.72	1.87	1.79	1.62
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 02	lectura (cm)	32	37	44	47	49	66	100	102	123	133	160	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.37	0.44	0.47	0.49	0.66	1.00	1.02	1.23	1.33	1.60	1.70	0.00
13-jul-23	volumen (m3)	4.86	0.76	1.06	0.46	0.30	2.58	5.17	0.30	3.19	1.52	4.10	1.52	0.00
	Qh(l/s)	2.80	1.66	1.75	1.58	1.53	2.17	2.89	1.53	2.34	1.87	2.59	1.87	0.00
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 02	lectura (cm)	31	35	38	42	47	56	99	105	123	136	155	163	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.31	0.35	0.38	0.42	0.47	0.56	0.99	1.05	1.23	1.36	1.55	1.63	0.07
14-jul-23	volumen (m3)	4.71	0.61	0.46	0.61	0.76	1.37	6.54	0.91	2.74	1.98	2.89	1.22	1.06
	Qh(l/s)	2.76	1.62	1.58	1.62	1.66	1.83	3.27	1.70	2.21	2.00	2.25	1.79	1.75

sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 02	lectura (cm)	35	46	47	53	55	60	90	96	115	138	156	162	8
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.46	0.47	0.53	0.55	0.60	0.90	0.96	1.15	1.38	1.56	1.62	0.08
15-jul-23	volumen (m3)	5.32	1.67	0.15	0.91	0.30	0.76	4.56	0.91	2.89	3.50	2.74	0.91	1.22
	Qh(l/s)	2.93	1.91	1.49	1.70	1.53	1.66	2.72	1.70	2.25	2.42	2.21	1.70	1.79
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 02	lectura (cm)	31	32	48	57	67	70	87	89	100	145	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.31	0.32	0.48	0.57	0.67	0.70	0.87	0.89	1.00	1.45	1.70	0.00	0.00
16-jul-23	volumen (m3)	4.71	0.15	2.43	1.37	1.52	0.46	2.58	0.30	1.67	6.84	3.80	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.76	1.49	2.13	1.83	1.87	1.58	2.17	1.53	1.91	3.35	2.51	1.45	0.00

lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 03	lectura (cm)	28	43	51	52	61	97	124	135	152	168	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.28	0.43	0.51	0.52	0.61	0.97	1.24	1.35	1.52	1.68	1.70	0.00	0.00
17-jul-23	volumen (m3)	4.26	2.28	1.22	0.15	1.37	5.47	4.10	1.67	2.58	2.43	0.30	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.63	2.08	1.79	1.49	1.83	2.97	2.59	1.91	2.17	2.13	1.53	1.45	0.00
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 03	lectura (cm)	29	33	53	56	60	67	95	118	128	132	156	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.29	0.33	0.53	0.56	0.60	0.67	0.95	1.18	1.28	1.32	1.56	1.70	0.00
18-jul-23	volumen (m3)	4.41	0.61	3.04	0.46	0.61	1.06	4.26	3.50	1.52	0.61	3.65	2.13	0.00
	Qh(l/s)	2.67	1.62	2.29	1.58	1.62	1.75	2.63	2.42	1.87	1.62	2.46	2.04	0.00

miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 03	lectura (cm)	32	38	49	56	58	76	104	112	115	148	163	7	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.38	0.49	0.56	0.58	0.76	1.04	1.12	1.15	1.48	1.63	0.07	0.07
19-jul-23	volumen (m3)	4.86	0.91	1.67	1.06	0.30	2.74	4.26	1.22	0.46	5.02	2.28	1.06	1.06
	Qh(l/s)	2.80	1.70	1.91	1.75	1.53	2.21	2.63	1.79	1.58	2.84	2.08	1.75	1.75
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 03	lectura (cm)	33	39	46	49	51	63	101	102	118	135	157	167	3
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.33	0.39	0.46	0.49	0.51	0.63	1.01	1.02	1.18	1.35	1.57	1.67	0.03
20-jul-23	volumen (m3)	5.02	0.91	1.06	0.46	0.30	1.82	5.78	0.15	2.43	2.58	3.34	1.52	0.46
	Qh(l/s)	2.84	1.70	1.75	1.58	1.53	1.96	3.05	1.49	2.13	2.17	2.38	1.87	1.58
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 03	lectura (cm)	28	33	48	52	56	57	78	89	108	136	148	161	9
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.28	0.33	0.48	0.52	0.56	0.57	0.78	0.89	1.08	1.36	1.48	1.61	0.09
21-jul-23	volumen (m3)	4.26	0.76	2.28	0.61	0.61	0.15	3.19	1.67	2.89	4.26	1.82	1.98	1.37
	Qh(l/s)	2.63	1.66	2.08	1.62	1.62	1.49	2.34	1.91	2.25	2.63	1.96	2.00	1.83
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 03	lectura (cm)	30	47	48	50	56	58	98	100	114	117	146	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.47	0.48	0.50	0.56	0.58	0.98	1.00	1.14	1.17	1.46	1.65	0.05
22-jul-23	volumen (m3)	4.56	2.58	0.15	0.30	0.91	0.30	6.08	0.30	2.13	0.46	4.41	2.89	0.76
	Qh(l/s)	2.72	2.17	1.49	1.53	1.70	1.53	3.14	1.53	2.04	1.58	2.67	2.25	1.66
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 03	lectura (cm)	25	28	46	57	60	76	80	89	158	170	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.25	0.28	0.46	0.57	0.60	0.76	0.80	0.89	1.58	1.70	0.00	0.00	0.00
23-jul-23	volumen (m3)	3.80	0.46	2.74	1.67	0.46	2.43	0.61	1.37	10.49	1.82	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.51	1.58	2.21	1.91	1.58	2.13	1.62	1.83	4.36	1.96	1.45	1.45	0.00

lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 04	lectura (cm)	18	28	37	45	63	79	97	110	124	132	141	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.18	0.28	0.37	0.45	0.63	0.79	0.97	1.10	1.24	1.32	1.41	1.65	0.05
24-jul-23	volumen (m3)	2.74	1.52	1.37	1.22	2.74	2.43	2.74	1.98	2.13	1.22	1.37	3.65	0.76
	Qh(l/s)	2.21	1.87	1.83	1.79	2.21	2.13	2.21	2.00	2.04	1.79	1.83	2.46	1.66
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 04	lectura (cm)	22	38	48	54	61	69	102	110	116	138	155	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.22	0.38	0.48	0.54	0.61	0.69	1.02	1.10	1.16	1.38	1.55	1.70	0.00
25-jul-23	volumen (m3)	3.34	2.43	1.52	0.91	1.06	1.22	5.02	1.22	0.91	3.34	2.58	2.28	0.00
	Qh(l/s)	2.38	2.13	1.87	1.70	1.75	1.79	2.84	1.79	1.70	2.38	2.17	2.08	0.00
miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 04	lectura (cm)	31	42	51	64	65	65	98	99	115	118	128	169	1
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.31	0.42	0.51	0.64	0.65	0.65	0.98	0.99	1.15	1.18	1.28	1.69	0.01
26-jul-23	volumen (m3)	4.71	1.67	1.37	1.98	0.15	0.00	5.02	0.15	2.43	0.46	1.52	6.23	0.15
	Qh(l/s)	2.76	1.91	1.83	2.00	1.49	1.45	2.84	1.49	2.13	1.58	1.87	3.18	1.49
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 04	lectura (cm)	35	37	45	48	52	56	89	102	135	165	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.37	0.45	0.48	0.52	0.56	0.89	1.02	1.35	1.65	1.70	0.00	0.00
27-jul-23	volumen (m3)	5.32	0.30	1.22	0.46	0.61	0.61	5.02	1.98	5.02	4.56	0.76	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.93	1.53	1.79	1.58	1.62	1.62	2.84	2.00	2.84	2.72	1.66	1.45	0.00
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 04	lectura (cm)	32	43	45	48	57	59	95	98	110	113	125	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.43	0.45	0.48	0.57	0.59	0.95	0.98	1.10	1.13	1.25	1.65	0.05
28-jul-23	volumen (m3)	4.86	1.67	0.30	0.46	1.37	0.30	5.47	0.46	1.82	0.46	1.82	6.08	0.76
	Qh(l/s)	2.80	1.91	1.53	1.58	1.83	1.53	2.97	1.58	1.96	1.58	1.96	3.14	1.66
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 04	lectura (cm)	41	47	48	52	54	68	76	77	83	89	93	168	2
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.41	0.47	0.48	0.52	0.54	0.68	0.76	0.77	0.83	0.89	0.93	1.68	0.02
29-jul-23	volumen (m3)	6.23	0.91	0.15	0.61	0.30	2.13	1.22	0.15	0.91	0.91	0.61	11.40	0.30
	Qh(l/s)	3.18	1.70	1.49	1.62	1.53	2.04	1.79	1.49	1.70	1.70	1.62	4.62	1.53

domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 04	lectura (cm)	32	35	38	47	55	69	71	89	163	165	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.35	0.38	0.47	0.55	0.69	0.71	0.89	1.63	1.65	1.70	0.00	0.00
30-jul-23	volumen (m3)	4.86	0.46	0.46	1.37	1.22	2.13	0.30	2.74	2.65	0.30	0.76	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.80	1.58	1.58	1.83	1.79	2.04	1.53	2.21	2.19	1.53	1.66	1.45	0.00

lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 05	lectura (cm)	35	46	48	50	57	67	89	93	135	155	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.46	0.48	0.50	0.57	0.67	0.89	0.93	1.35	1.55	1.70	0.00	0.00
31-jul-23	volumen (m3)	5.32	1.67	0.30	0.30	1.06	1.52	3.34	0.61	6.38	3.04	2.28	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.93	1.91	1.53	1.53	1.75	1.87	2.38	1.62	3.22	2.29	2.08	1.45	0.00

martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 05	lectura (cm)	40	45	48	53	65	70	76	89	90	167	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.40	0.45	0.48	0.53	0.65	0.70	0.76	0.89	0.90	1.67	1.70	0.00	0.00
01-ago-23	volumen (m3)	6.08	0.76	0.46	0.76	1.82	0.76	0.91	1.98	0.15	11.70	0.46	0.00	0.00
	Qh(l/s)	3.14	1.66	1.58	1.66	1.96	1.66	1.70	2.00	1.49	4.70	1.58	1.45	1.45

miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 05	lectura (cm)	45	50	55	62	67	68	102	112	124	130	145	162	8
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.45	0.50	0.55	0.62	0.67	0.68	1.02	1.12	1.24	1.30	1.45	1.62	0.08
02-ago-23	volumen (m3)	6.84	0.76	0.76	1.06	0.76	0.15	5.17	1.52	1.82	0.91	2.28	2.58	1.22
	Qh(l/s)	3.35	1.66	1.66	1.75	1.66	1.49	2.89	1.87	1.96	1.70	2.08	2.17	1.79

jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 05	lectura (cm)	33	38	43	48	55	65	97	100	118	125	155	164	6
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.33	0.38	0.43	0.48	0.55	0.65	0.97	1.00	1.18	1.25	1.55	1.64	0.06
03-ago-23	volumen (m3)	5.02	0.76	0.76	0.76	1.06	1.52	4.86	0.46	2.74	1.06	4.56	1.37	0.91
	Qh(l/s)	2.84	1.66	1.66	1.66	1.75	1.87	2.80	1.58	2.21	1.75	2.72	1.83	1.70

viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 05	lectura (cm)	30	34	45	49	51	57	68	85	125	142	160	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.34	0.45	0.49	0.51	0.57	0.68	0.85	1.25	1.42	1.60	1.65	0.05
04-ago-23	volumen (m3)	4.56	0.61	1.67	0.61	0.30	0.91	1.67	2.58	6.08	2.58	2.74	0.76	0.76
	Qh(l/s)	2.72	1.62	1.91	1.62	1.53	1.70	1.91	2.17	3.14	2.17	2.21	1.66	1.66
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 05	lectura (cm)	46	48	50	50	55	58	79	87	95	119	145	163	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.46	0.48	0.50	0.50	0.55	0.58	0.79	0.87	0.95	1.19	1.45	1.63	0.07
05-ago-23	volumen (m3)	6.99	0.30	0.30	0.00	0.76	0.46	3.19	1.22	1.22	3.65	3.95	2.74	1.06
	Qh(l/s)	3.39	1.53	1.53	1.45	1.66	1.58	2.34	1.79	1.79	2.46	2.55	2.21	1.75
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 05	lectura (cm)	30	32	46	57	65	69	98	125	156	170	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.32	0.46	0.57	0.65	0.69	0.98	1.25	1.56	1.70	0.00	0.00	0.00
06-ago-23	volumen (m3)	4.56	0.30	2.13	1.67	1.22	0.61	4.41	4.10	4.71	2.13	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.72	1.53	2.04	1.91	1.79	1.62	2.67	2.59	2.76	2.04	1.45	1.45	0.00
lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 06	lectura (cm)	28	36	54	56	62	77	98	114	124	136	148	168	2
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.28	0.36	0.54	0.56	0.62	0.77	0.98	1.14	1.24	1.36	1.48	1.68	0.02
07-ago-23	volumen (m3)	4.26	1.22	2.74	0.30	0.91	2.28	3.19	2.43	1.52	1.82	1.82	3.04	0.30
	Qh(l/s)	2.63	1.79	2.21	1.53	1.70	2.08	2.34	2.13	1.87	1.96	1.96	2.29	1.53
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 06	lectura (cm)	34	43	43	45	64	75	100	110	123	128	139	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.34	0.43	0.43	0.45	0.64	0.75	1.00	1.10	1.23	1.28	1.39	1.65	0.05
08-ago-23	volumen (m3)	5.17	1.37	0.00	0.30	2.89	1.67	3.80	1.52	1.98	0.76	1.67	3.95	0.76
	Qh(l/s)	2.89	1.83	1.45	1.53	2.25	1.91	2.51	1.87	2.00	1.66	1.91	2.55	1.66

miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 06	lectura (cm)	28	32	47	60	65	69	103	108	115	122	135	155	6
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.28	0.32	0.47	0.60	0.65	0.69	1.03	1.08	1.15	1.22	1.35	1.55	0.06
09-ago-23	volumen (m3)	4.26	0.61	2.28	1.98	0.76	0.61	5.17	0.76	1.06	1.06	1.98	3.04	0.91
	Qh(l/s)	2.63	1.62	2.08	2.00	1.66	1.62	2.89	1.66	1.75	1.75	2.00	2.29	1.70
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 06	lectura (cm)	32	37	45	47	50	100	124	138	156	162	8	8	8
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.37	0.45	0.47	0.50	1.00	1.24	1.38	1.56	1.62	0.08	0.08	0.08
10-ago-23	volumen (m3)	4.86	0.76	1.22	0.30	0.46	7.60	3.65	2.13	2.74	0.91	1.22	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.80	1.66	1.79	1.53	1.58	3.56	2.46	2.04	2.21	1.70	1.79	1.45	1.45
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 06	lectura (cm)	31	38	38	45	47	57	93	105	118	136	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.31	0.38	0.38	0.45	0.47	0.57	0.93	1.05	1.18	1.36	1.70	0.00	0.00
11-ago-23	volumen (m3)	4.71	1.06	0.00	1.06	0.30	1.52	5.47	1.82	1.98	2.74	5.17	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.76	1.75	1.45	1.75	1.53	1.87	2.97	1.96	2.00	2.21	2.89	1.45	0.00
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 06	lectura (cm)	35	42	47	55	55	98	126	156	161	168	2	2	2
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.42	0.47	0.55	0.55	0.98	1.26	1.56	1.61	1.68	0.02	0.02	0.02
12-ago-23	volumen (m3)	5.32	1.06	0.76	1.22	0.00	6.54	4.26	4.56	0.76	1.06	0.30	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.93	1.75	1.66	1.79	1.45	3.27	2.63	2.72	1.66	1.75	1.53	1.45	1.45
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 06	lectura (cm)	30	32	48	53	67	72	87	88	160	170	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.32	0.48	0.53	0.67	0.72	0.87	0.88	1.60	1.70	0.00	0.00	0.00
13-ago-23	volumen (m3)	4.56	0.30	2.43	0.76	2.13	0.76	2.28	0.15	10.94	1.52	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.72	1.53	2.13	1.66	2.04	1.66	2.08	1.49	4.49	1.87	1.45	1.45	0.00

lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 07	lectura (cm)	28	33	51	52	65	83	97	112	126	135	145	169	1
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.28	0.33	0.51	0.52	0.65	0.83	0.97	1.12	1.26	1.35	1.45	1.69	0.01
14-ago-23	volumen (m3)	4.26	0.76	2.74	0.15	1.98	2.74	2.13	2.28	2.13	1.37	1.52	3.65	0.15
	Qh(l/s)	2.63	1.66	2.21	1.49	2.00	2.21	2.04	2.08	2.04	1.83	1.87	2.46	1.49
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 07	lectura (cm)	27	45	53	56	60	80	95	118	128	132	148	162	6
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.27	0.45	0.53	0.56	0.60	0.80	0.95	1.18	1.28	1.32	1.48	1.62	0.06
15-ago-23	volumen (m3)	4.10	2.74	1.22	0.46	0.61	3.04	2.28	3.50	1.52	0.61	2.43	2.13	0.91
	Qh(l/s)	2.59	2.21	1.79	1.58	1.62	2.29	2.08	2.42	1.87	1.62	2.13	2.04	1.70
miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 07	lectura (cm)	32	38	49	56	58	76	104	112	145	160	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.38	0.49	0.56	0.58	0.76	1.04	1.12	1.45	1.60	1.70	0.00	0.00
16-ago-23	volumen (m3)	4.86	0.91	1.67	1.06	0.30	2.74	4.26	1.22	5.02	2.28	1.52	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.80	1.70	1.91	1.75	1.53	2.21	2.63	1.79	2.84	2.08	1.87	1.45	1.45
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 07	lectura (cm)	32	37	47	48	51	66	102	112	118	155	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.37	0.47	0.48	0.51	0.66	1.02	1.12	1.18	1.55	1.70	0.00	0.00
17-ago-23	volumen (m3)	4.86	0.76	1.52	0.15	0.46	2.28	5.47	1.52	0.91	5.62	2.28	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.80	1.66	1.87	1.49	1.58	2.08	2.97	1.87	1.70	3.01	2.08	1.45	0.00
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 07	lectura (cm)	28	33	35	52	56	57	78	89	108	136	137	167	3
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.28	0.33	0.35	0.52	0.56	0.57	0.78	0.89	1.08	1.36	1.37	1.67	0.03
18-ago-23	volumen (m3)	4.26	0.76	0.30	2.58	0.61	0.15	3.19	1.67	2.89	4.26	0.15	4.56	0.46
	Qh(l/s)	2.63	1.66	1.53	2.17	1.62	1.49	2.34	1.91	2.25	2.63	1.49	2.72	1.58

sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 07	lectura (cm)	30	48	48	50	58	58	98	100	114	145	158	164	6
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.48	0.48	0.50	0.58	0.58	0.98	1.00	1.14	1.45	1.58	1.64	0.06
19-ago-23	volumen (m3)	4.56	2.74	0.00	0.30	1.22	0.00	6.08	0.30	2.13	4.71	1.98	0.91	0.91
	Qh(l/s)	2.72	2.21	1.45	1.53	1.79	1.45	3.14	1.53	2.04	2.76	2.00	1.70	1.70
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 07	lectura (cm)	35	38	46	57	56	76	80	135	155	170	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.38	0.46	0.57	0.56	0.76	0.80	1.35	1.55	1.70	0.00	0.00	0.00
20-ago-23	volumen (m3)	5.32	0.46	1.22	1.67	-0.15	3.04	0.61	8.36	3.04	2.28	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.93	1.58	1.79	1.91	1.41	2.29	1.62	3.77	2.29	2.08	1.45	1.45	0.00
lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 08	lectura (cm)	18	28	37	45	63	79	97	110	124	141	163	7	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.18	0.28	0.37	0.45	0.63	0.79	0.97	1.10	1.24	1.41	1.63	0.07	0.07
21-ago-23	volumen (m3)	2.74	1.52	1.37	1.22	2.74	2.43	2.74	1.98	2.13	2.58	3.34	1.06	0.00
	Qh(l/s)	2.21	1.87	1.83	1.79	2.21	2.13	2.21	2.00	2.04	2.17	2.38	1.75	1.45
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 08	lectura (cm)	23	38	48	54	61	69	100	110	111	155	167	3	3
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.23	0.38	0.48	0.54	0.61	0.69	1.00	1.10	1.11	1.55	1.67	0.03	0.03
22-ago-23	volumen (m3)	3.50	2.28	1.52	0.91	1.06	1.22	4.71	1.52	0.15	6.69	1.82	0.46	0.46
	Qh(l/s)	2.42	2.08	1.87	1.70	1.75	1.79	2.76	1.87	1.49	3.31	1.96	1.58	1.58
miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 08	lectura (cm)	31	43	51	65	65	65	98	99	115	136	158	164	6
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.31	0.43	0.51	0.65	0.65	0.65	0.98	0.99	1.15	1.36	1.58	1.64	0.06
23-ago-23	volumen (m3)	4.71	1.82	1.22	2.13	0.00	0.00	5.02	0.15	2.43	3.19	3.34	0.91	0.91
	Qh(l/s)	2.76	1.96	1.79	2.04	1.45	1.45	2.84	1.49	2.13	2.34	2.38	1.70	1.70

jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 08	lectura (cm)	35	37	37	45	52	56	99	128	159	163	7	7	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.37	0.37	0.45	0.52	0.56	0.99	1.28	1.59	1.63	0.07	0.07	0.07
24-ago-23	volumen (m3)	5.32	0.30	0.00	1.22	1.06	0.61	6.54	4.41	4.71	0.61	1.06	0.00	1.06
	Qh(l/s)	2.93	1.53	1.45	1.79	1.75	1.62	3.27	2.67	2.76	1.62	1.75	1.45	1.75
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 08	lectura (cm)	33	43	45	48	57	59	95	98	110	113	154	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.33	0.43	0.45	0.48	0.57	0.59	0.95	0.98	1.10	1.13	1.54	1.70	0.00
25-ago-23	volumen (m3)	5.02	1.52	0.30	0.46	1.37	0.30	5.47	0.46	1.82	0.46	6.23	2.43	0.00
	Qh(l/s)	2.84	1.87	1.53	1.58	1.83	1.53	2.97	1.58	1.96	1.58	3.18	2.13	0.00
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 08	lectura (cm)	28	47	48	52	54	68	76	77	98	132	155	161	9
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.28	0.47	0.48	0.52	0.54	0.68	0.76	0.77	0.98	1.32	1.55	1.61	0.09
26-ago-23	volumen (m3)	4.26	2.89	0.15	0.61	0.30	2.13	1.22	0.15	3.19	5.17	3.50	0.91	1.37
	Qh(l/s)	2.63	2.25	1.49	1.62	1.53	2.04	1.79	1.49	2.34	2.89	2.42	1.70	1.83
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 08	lectura (cm)	32	35	39	47	56	69	98	125	163	170	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.35	0.39	0.47	0.56	0.69	0.98	1.25	1.63	1.70	0.00	0.00	0.00
27-ago-23	volumen (m3)	4.86	0.46	0.61	1.22	1.37	1.98	4.41	4.10	5.78	1.06	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.80	1.58	1.62	1.79	1.83	2.00	2.67	2.59	3.05	1.75	1.45	1.45	0.00
lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 09	lectura (cm)	40	46	50	54	62	80	102	110	125	130	142	160	10
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.40	0.46	0.50	0.54	0.62	0.80	1.02	1.10	1.25	1.30	1.42	1.60	0.10
28-ago-23	volumen (m3)	6.08	0.91	0.61	0.61	1.22	2.74	3.34	1.22	2.28	0.76	1.82	2.74	1.52
	Qh(l/s)	3.14	1.70	1.62	1.62	1.79	2.21	2.38	1.79	2.08	1.66	1.96	2.21	1.87

martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 09	lectura (cm)	43	45	49	53	63	75	105	112	118	132	141	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.43	0.45	0.49	0.53	0.63	0.75	1.05	1.12	1.18	1.32	1.41	1.65	0.05
29-ago-23	volumen (m3)	6.54	0.30	0.61	0.61	1.52	1.82	4.56	1.06	0.91	2.13	1.37	3.65	0.76
	Qh(l/s)	3.27	1.53	1.62	1.62	1.87	1.96	2.72	1.75	1.70	2.04	1.83	2.46	1.66
miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 09	lectura (cm)	35	40	55	62	66	68	110	112	120	124	150	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.40	0.55	0.62	0.66	0.68	1.10	1.12	1.20	1.24	1.50	1.70	0.00
30-ago-23	volumen (m3)	5.32	0.76	2.28	1.06	0.61	0.30	6.38	0.30	1.22	0.61	3.95	3.04	0.00
	Qh(l/s)	2.93	1.66	2.08	1.75	1.62	1.53	3.22	1.53	1.79	1.62	2.55	2.29	0.00
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 09	lectura (cm)	33	37	45	48	50	65	98	102	118	135	156	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.33	0.37	0.45	0.48	0.50	0.65	0.98	1.02	1.18	1.35	1.56	1.70	0.00
31-ago-23	volumen (m3)	5.02	0.61	1.22	0.46	0.30	2.28	5.02	0.61	2.43	2.58	3.19	2.13	0.00
	Qh(l/s)	2.84	1.62	1.79	1.58	1.53	2.08	2.84	1.62	2.13	2.17	2.34	2.04	0.00
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 09	lectura (cm)	30	33	38	38	46	57	100	102	118	125	145	161	9
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.33	0.38	0.38	0.46	0.57	1.00	1.02	1.18	1.25	1.45	1.61	0.09
01-sep-23	volumen (m3)	4.56	0.46	0.76	0.00	1.22	1.67	6.54	0.30	2.43	1.06	3.04	2.43	1.37
	Qh(l/s)	2.72	1.58	1.66	1.45	1.79	1.91	3.27	1.53	2.13	1.75	2.29	2.13	1.83
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 09	lectura (cm)	46	47	47	50	55	58	89	97	114	119	148	162	8
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.46	0.47	0.47	0.50	0.55	0.58	0.89	0.97	1.14	1.19	1.48	1.62	0.08
02-sep-23	volumen (m3)	6.99	0.15	0.00	0.46	0.76	0.46	4.71	1.22	2.58	0.76	4.41	2.13	1.22
	Qh(l/s)	3.39	1.49	1.45	1.58	1.66	1.58	2.76	1.79	2.17	1.66	2.67	2.04	1.79

domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 09	lectura (cm)	34	38	47	50	58	63	64	89	97	170	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.34	0.38	0.47	0.50	0.58	0.63	0.64	0.89	0.97	1.70	0.00	0.00	0.00
03-sep-23	volumen (m3)	5.17	0.61	1.37	0.46	1.22	0.76	0.15	3.80	1.22	11.10	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.89	1.62	1.83	1.58	1.79	1.66	1.49	2.51	1.79	4.53	1.45	1.45	0.00

lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 10	lectura (cm)	36	43	54	56	61	78	97	115	125	135	155	160	10
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.36	0.43	0.54	0.56	0.61	0.78	0.97	1.15	1.25	1.35	1.55	1.60	0.10
04-sep-23	volumen (m3)	5.47	1.06	1.67	0.30	0.76	2.58	2.89	2.74	1.52	1.52	3.04	0.76	1.52
	Qh(l/s)	2.97	1.75	1.91	1.53	1.66	2.17	2.25	2.21	1.87	1.87	2.29	1.66	1.87

martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 10	lectura (cm)	40	42	45	49	63	73	100	114	117	130	138	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.40	0.42	0.45	0.49	0.63	0.73	1.00	1.14	1.17	1.30	1.38	1.70	0.00
05-sep-23	volumen (m3)	6.08	0.30	0.46	0.61	2.13	1.52	4.10	2.13	0.46	1.98	1.22	4.86	0.00
	Qh(l/s)	3.14	1.53	1.58	1.62	2.04	1.87	2.59	2.04	1.58	2.00	1.79	2.80	0.00

miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 10	lectura (cm)	32	33	48	62	65	67	106	110	118	122	158	163	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.33	0.48	0.62	0.65	0.67	1.06	1.10	1.18	1.22	1.58	1.63	0.07
06-sep-23	volumen (m3)	4.86	0.15	2.28	2.13	0.46	0.30	5.93	0.61	1.22	0.61	5.47	0.76	1.06
	Qh(l/s)	2.80	1.49	2.08	2.04	1.58	1.53	3.10	1.62	1.79	1.62	2.97	1.66	1.75

jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 10	lectura (cm)	42	37	44	47	49	66	89	102	123	133	143	163	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.42	0.37	0.44	0.47	0.49	0.66	0.89	1.02	1.23	1.33	1.43	1.63	0.07
07-sep-23	volumen (m3)	6.38	-0.76	1.06	0.46	0.30	2.58	3.50	1.98	3.19	1.52	1.52	3.04	1.06
	Qh(l/s)	3.22	1.24	1.75	1.58	1.53	2.17	2.42	2.00	2.34	1.87	1.87	2.29	1.75

viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 10	lectura (cm)	31	35	38	42	47	56	99	105	123	136	155	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.31	0.35	0.38	0.42	0.47	0.56	0.99	1.05	1.23	1.36	1.55	1.65	0.05
08-sep-23	volumen (m3)	4.71	0.61	0.46	0.61	0.76	1.37	6.54	0.91	2.74	1.98	2.89	1.52	0.76
	Qh(l/s)	2.76	1.62	1.58	1.62	1.66	1.83	3.27	1.70	2.21	2.00	2.25	1.87	1.66
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 10	lectura (cm)	35	46	47	53	55	60	90	96	115	124	156	167	3
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.46	0.47	0.53	0.55	0.60	0.90	0.96	1.15	1.24	1.56	1.67	0.03
09-sep-23	volumen (m3)	5.32	1.67	0.15	0.91	0.30	0.76	4.56	0.91	2.89	1.37	4.86	1.67	0.46
	Qh(l/s)	2.93	1.91	1.49	1.70	1.53	1.66	2.72	1.70	2.25	1.83	2.80	1.91	1.58
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 10	lectura (cm)	30	32	48	57	67	70	87	120	145	170	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.32	0.48	0.57	0.67	0.70	0.87	1.20	1.45	1.70	0.00	0.00	0.00
10-sep-23	volumen (m3)	4.56	0.30	2.43	1.37	1.52	0.46	2.58	5.02	3.80	3.80	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.72	1.53	2.13	1.83	1.87	1.58	2.17	2.84	2.51	2.51	1.45	1.45	0.00
lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 11	lectura (cm)	28	43	51	52	61	83	97	100	126	130	158	167	3
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.28	0.43	0.51	0.52	0.61	0.83	0.97	1.00	1.26	1.30	1.58	1.67	0.03
11-sep-23	volumen (m3)	4.26	2.28	1.22	0.15	1.37	3.34	2.13	0.46	3.95	0.61	4.26	1.37	0.46
	Qh(l/s)	2.63	2.08	1.79	1.49	1.83	2.38	2.04	1.58	2.55	1.62	2.63	1.83	1.58
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 11	lectura (cm)	29	33	53	56	60	67	95	118	128	132	148	163	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.29	0.33	0.53	0.56	0.60	0.67	0.95	1.18	1.28	1.32	1.48	1.63	0.07
12-sep-23	volumen (m3)	4.41	0.61	3.04	0.46	0.61	1.06	4.26	3.50	1.52	0.61	2.43	2.28	1.06
	Qh(l/s)	2.67	1.62	2.29	1.58	1.62	1.75	2.63	2.42	1.87	1.62	2.13	2.08	1.75

miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 11	lectura (cm)	32	38	44	50	58	76	100	115	115	130	145	160	10
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.38	0.44	0.50	0.58	0.76	1.00	1.15	1.15	1.30	1.45	1.60	0.10
13-sep-23	volumen (m3)	4.86	0.91	0.91	0.91	1.22	2.74	3.65	2.28	0.00	2.28	2.28	2.28	1.52
	Qh(l/s)	2.80	1.70	1.70	1.70	1.79	2.21	2.46	2.08	1.45	2.08	2.08	2.08	1.87
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 11	lectura (cm)	33	39	44	49	51	55	101	102	135	155	160	162	8
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.33	0.39	0.44	0.49	0.51	0.55	1.01	1.02	1.35	1.55	1.60	1.62	0.08
14-sep-23	volumen (m3)	5.02	0.91	0.76	0.76	0.30	0.61	6.99	0.15	5.02	3.04	0.76	0.30	1.22
	Qh(l/s)	2.84	1.70	1.66	1.66	1.53	1.62	3.39	1.49	2.84	2.29	1.66	1.53	1.79
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 11	lectura (cm)	30	33	48	52	56	57	78	89	108	125	148	160	10
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.30	0.33	0.48	0.52	0.56	0.57	0.78	0.89	1.08	1.25	1.48	1.60	0.10
15-sep-23	volumen (m3)	4.56	0.46	2.28	0.61	0.61	0.15	3.19	1.67	2.89	2.58	3.50	1.82	1.52
	Qh(l/s)	2.72	1.58	2.08	1.62	1.62	1.49	2.34	1.91	2.25	2.17	2.42	1.96	1.87
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 11	lectura (cm)	35	47	48	51	56	58	98	100	114	120	146	170	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.47	0.48	0.51	0.56	0.58	0.98	1.00	1.14	1.20	1.46	1.70	0.00
16-sep-23	volumen (m3)	5.32	1.82	0.15	0.46	0.76	0.30	6.08	0.30	2.13	0.91	3.95	3.65	0.00
	Qh(l/s)	2.93	1.96	1.49	1.58	1.66	1.53	3.14	1.53	2.04	1.70	2.55	2.46	1.45
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 11	lectura (cm)	35	40	46	57	59	86	119	145	163	170	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.40	0.46	0.57	0.59	0.86	1.19	1.45	1.63	1.70	0.00	0.00	0.00
17-sep-23	volumen (m3)	5.32	0.76	0.91	1.67	0.30	4.10	5.02	3.95	2.74	1.06	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	2.93	1.66	1.70	1.91	1.53	2.59	2.84	2.55	2.21	1.75	1.45	1.45	0.00

lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	41	60	66	69	79	93	107	119	129	141	156	166	4
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.41	0.60	0.66	0.69	0.79	0.93	1.07	1.19	1.29	1.41	1.56	1.66	0.04
18-sep-23	volumen (m3)	6.23	2.89	0.91	0.46	1.52	2.13	2.13	1.82	1.52	1.82	2.28	1.52	0.61
	Qh(l/s)	3.18	2.25	1.70	1.58	1.87	2.04	2.04	1.96	1.87	1.96	2.08	1.87	1.62
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	44	51	62	68	79	97	118	123	133	136	158	167	3
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.44	0.51	0.62	0.68	0.79	0.97	1.18	1.23	1.33	1.36	1.58	1.67	0.03
19-sep-23	volumen (m3)	6.69	1.06	1.67	0.91	1.67	2.74	3.19	0.76	1.52	0.46	3.34	1.37	0.46
	Qh(l/s)	3.31	1.75	1.91	1.70	1.91	2.21	2.34	1.66	1.87	1.58	2.38	1.83	1.58
miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	36	40	61	67	75	103	117	119	133	139	148	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.36	0.40	0.61	0.67	0.75	1.03	1.17	1.19	1.33	1.39	1.48	1.65	0.05
20-sep-23	volumen (m3)	5.47	0.61	3.19	0.91	1.22	4.26	2.13	0.30	2.13	0.91	1.37	2.58	0.76
	Qh(l/s)	2.97	1.62	2.34	1.70	1.79	2.63	2.04	1.53	2.04	1.70	1.83	2.17	1.66
jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	31	57	67	70	81	89	113	124	130	137	143	164	6
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.31	0.57	0.67	0.70	0.81	0.89	1.13	1.24	1.30	1.37	1.43	1.64	0.06
21-sep-23	volumen (m3)	4.71	3.95	1.52	0.46	1.67	1.22	3.65	1.67	0.91	1.06	0.91	3.19	0.91
	Qh(l/s)	2.76	2.55	1.87	1.58	1.91	1.79	2.46	1.91	1.70	1.75	1.70	2.34	1.70
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	38	40	67	71	75	107	108	120	131	138	155	163	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.38	0.40	0.67	0.71	0.75	1.07	1.08	1.20	1.31	1.38	1.55	1.63	0.07
22-sep-23	volumen (m3)	5.78	0.30	4.10	0.61	0.61	4.86	0.15	1.82	1.67	1.06	2.58	1.22	1.06
	Qh(l/s)	3.05	1.53	2.59	1.62	1.62	2.80	1.49	1.96	1.91	1.75	2.17	1.79	1.75

sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	32	46	54	57	63	98	117	130	138	146	160	168	2
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.32	0.46	0.54	0.57	0.63	0.98	1.17	1.30	1.38	1.46	1.60	1.68	0.02
23-sep-23	volumen (m3)	4.86	2.13	1.22	0.46	0.91	5.32	2.89	1.98	1.22	1.22	2.13	1.22	0.30
	Qh(l/s)	2.80	2.04	1.79	1.58	1.70	2.93	2.25	2.00	1.79	1.79	2.04	1.79	1.53
domingo	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	45	49	69	72	90	118	122	125	130	166	0	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.45	0.49	0.69	0.72	0.90	1.18	1.22	1.25	1.30	1.66	0.00	0.00	0.00
24-sep-23	volumen (m3)	6.84	0.61	3.04	0.46	2.74	4.26	0.61	0.46	0.76	5.47	0.00	0.00	0.00
	Qh(l/s)	3.35	1.62	2.29	1.58	2.21	2.63	1.62	1.58	1.66	2.97	1.45	1.45	0.00
lunes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	42	48	52	60	70	107	110	122	132	137	150	162	8
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.42	0.48	0.52	0.60	0.70	1.07	1.10	1.22	1.32	1.37	1.50	1.62	0.08
25-sep-23	volumen (m3)	6.38	0.91	0.61	1.22	1.52	5.58	0.52	1.73	1.55	0.79	2.05	1.76	1.22
	Qh(l/s)	3.22	1.70	1.62	1.79	1.87	3.00	1.59	1.93	1.88	1.67	2.02	1.94	1.79
martes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	48	55	60	65	71	103	110	118	127	136	142	165	5
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.48	0.55	0.60	0.65	0.71	1.03	1.10	1.18	1.27	1.36	1.42	1.65	0.05
26-sep-23	volumen (m3)	7.30	1.06	0.76	0.76	0.91	4.84	1.16	1.14	1.37	1.38	0.93	3.46	0.76
	Qh(l/s)	3.48	1.75	1.66	1.66	1.70	2.79	1.77	1.77	1.83	1.83	1.71	2.41	1.66
miercoles	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	35	41	45	59	69	107	113	119	130	134	150	163	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.35	0.41	0.45	0.59	0.69	1.07	1.13	1.19	1.30	1.34	1.50	1.63	0.07
27-sep-23	volumen (m3)	5.32	0.91	0.62	2.11	1.46	5.79	0.93	1.01	1.61	0.68	2.36	1.98	1.06
	Qh(l/s)	2.93	1.70	1.62	2.04	1.85	3.06	1.71	1.73	1.90	1.64	2.11	2.00	1.75

jueves	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	53	60	66	70	75	91	111	121	129	145	156	168	2
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.53	0.60	0.66	0.70	0.75	0.91	1.11	1.21	1.29	1.45	1.56	1.68	0.02
28-sep-23	volumen (m3)	8.06	1.06	0.91	0.61	0.76	2.48	2.92	1.65	1.19	2.40	1.67	1.82	0.30
	Qh(l/s)	3.69	1.75	1.70	1.62	1.66	2.14	2.26	1.91	1.78	2.12	1.91	1.96	1.53
viernes	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	38	42	42	47	52	62	110	117	137	151	170	0	0
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.38	0.42	0.42	0.47	0.52	0.62	1.10	1.17	1.37	1.51	1.70	0.00	0.00
29-sep-23	volumen (m3)	5.78	0.61	0.04	0.68	0.84	1.52	7.27	1.01	3.04	2.20	2.86	0.00	0.00
	Qh(l/s)	3.05	1.62	1.46	1.64	1.68	1.87	3.47	1.73	2.29	2.06	2.24	1.45	0.00
sabado	hora	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
semana 12	lectura (cm)	45	50	55	58	67	100	123	129	140	146	163	7	7
mes 01	variacion (Δ)(m)	0.45	0.50	0.55	0.58	0.67	1.00	1.23	1.29	1.40	1.46	1.63	0.07	0.07
30-sep-23	volumen (m3)	0.65	0.76	0.76	0.51	1.36	5.00	3.53	0.84	1.71	0.85	2.60	1.06	0.00
	Qh(l/s)	1.63	1.66	1.66	1.59	1.83	2.84	2.43	1.68	1.93	1.69	2.17	1.75	1.45

Anexo 5: Resumen de coeficientes de variación de Julio a septiembre 2023

COEFICIENTE DE VARIACION POR MESES	
MES	COEFICIENTE (K2)
JULIO	1.67
AGOSTO	1.54
SEPTIEMBRE	1.69
PROMEDIO	1.63

Anexo 6: Coeficiente de variación diaria (K1) por meses (Julio - septiembre)

SEMANA	DIA	MES		
		JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
N o 0 1	Lunes	8	8	7
	Martes	7	7	8
	Miércoles	8	6	8
	Jueves	6	6	9
	Viernes	7	6	7
	Sábado	7	7	5
	Domingo	4	3	4
N o 0 2	Lunes	8	8	8
	Martes	8	7	7
	Miércoles	8	8	8
	Jueves	7	8	7
	Viernes	8	7	8
	Sábado	7	8	5
	Domingo	6	4	6
N o 0 3	Lunes	8	7	9
	Martes	7	7	6
	Miércoles	8	8	8
	Jueves	8	8	7
	Viernes	9	8	9
	Sábado	7	7	8
	Domingo	4	3	5
N o 0 4	Lunes	8	7	8
	Martes	8	6	8
	Miércoles	9	6	7
	Jueves	8	7	9
	Viernes	8	8	7
	Sábado	8	8	8
	Domingo	6	7	6
Máximo		9	8	9
Promedio		6.65	6.20	7.21
Coeficiente Variacion diariaK1		1.35	1.29	1.30

Anexo 7: Coeficiente de variación diaria (K1) Y coeficiente de variación horaria (k2) por meses (julio- septiembre)

COEFICIENTE DE VARIACION POR MES		
	C.VARIACION DIARIA (K1)	C.VARIACION HORARIA(K2)
JULIO	1.35	1.67
AGOSTO	1.29	1.54
SEPTIEMBRE	1.3	1.69
PROMEDIO	1.31	1.63

Anexo 8: parámetros para modelamiento en waterCad

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN - SISTEMA (Agua Blanca)

"EVALUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL ROMERO DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC - CAJAMARCA 2023"

Localidad: EL ROMERO

Provincia: Hualgayoc

Distrito: Bambamarca

Departamento: Cajamarca

1. Consideraciones de diseño para Red de Distribución

SISTEMA	SISTEMA (Agua Blanca)		
Caudal Máximo Horario	0.87 L/S		
N° de Viviendas	102		
N° de Instituciones	3		
Locales Públicos	0		
N° Total de Beneficiarios	105		
Material de la Tubería:	PVC		
Clase de tubería	PVC SAP C-10		
Coeficiente de fricción Darcy)	0.035		
Presión Máxima de la Tubería:	100	m.c.a	
Presión Máxima estática viviendas:	60	m.c.a	<i>Especificación de Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.-RM-192-2018</i>
Presión Mínima Diseño:	5.0	m.c.a	
Velocidad Mínima Red Principal:	0.6	m/s	<i>Nota: la presión máxima a utilizar será</i>
Velocidad Máxima Red Principal:	3.0	m/s	<i>el 75% de la presión brindada por el fabricante</i>

Metodo de Cálculo de fricción

Darcy

2.0 Cálculo del diámetro máximo y mínimo de Línea de Aducción

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_{\min}}}$$

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{A * Q_{\max} h}{\pi * 0.6}}$$

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_{\max}}}$$

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{A * Q_{\max} h}{\pi * 5.0}}$$

DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN CON LA APLICACIÓN DE SOFTWARE WaterCAD

CÁLCULO DE CAUDAL UNITARIO PARA CADA VIVIENDA O DEMANDA POR VIVIENDA

$$Q_i = \frac{Q_{\max}}{\text{NUMERO DE CONEXIONES}}$$

SISTEMA	SISTEMA (Agua Blanca)	
Qi(Lts/s)	0.021048	

▪ UBICACIÓN DE RESERVORIO COTAS Y VOLUMEN

RESERVORIO

COORDENADAS UTM DE RESERVORIO		
ESTE	NORTE	ALTURA
7.788.653.003	92.700.491.785	29.653.338

Anexo 9: resultado de caudales y velocidades en la red de distribución - sistema (agua blanca)

RESULTADO DE CAUDALES Y VELOCIDADES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN - SISTEMA (Agua Blanca)						
PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL	LONGITUD (m)	Ø Interior (mm)	Ø Nominal (pulg)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)
RESERVORIO-1	J-30	6.58	38.01	1 1/2	0.801	1.1340
J-30	J-96	27.58	38.01	1 1/2	0.770	1.0920
J-96	J-105	158.49	38.01	1 1/2	0.763	1.0920
J-105	J-106	55.55	38.01	1 1/2	0.755	1.0710
J-35	J-36	7.07	38.01	1 1/2	0.709	1.0080
J-106	J-35	74.28	38.01	1 1/2	0.717	1.0080
J-36	J-86	20.62	38.01	1 1/2	0.702	0.9870
J-86	J-59	55.75	38.01	1 1/2	0.694	0.9870
J-39	J-40	7.73	38.01	1 1/2	0.679	0.9660
J-59	J-39	17.21	38.01	1 1/2	0.687	0.9660
J-90	J-91	23.90	38.01	1 1/2	0.664	0.9450
J-40	J-91	103.89	38.01	1 1/2	0.671	0.9450
J-92	J-93	24.96	38.01	1 1/2	0.442	0.6300
J-93	J-90	122.57	38.01	1 1/2	0.450	0.6300
J-66	J-67	13.59	38.01	1 1/2	0.427	0.6090
J-67	J-92	56.88	38.01	1 1/2	0.435	0.6090
J-75	J-66	14.68	38.01	1 1/2	0.420	0.5880
J-17	J-75	19.03	38.01	1 1/2	0.412	0.5880
J-16	J-17	2.77	38.01	1 1/2	0.404	0.5670
J-16	J-63	13.53	38.01	1 1/2	0.397	0.5670
J-38	J-45	7.75	38.01	1 1/2	0.381	0.5670
J-45	J-63	26.40	38.01	1 1/2	0.389	0.5670
J-95	J-38	34.59	38.01	1 1/2	0.305	0.5670
J-15	J-47	8.33	38.01	1 1/2	0.290	0.5670
J-47	J-95	26.74	38.01	1 1/2	0.298	0.5670
J-14	J-15	2.51	38.01	1 1/2	0.282	0.5670
J-31	J-14	6.55	38.01	1 1/2	0.275	0.5670
J-41	J-31	7.42	38.01	1 1/2	0.267	0.5670
J-42	J-41	7.49	38.01	1 1/2	0.259	0.5670
J-19	J-42	7.44	38.01	1 1/2	0.252	0.5670
J-12	J-19	3.33	38.01	1 1/2	0.221	0.5670
J-87	J-88	20.79	38.01	1 1/2	0.206	0.5670
J-90	J-88	107.02	38.01	1 1/2	0.214	0.5670
J-26	CRP T7 PROY-1	9.85	38.01	1 1/2	0.191	0.5670
CRP T7 PROY-1	J-60	12.67	38.01	1 1/2	0.191	0.5670
J-60	J-87	44.31	38.01	1 1/2	0.198	0.5670
J-18	J-12	3.25	38.01	1 1/2	0.183	0.5670
J-25	J-26	6.22	38.01	1 1/2	0.183	0.5670
J-84	J-18	25.72	38.01	1 1/2	0.175	0.5670
J-82	J-25	48.93	38.01	1 1/2	0.175	0.5670
J-9	J-10	1.86	38.01	1 1/2	0.160	0.5670
J-6	J-13	2.36	38.01	1 1/2	0.160	0.5670
J-10	J-82	15.18	38.01	1 1/2	0.168	0.5670

J-13	J-84	16.46	38.01	1 1/2	0.168	0.4500
J-5	J-6	1.48	38.01	1 1/2	0.153	0.4500
J-72	J-9	14.36	38.01	1 1/2	0.153	0.4500
J-83	J-72	16.08	38.01	1 1/2	0.145	0.4500
J-1	J-5	3.26	38.01	1 1/2	0.130	0.4500
J-55	J-56	10.29	38.01	1 1/2	0.130	0.4500
J-56	J-83	22.90	38.01	1 1/2	0.137	0.4500
J-1	J-2	0.84	38.01	1 1/2	0.122	0.4500
J-27	CRP T7 PROY-2	6.50	38.01	1 1/2	0.114	0.4500
CRP T7 PROY-2	J-34	7.28	38.01	1 1/2	0.114	0.4500
J-8	J-2	8.65	38.01	1 1/2	0.114	0.4500
J-34	J-55	12.57	38.01	1 1/2	0.122	0.4500
J-7	J-8	1.58	38.01	1 1/2	0.107	0.4500
J-21	J-22	6.19	38.01	1 1/2	0.099	0.4500
J-48	J-7	8.37	38.01	1 1/2	0.099	0.4500
J-22	J-27	8.70	38.01	1 1/2	0.107	0.4500
J-64	J-65	13.11	38.01	1 1/2	0.084	0.4500
J-85	J-21	25.64	38.01	1 1/2	0.084	0.4500
J-65	J-48	29.87	38.01	1 1/2	0.092	0.4500
J-3	J-4	1.13	38.01	1 1/2	0.069	0.4500
J-37	J-38	7.18	38.01	1 1/2	0.076	0.4500
J-3	J-85	19.80	38.01	1 1/2	0.076	0.4500
J-62	J-37	20.53	38.01	1 1/2	0.069	0.4500
J-61	J-62	12.91	38.01	1 1/2	0.061	0.4500
J-76	J-77	14.75	38.01	1 1/2	0.053	0.4500
J-77	J-64	15.06	38.01	1 1/2	0.061	0.4500
J-99	J-100	31.01	38.01	1 1/2	0.053	0.4500
J-4	J-99	43.03	38.01	1 1/2	0.061	0.4500
J-89	J-61	66.51	38.01	1 1/2	0.053	0.4500
J-11	J-12	2.19	38.01	1 1/2	0.038	0.4500
J-68	J-69	13.79	38.01	1 1/2	0.038	0.4500
J-73	J-74	14.40	38.01	1 1/2	0.038	0.4500
J-81	J-43	15.31	38.01	1 1/2	0.038	0.4500
J-74	J-89	21.47	38.01	1 1/2	0.046	0.4500
J-100	J-81	33.03	38.01	1 1/2	0.046	0.4500
J-68	J-76	44.45	38.01	1 1/2	0.046	0.4500
J-103	J-106	68.20	38.01	1 1/2	0.038	0.4500
J-44	J-109	1.27	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-110	J-65	1.31	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-69	J-111	1.35	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-78	J-112	1.61	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-113	J-98	1.68	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-2	J-114	1.69	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-115	J-72	1.70	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-16	J-116	1.71	12.7	1/2 "	0.008	0.4500

J-43	J-117	1.83	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-37	J-118	2.02	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-45	J-119	2.06	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-120	J-97	2.15	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-104	J-121	2.10	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-122	J-80	2.20	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-123	J-61	2.24	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-49	J-124	2.31	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-47	J-125	2.32	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-126	J-73	2.38	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-32	J-127	2.39	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-33	J-128	2.40	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-62	J-129	2.44	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-130	J-9	2.44	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-131	J-4	2.54	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-8	J-132	2.55	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-71	J-133	2.60	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-11	J-134	2.63	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-135	J-57	2.67	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-14	J-136	2.73	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-58	J-137	2.76	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-138	J-24	2.85	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-63	J-139	3.18	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-140	J-74	3.30	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-94	J-141	3.32	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-70	J-142	3.31	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-143	J-23	3.47	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-144	J-26	3.50	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-145	J-79	3.65	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-146	J-46	4.03	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-147	J-7	4.00	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-148	J-60	4.10	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-149	J-34	4.25	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-150	J-76	4.22	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-151	J-40	4.29	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-152	J-99	4.34	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-153	J-20	4.44	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-107	J-154	4.53	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-50	J-155	4.51	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-13	J-156	4.55	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-42	J-157	4.65	12.7	1/2 "	0.008	0.4500
J-22	J-158	5.08	12.7	1/2 "	0.008	0.4500

J-1	J-159	4.74	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-15	J-160	4.82	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-41	J-161	5.04	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-31	J-162	5.14	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-18	J-163	5.15	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-84	J-164	5.31	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-165	J-68	5.45	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-81	J-166	5.51	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-50	J-167	5.52	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-168	J-83	5.54	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-85	J-169	5.73	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-92	J-170	6.12	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-171	J-10	6.08	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-172	J-70	6.69	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-173	J-56	6.91	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-86	J-174	6.89	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-175	J-57	7.82	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-77	J-176	7.13	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-94	J-177	7.99	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-178	J-102	8.00	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-67	J-179	8.15	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-180	J-82	8.25	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-36	J-181	8.35	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-182	J-3	9.11	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-49	J-183	9.88	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-184	J-103	9.49	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-185	J-27	10.98	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-186	J-51	10.21	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-55	J-187	10.56	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-95	J-188	10.66	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-189	J-59	13.83	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-46	J-190	15.40	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-191	J-17	12.17	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-192	J-108	12.48	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-100	J-193	12.50	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-89	J-194	12.94	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-195	J-25	14.15	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-196	J-75	17.49	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-197	J-105	15.38	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-198	J-53	15.29	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-6	J-199	18.50	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-79	J-200	16.29	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-201	J-101	17.80	12.7	1/2 "	0.008	0.3600

J-202	J-54	17.97	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-203	J-93	20.84	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-48	J-204	25.92	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-205	J-91	23.14	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-66	J-206	24.04	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-207	J-39	28.51	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-208	J-107	33.12	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-209	J-35	32.58	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-210	J-88	35.61	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-211	J-87	50.37	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-96	J-212	64.65	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-213	J-53	150.23	12.7	1/2 "	0.008	0.3600
J-5	J-20	4.64	12.7	1 1/2	0.023	0.3600
J-23	J-24	6.07	12.7	1 1/2	0.023	0.3000
J-32	J-33	6.64	12.7	1 1/2	0.023	0.3000
J-43	J-44	7.75	12.7	1 1/2	0.031	0.3000
J-33	J-11	10.90	12.7	1 1/2	0.031	0.3000
J-44	J-58	12.07	12.7	1 1/2	0.023	0.3000
J-80	J-73	15.01	12.7	1 1/2	0.031	0.3000
J-64	J-78	17.82	12.7	1 1/2	0.023	0.3000
J-24	J-19	18.10	12.7	1 1/2	0.031	0.3000
J-51	J-80	29.26	12.7	1 1/2	0.023	0.3000
J-101	J-30	41.00	12.7	1 1/2	0.031	0.3000
J-102	J-103	43.88	12.7	1 1/2	0.031	0.3000
J-71	J-104	48.20	12.7	1 1/2	0.023	0.3000
J-104	J-69	78.11	12.7	1 1/2	0.031	0.3000
J-108	J-101	73.99	12.7	1 1/2	0.023	0.3000
J-54	J-102	171.29	12.7	1 1/2	0.023	0.3000
J-20	J-46	8.01	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-49	J-32	8.67	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-50	J-51	9.38	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-53	J-54	10.00	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-57	J-23	10.38	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-70	J-71	14.14	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-78	J-79	14.58	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-58	J-94	26.92	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-97	J-98	27.64	12.7	1 1/2	0.008	0.3000
J-107	J-108	64.17	12.7	1 1/2	0.015	0.3000
J-98	J-21	87.78	12.7	1 1/2	0.015	0.3000

ANEXO 10: Resultaos de presiones en las viviendas - sistema (agua blanca)

RESULTADOS DE PRESIONES EN LAS VIVIENDAS - SISTEMA (Agua Blanca)			
PUNTO	COTA DE TERRENO (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)	PRESIÓN (m H₂O)
J-109	2.877.10	2.905.98	28.83
J-110	2.910.96	2.960.49	49.43
J-111	2.899.31	2.960.48	61.05
J-112	2.909.84	2.960.49	50.54
J-113	2.903.58	2.906.00	2.41
J-114	2.914.56	2.960.50	45.84
J-115	2.917.50	2.929.37	11.85
J-116	2.932.25	2.960.74	28.43
J-117	2.877.93	2.905.98	27.99
J-118	2.925.53	2.960.64	35.04
J-119	2.926.62	2.960.66	33.97
J-120	2.901.39	2.906.00	4.60
J-121	2.894.89	2.960.48	65.46
J-122	2.917.06	2.960.64	43.49
J-123	2.924.72	2.960.64	35.85
J-124	2.918.28	2.960.52	42.16
J-125	2.918.00	2.960.57	42.48
J-126	2.917.87	2.960.64	42.68
J-127	2.917.93	2.960.52	42.50
J-128	2.917.67	2.960.52	42.76
J-129	2.924.61	2.960.64	35.96
J-130	2.919.35	2.929.37	10.00
J-131	2.898.14	2.905.99	7.84
J-132	2.913.78	2.960.50	46.63
J-133	2.891.70	2.960.48	68.65
J-134	2.917.17	2.960.52	43.27
J-135	2.915.13	2.960.52	45.30
J-136	2.917.81	2.960.55	42.66
J-137	2.874.89	2.905.98	31.03
J-138	2.916.23	2.960.52	44.20
J-139	2.928.42	2.960.71	32.23
J-140	2.919.06	2.960.64	41.49
J-141	2.871.34	2.905.98	34.57
J-142	2.891.22	2.960.48	69.12
J-143	2.916.11	2.960.52	44.33
J-144	2.928.69	2.929.40	0.71
J-145	2.909.56	2.960.49	50.82
J-146	2.914.30	2.960.50	46.10
J-147	2.913.84	2.960.49	46.56
J-148	2.930.50	2.961.29	30.73
J-149	2.907.29	2.929.35	22.01
J-150	2.906.33	2.960.49	54.04
J-151	2.945.51	2.962.14	16.59

J-152	2.890.66	2.905.99	15.30
J-153	2.914.51	2.960.50	45.89
J-154	2.938.15	2.964.99	26.78
J-155	2.911.21	2.960.64	49.33
J-156	2.915.63	2.960.50	44.78
J-157	2.916.88	2.960.53	43.56
J-158	2.903.69	2.906.00	2.30
J-159	2.914.94	2.960.50	45.47
J-160	2.917.66	2.960.56	42.81
J-161	2.916.97	2.960.54	43.48
J-162	2.917.19	2.960.55	43.26
J-163	2.916.87	2.960.52	43.56
J-164	2.916.67	2.960.51	43.75
J-165	2.898.87	2.960.48	61.49
J-166	2.880.42	2.905.98	25.52
J-167	2.911.70	2.960.64	48.84
J-168	2.914.82	2.929.36	14.51
J-169	2.897.95	2.905.99	8.03
J-170	2.942.01	2.961.01	18.95
J-171	2.920.11	2.929.37	9.24
J-172	2.890.73	2.960.48	69.61
J-173	2.911.00	2.929.35	18.32
J-174	2.953.98	2.962.59	8.59
J-175	2.914.71	2.960.52	45.72
J-176	2.908.14	2.960.49	52.24
J-177	2.868.20	2.905.98	37.71
J-178	2.928.27	2.963.24	34.90
J-179	2.942.30	2.960.86	18.52
J-180	2.920.94	2.929.38	8.42
J-181	2.954.31	2.962.72	8.39
J-182	2.896.36	2.905.99	9.61
J-183	2.918.63	2.960.52	41.81
J-184	2.938.30	2.963.24	24.90
J-185	2.910.10	2.906.00	-4.09
J-186	2.914.62	2.960.63	45.92
J-187	2.909.24	2.929.35	20.07
J-188	2.921.03	2.960.60	39.49
J-189	2.951.86	2.962.25	10.37
J-190	2.913.91	2.960.50	46.50
J-191	2.932.51	2.960.75	28.18
J-192	2.944.62	2.964.99	20.33
J-193	2.886.97	2.905.98	18.97
J-194	2.921.20	2.960.64	39.36
J-195	2.927.11	2.929.40	2.29
J-196	2.935.75	2.960.79	24.99
J-197	2.957.05	2.963.64	6.57
J-198	2.910.51	2.963.24	52.63
J-199	2.916.00	2.960.50	44.41
J-200	2.907.80	2.960.49	52.58
J-201	2.955.34	2.964.99	9.63
J-202	2.914.56	2.963.24	48.58
J-203	2.935.98	2.961.07	25.04
J-204	2.913.19	2.960.49	47.20
J-205	2.941.44	2.961.54	20.06
J-206	2.934.93	2.960.82	25.84
J-207	2.942.02	2.962.18	20.11
J-208	2.926.26	2.964.98	38.64
J-209	2.947.53	2.962.76	15.20
J-210	2.933.80	2.961.33	27.47
J-211	2.931.11	2.961.31	30.15
J-212	2.948.25	2.964.78	16.50

ANEXO11: Reporte de presiones en las cámaras rompe presión t7 - sistema (agua blanca)

REPORTES DE PRESIONES EN LAS CAMARAS ROMPE PRESIÓN T7 - SISTEMA (Agua Blanca)						
CRP T7	COTA DE TERRENO (m)	DEMANDA (L/s)	COTA PIEZOMÉTRICA LLEGADA	PRESIÓN (mH2O) LLEGADA	COTA PIEZOMÉTRICA SALIDA	PRESIÓN (mH2O) SALIDA
CRP T7 PROY-1	2.929.41	0.191	2.961.29	31.81	2.929.41	0.00
CRP T7 PROY-2	2.906.00	0.114	2.929.35	23.30	2.906.00	0.00

ANEXO 12: METRADO DE TUBERIAS PROYECTADAS - SISTEMA (Agua Blanca)

METRADO DE TUBERIAS PROYECTADAS - SISTEMA (Agua Blanca)		
DIAMETRO		LONGITUD
Teórico (mm)	Comercial Asumido	
17.40	1/2 "	1.064.07 m
22.90	3/4 "	00.00 m
29.40	1 "	00.00 m
34.00	1 1/4 "	00.00 m
44.30	1 1/2 "	2.788.65 m
54.20	2 "	00.00 m
66.00	2 1/2 "	00.00 m
80.10	3 "	00.00 m
103.20	4 "	00.00 m

Línea de Aducción	1 1/2 "	06.58 m
Red de Distribución	3/4 "	00.00 m
	1 "	00.00 m
	1 1/4 "	00.00 m
	1 1/2 "	2.782.07 m
	2 "	00.00 m
	2 1/2 "	00.00 m
	3 "	00.00 m
	4 "	00.00 m
	TOTAL =	2.782.07 m
Conexiones Domiciliarias	1/2" Viviendas	1.018.07 m
	1/2" Inst. Educ.	46.00 m
	TOTAL =	1.064.07 m

L. TOTAL =	3.852.72 m
-------------------	-------------------

ANEXO 13: Encuesta aplicada a la población del Romero

**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO
POBLADO EL ROMERO DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA
DE HUALGAYOC – CAJAMARCA - 2023 “
CONSUMO DE AGUA EN EL HOGAR**

**POR FAVOR CONTESTE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS LO MAS
CERTERAMENTE POSIBLE:**

1. ¿Cuántas personas habitan en su casa?
 - a. 2
 - b. 3
 - c. 4
 - d. Otros ()

2. ¿El servicio del Agua es Constante durante todo el día?
 - a. Si
 - b. No horas ()

3. ¿La presión de agua es buena, mala o regular?
 - a. Buena
 - b. Mala
 - c. Regular

4. ¿Ud. usa algún sistema de ahorro de agua?
 - a. Si
 - b. No

5. ¿Está conforme con el servicio que se brinda de agua potable?
 - a. Si
 - b. No ¿Por qué? *por la falta de continuidad del servicio*


JORDAN HAROLD
IPANAQUE ROMERO
Ingeniero Agrícola
CIP N° 257720

6. ¿El servicio de agua potable usa algún tipo de desinfección?

a. Si

~~b. No~~

7. ¿Para la operación y mantenimiento cobran una cuota familiar?

~~a. Si~~

b. No

8. ¿Cuánto es la cuota familiar?

a. Soles².....

9. ¿Cada que tiempo realizan el cobro de la cuota familiar?

a. Mensual

~~b. Trimestral~~

c. Semestral

d. Otros ()

10. ¿Cada que tiempo realizan la Operación y mantenimiento del sistema?

~~a. Tres meses~~

b. Dos meses

c. Mensual

d. Semestral

e. Anual

f. Ninguna de las anteriores


JORDAN HAROLD
IPANAQUE ROMERO
Ingeniero Agrícola
CIP N° 257720

ANEXO 14: *panel fotográfico*

Figura 16: captación “Agua blanca”



Figura 17: captación “Agua blanca “- cámara húmeda



Figura 18: Verificando el estado y las dimensiones de la captación “Agua blanca “



Figura 19 Muestras de agua para llevarlo a analizar al laboratorio



Figura 20 aforo de la captación agua blanca



Figura 21: vista del reservorio que abastece a la población del Romero



Figura 22: vista de la CRP tipo 7



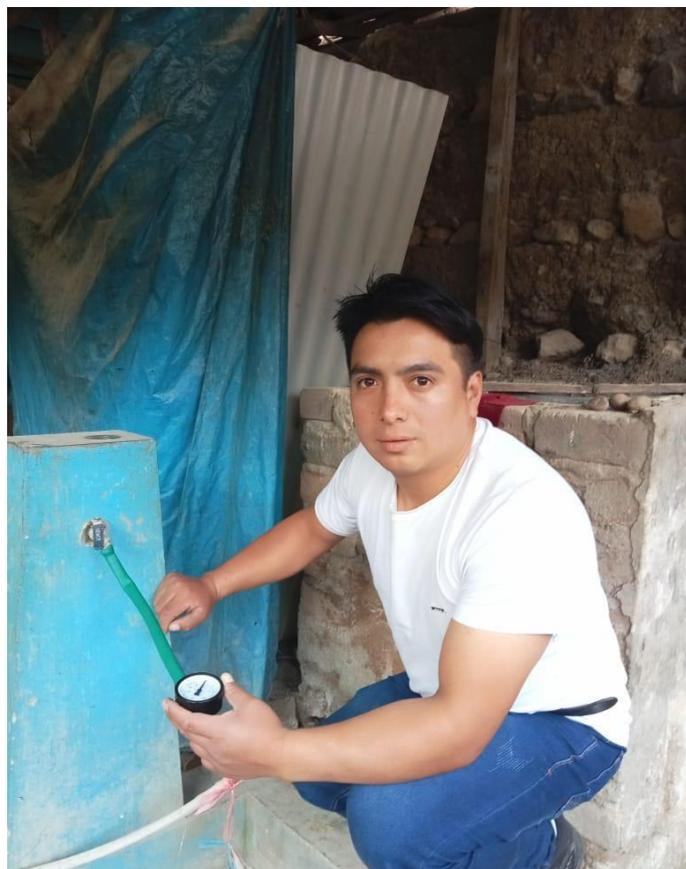
Figura 23: levantamiento topográfico del sistema de agua potable



Figura 24: Midiendo la presión en las conexiones domiciliarias del C.P. el Romero

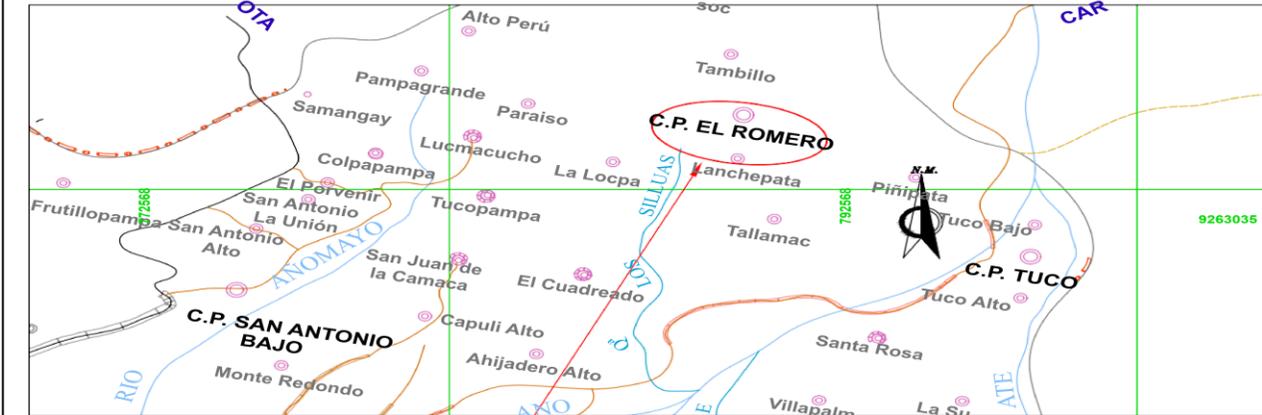


Figura 25: Midiendo la presión en las conexiones domiciliarias del C.P. el Romero

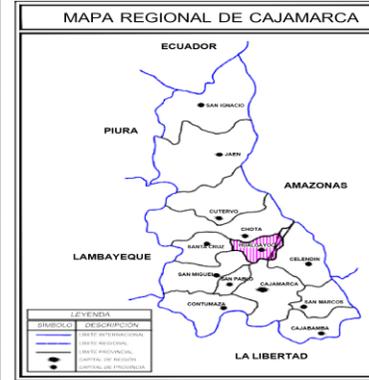




UBICACIÓN:
"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL ROMERO DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC-CAJAMARCA 2023".



UBICACIÓN:
"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL ROMERO DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC-CAJAMARCA 2023".



LEYENDA

●	CAPITAL PROVINCIAL	—	CARRETERA AFIRMADA
○	CAPITAL DISTRITAL	—	TROCHA CARROSABLE
○	CASERIO - COMUNIDAD	—	RÍOS - QUEBRADA
○	NUOVA COMUNIDAD	—	
—	LÍMITE PROVINCIAL	—	
—	LÍMITE DISTRITAL	—	

PROYECTO : "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL ROMERO DISTRITO BAMBAMARCA, PROVINCIA HUALGAYOC - CAJAMARCA 2023"			
PLANO :			
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN			
CONSULTOR :	UBICACIÓN :	ESCALA :	LAMINA Nº :
IBACH, RIGOBERTO MEDINA BUENE	C.P. ROMERO	INDICADA	
	DISTRITO : BAMBAMARCA	C. A. D. :	
	PROVINCIA : HUALGAYOC	W.S.E	
	DEPARTAMENTO : CAJAMARCA	FECHA :	

