

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**



**TESIS:**  
“EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LOS COMPONENTES Y  
DEL SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
DEL CASERÍO DE CABRACANCHA - CHOTA -  
CAJAMARCA”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**  
Bachiller: EDINSON REGALADO IDROGO

**ASESOR:**  
ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ

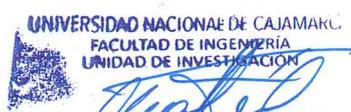
**CAJAMARCA – PERÚ**  
**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### - FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador: Edinson Regalado Idrogo**  
**DNI: 73392358**  
**Escuela Profesional: Ingeniería Civil**
- Asesor: Ing. Luis Vásquez Ramírez**  
**Facultad: Ingeniería Civil**
- Grado académico o título profesional**  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
- Tipo de Investigación:**  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**  
"EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LOS COMPONENTES Y DEL SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE CABRACANCHA - CHOTA - CAJAMARCA"
- Fecha de evaluación: 07 de marzo de 2024**
- Software antiplagio:**       TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
- Porcentaje de Informe de Similitud: 19%**
- Código Documento: 3117:337979051**
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 14 de octubre de 2024

 <hr/> <p><b>FIRMA DEL ASESOR</b> <b>Luis Vásquez Ramírez</b> 26693344</p>	  <hr/> <p><b>Dra. Yvonne Katherine Fernández Le</b> <b>DIRECTORA</b> <b>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</b></p>
---	---

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca, mi alma mater, a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil y a todo el plantel docente y profesional que lo conforman, que me dieron la oportunidad de poder cumplir mi sueño de estudiar la carrera profesional de Ingeniería Civil.

También es necesario mencionar a mis amigos por compartir sus conocimientos y enseñanzas obtenidos durante el proceso de formación académica.

A mis padres y a todos mis hermanos por el apoyo incondicional, y por estar siempre pendientes de mi formación como profesional.

A mi asesor el Ing. Luis Vásquez Ramírez, por su apoyo y asesoramiento durante el desarrollo de la presente tesis.

Finalmente agradezco a los beneficiarios, amigos y vecinos de los sistemas de agua potable de la comunidad de Cabracancha por permitirme realizar mi trabajo de investigación.

## DEDICATORIA

A mis padres, Carlos Regalado y Liduvina Idrogo, por el apoyo desde pequeño y por siempre inculcar el estudio, por el sacrificio que hicieron para que todos sus hijos sean profesionales, además por enseñarnos que la mejor herencia es la educación.

A todos mis hermanos que desde el principio estuvieron apoyándome en el logro de mis objetivos y lo siguen haciendo hasta ahora, en especial a mi hermano Miguel que siempre creyó en mí y me apoyo durante todo el transcurso de mi carrera y lo sigue haciendo hasta el momento.

A mi ángel de la guarda, que desde el cielo siempre me acompaña a superar cada obstáculo en la vida, por su amor y su cariño que siempre me dió cuando estuve a su lado.

A mi esposa Luz García que me ha acompañado a lo largo de casi toda mi carrera, dándome motivación e impulsándome al logro de mis objetivos trazados.

A mis amigos que siempre estuvieron presentes en el transcurso de mi carrera, Christian Chávez, César Becerra, Nancy Sangay, Mariela Rojas, Dora Sánchez, Cristian Sánchez, Carlos Sangay, agradecido por el apoyo brindado hasta el momento y la motivación brindada para poder lograr mi principal objetivo.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	xii
ABSTRAC .....	xiii
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos .....	2
1.3 Alcances de la investigación .....	3
1.4 Limitaciones.....	3
1.5 Justificación de la investigación .....	3
1.5.1 Justificación científica .....	3
1.5.2 Justificación técnica práctica.....	3
1.5.3 Justificación institucional y personal.....	4
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. ANTECEDENTES .....	5
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional.....	5

2.1.1.	Antecedentes a nivel de América Latina .....	5
2.1.2.	Antecedentes a nivel Local .....	6
2.2.	BASES TEÓRICAS .....	8
2.2.1	Captación de un sistema de agua potable .....	8
2.2.2	Manantial de ladera.....	8
2.2.3	Línea de conducción .....	9
2.2.4	Reservorio .....	10
2.2.5	Red de distribución .....	14
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....		22
3.1	Descripción del área de proyecto en investigación.....	22
3.1.1	Ubicación geográfica del área de estudio.....	22
3.1.2	Coordenadas UTM:.....	25
3.1.3	Población .....	25
3.1.4	Topografía .....	25
3.1.5	Clima .....	25
3.1.6	Época en la cual se realizó la presente investigación.....	25
3.2	Materiales, equipos y softwares .....	25
3.2.1	Materiales .....	25
3.2.2	Equipos.....	26
3.2.3	Software.....	26
3.3	Metodología .....	26
3.3.1	Técnicas de recolección de datos .....	26
3.4	Presentación de resultados.....	27
3.4.1	Evaluación de la infraestructura .....	27

3.4.1.1	Captación.....	27
3.4.1.2	Línea de conducción.....	29
3.4.1.3	Reservorio.....	29
3.4.1.4	Red de distribución.....	31
3.4.1.5	Cámara rompe presión tipo 7.....	32
3.4.1.6	Operación y mantenimiento.....	33
3.3.2	Evaluación hidráulica.....	37
3.3.2.1	Aforo en la Captación.....	37
3.3.2.1.1	Variación de consumo en los sistemas de agua potable.....	39
3.3.2.2	Línea de conducción.....	43
3.3.2.3	Reservorio.....	49
3.3.2.4	Red de distribución.....	57
3.3.2.4.1	Red de distribución sistema “sector centro”.....	57
3.3.2.4.2	Red de distribución Sistema Sector N°01.....	61
3.3.2.4.3	Red de distribución Sistema Sector N°02.....	65
3.3.2.5	Conexiones domiciliarias.....	68
3.3.2.5.1	Evaluación del servicio en las conexiones domiciliarias.....	68
3.3.3	Evaluación de la gestión administrativa.....	76
3.3.4	Evaluación de la calidad de agua en los sistemas.....	86
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		91
CAPITULO V: CONCLUSIONES.....		95
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES.....		97
BIBLIOGRAFÍA.....		98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos .....	19
Tabla 2: Vías de Acceso.....	24
Tabla 3: Coordenadas del proyecto de investigación.....	25
Tabla 4: Preguntas realizadas en la encuesta sobre operación y mantenimiento del sistema de agua potable.....	33
Tabla 5: Diagnóstico de las estructuras de los sistemas de agua potable. ....	33
Tabla 6: Diagnostico de las estructuras de los sistemas de agua potable. ....	34
Tabla 7: Diagnostico de la operación de los sistemas de agua potable. ....	34
Tabla 8: Diagnóstico de los recursos humanos/ institucionales. ....	35
Tabla 9: Diagnóstico de los instrumentos de gestión. ....	35
Tabla 10: Diagnóstico de los instrumentos de gestión. ....	36
Tabla 11: Diagnóstico de la Ejecución de inversiones. ....	36
Tabla 12: Aforo de caudal en la captación Trancamayo Chico. ....	37
Tabla 13: Cálculo de la pantalla de la captación.....	38
Tabla 14: Cálculo de la capacidad de la cámara húmeda.....	38
Tabla 15: Variación de consumo de agua (m) del Sistema “Sector centro”.....	39
Tabla 16: Variación de consumo de agua (m3) del Sistema “Sector centro”....	39
Tabla 17: Variación de consumo de agua (L/h) del Sistema “Sector centro”....	40
Tabla 18: Variación de consumo del Sistema “Sector centro”.....	40
Tabla 19: Variación de consumo de agua (m) del Sistema “Sector N°1”.....	40
Tabla 20: Variación de consumo de agua (m3) del Sistema “Sector N°1”.....	41
Tabla 21: Variación de consumo de agua (L/h) del Sistema “Sector N°1”.....	41

Tabla 22: Variación de consumo del Sistema “Sector N°01”.....	41
Tabla 23: Variación de consumo de agua (m) del Sistema “Sector N°2”.....	42
Tabla 24: Variación de consumo de agua (m <sup>3</sup> ) del Sistema “Sector N°2”.....	42
Tabla 25: Variación de consumo de agua (L/h) del Sistema “Sector N°2”.....	42
Tabla 26: Variación de consumo del Sistema “Sector N°2”.....	43
Tabla 27: Coeficientes de fricción “c” en la fórmula de Hazen Williams .....	44
Tabla 28: Diámetros comerciales en tuberías de PVC.....	44
Tabla 29: Tabla donde se muestran velocidades, perdidas de carga y presiones nen cada punto de la red de distribucion del sistema “Sector Centro” .....	59
Tabla 30: Cuadro de Cámaras Rompe Presión Tipo 7, en el Sector Centro ....	60
Tabla 31: Cuadro de Cámaras Rompe Presión Tipo 7, en el Sector N°01.....	62
Tabla 32: Tabla donde se muestran velocidades, perdidas de carga y presiones nen cada punto de la red de distribucion del sistema “Sector N°01” .....	64
Tabla 33: Cuadro de cámara rompe presión tipo 7, en el Sector N°02 .....	65
Tabla 34: Tabla donde se muestran velocidades, perdidas de carga y presiones nen cada punto de la red de distribucion del sistema “Sector N°02” .....	67
Tabla 35: Comparación entre presiones tomadas con Manómetro y Calculadas mediante el programa WaterCad, “Sector Centro”.....	68
Tabla 36 :Comparación entre presiones tomadas con Manómetro y calculadas mediante el programa WaterCard, “Sector N°01” .....	71
Tabla 37: Comparación entre presiones tomadas con Manómetro y Calculadas mediante el programa WaterCad, “Sector N°02” . .....	73
Tabla 38: Evaluación de la Gestión Administrativa .....	76
Tabla 39: Diagnóstico de las estructuras de los sistemas de agua potable. ....	78
Tabla 40: Diagnóstico de la operación del servicio de agua potable.....	79

Tabla 41: Diagnóstico de los recursos humanos institucionales del servicio de agua potable.....	80
Tabla 42: Diagnóstico de los instrumentos de gestión del servicio de agua potable .....	81
Tabla 43: Diagnóstico de los procedimientos de gestión del servicio de agua potable. ....	82
Tabla 44: Diagnóstico de los procedimientos de gestión del servicio de agua potable. ....	83
Tabla 45: Cuadro de evaluación de la eficiencia en el servicio de agua potable de los sistemas del caserío de Cabracancha.....	85
Tabla 46: Evaluación de la calidad de agua en los sistemas .....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Manantial de ladera .....	8
Figura 2: Línea de conducción.....	9
Figura 3: Reservorio apoyado. ....	11
Figura 4: Ubicación del Proyecto en el mapa Nacional.....	22
Figura 5: Ubicación del Proyecto en el mapa Regional.....	23
Figura 6: Ubicación del Proyecto en el mapa Provincial .....	23
Figura 7: Ubicación del Proyecto en el mapa Distrital.....	24
Figura 8: Vista exterior de la Captación de Ladera TRANCAMAYO CHICO ....	28
Figura 9: Vista interior de la Captación de Ladera Trancamayo Chico.....	28
Figura 10: Datos obtenidos de aforo de caudales en los orificios de entrada de captación Trancamayo Chico. ....	38
Figura 11: Esquema de funcionamiento – Línea de conducción sistema Sector Centro .....	46
Figura 12: Esquema de funcionamiento – Línea de conducción sistema Sector N°01 .....	47
Figura 13: Esquema de funcionamiento – Línea de conducción sistema Sector N°02.....	49
Figura 14: Esquema en planta del funcionamiento hidráulico del reservorio....	51
Figura 15: Esquema en perfil del funcionamiento hidráulico del reservorio.....	51
Figura 16: Vista interior de la Caja de Válvulas del Reservorio del Sector Centro .....	52
Figura 17: Vista exterior del Reservorio del Sector Centro .....	52
Figura 18: Vista interior de la Caja de Válvulas del Reservorio del Sector N°01 .. .....	54
Figura 19: Vista exterior del Reservorio del Sector N°01 .....	55
Figura 20: Vista exterior del Reservorio del Sector N°02.....	57

Figura 21: Esquema de funcionamiento – Red de distribución Sistema Sector Centro .....	58
Figura 22: Vista interior de la Cámara Rompe Presión tipo 7 .....	61
Figura 23: Vista de la cámara rompe presión .....	62
Figura 24: Esquema de funcionamiento Red de distribución Sector N°01 .....	63
Figura 25: Vista interior de la Cámara Rompe Presión tipo 7 .....	65
Figura 26: Esquema de funcionamiento Red de distribución Sistema Sector N°02 .....	66
Figura 27: Esquema de la distribución de las conexiones domiciliarias en el sistema “Sector Centro” .....	70
Figura 28: Comparación de presiones tomadas en campo Vs. Presiones calculadas en WaterCad del sistema Sector Centro .....	71
Figura 29 : Esquema de la distribución de las conexiones domiciliarias en el sistema “Sector N°01” .....	72
Figura 30: Comparación de presiones tomadas en campo Vs. Presiones calculadas en WaterCad del sistema Sector N°01 .....	73
Figura 31: Esquema de la distribución de las conexiones domiciliarias en el sistema “Sector N°02” .....	75
Figura 32: Comparación de presiones tomadas en campo Vs. Presiones calculadas en WaterCad del sistema Sector N°02 .....	76
Figura 33 : Estado de la infraestructura de los sistemas de agua en el caserío de Cabracancha. ....	84
Figura 34: Estado de las organizaciones de los sistemas de agua en el caserío de Cabracancha. ....	85
Figura 35 : Evaluación del servicio de los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha. ....	86
Figura 36: Número de usuarios por sistema .....	87

Figura 37: Vista del tanque de Cloración de Sistemas Sector N°01 y Sector Centro .....	87
Figura 38: Vista del tanque de Cloración de Sistema Sector N°02 .....	88
Figura 39: Evaluación del Cloro residual en Reservorio del Sistema .....	88
Figura 40: Evaluación del Cloro residual en Reservorio del Sistema .....	89
Figura 41: Evaluación del Cloro residual en el usuario más cercano al reservorio del Sistema .....	89
Figura 42: Evaluación del Cloro residual en el usuario más lejano al reservorio del Sistema .....	90

## RESUMEN

El presente estudio desarrollado en los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha distrito y provincia de Chota – Cajamarca, durante los meses de octubre de 2022 hasta agosto de 2023, tiene como objetivo general hacer una evaluación hidráulica de los componentes y del servicio de los sistemas de agua potable que abastecen al caserío de Cabracancha. La evaluación de los sistemas se realiza mediante el chequeo hidráulico de las dimensiones, capacidades de almacenamiento, velocidades, presiones y estado del servicio que prestan los sistemas. Para esta investigación se visitó el caserío de Cabracancha y mediante aforos de la captación se obtuvo un caudal de 18.98 l/s para un consumo promedio de 6.64 l/s; una evaluación a los tres reservorios mediante mediciones y cálculos encontramos que los volúmenes de almacenamiento son inferiores a la demanda diaria de la población; en la línea de distribución se presentan velocidades entre 0.04 a 0.78 m/s en el Sector Centro, 0.12 a 1.25m/s en el Sector N°01 y 0.05 a 1.6m/s en el Sector N°02 ; las presiones tomadas con manómetro en las viviendas varían entre 5.63 a 38.72 m.c.a en el Sector Centro, entre 4.93 a 42.24 m.c.a en el Sector N°01 y entre 6.34 a 45.76 m.c.a en el Sector N°02, existiendo una variación total en los sectores de 10.70m.c.a como máximo y 3.28m.c.a como mínimo comparado con lo calculado en el programa watercad; para la evaluación del servicio que presta los sistemas de agua potable se realizó una evaluación a las Juntas Administradoras mediante encuestas se obtuvo que se tiene una gestión regular en el Sector N°01 y una gestión mala en los sectores Centro y N°02;y finalmente con los ensayos de comparador de cloro en reservorio y algunas viviendas de los sistemas, no se encontró presencia de cloro en los sistemas. De la toma de datos en campo y el procesamiento de información en gabinete se llega a la conclusión que los sistemas requieren de reservorios de más capacidad, un mejoramiento en la red de distribución y una mejor administración de los sistemas de agua.

Palabras clave: evaluación, componentes, gestión, operación, mantenimiento.

## ABSTRAC

The present study developed in the drinking water systems of the caserío of Cabracancha district and province of Chota - Cajamarca, during the months of October 2022 until August 2023, Its general objective is to carry out a hydraulic evaluation of the components and service of the drinking water systems that supply caserío of Cabracancha. The evaluation of the systems is carried out by hydraulic checking of the dimensions, storage capacities, speeds, pressures and status of the service provided by the systems. For this research, the hamlet of Cabracancha was visited and by measuring the catchment, a flow rate of 18.98 l/s was obtained for an average consumption of 6.64 l/s; an evaluation of the three reservoirs through measurements and calculations found that the storage volumes are lower than the daily demand of the population; in the distribution line there are speeds between 0.04 to 0.78 m/s in the Central Sector, 0.12 to 1.25m/s in Sector N°01 and 0.05 to 1.6m/s in Sector N°02; The pressures in the homes vary between 5.63 to 38.72 m.c.a in the Central Sector, between 4.93 to 42.24 m.c.a in Sector N°01 and between 6.34 to 45.76 m.c.a in Sector N°02; there is a total variation in the sectors of a maximum of 10.70m.c.a and a minimum of 3.28m.c.a compared to what was calculated in the watercad program; for the evaluation of the service provided by the drinking water systems, an evaluation was carried out on the Administrative Boards through surveys, it was obtained that there is regular management in Sector N°01 and poor management in the Central and N°02 sectors; and finally with the chlorine comparator tests in the reservoir and some homes of the systems, no presence of chlorine was found in the systems. From data collection in the field and information processing in the office, the conclusion is reached that the systems require larger capacity reservoirs, an improvement in the distribution network and better administration of water systems.

Keywords: Evaluation, Components, Management, operation, maintenance.

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

Es necesario mencionar que el saneamiento básico rural a nivel nacional solo cuenta con la base de datos sobre la cobertura del servicio de agua potable, más no cuenta con información suficiente y actualizada sobre el estado hidráulico en se encuentran los componentes que conforman dichos sistemas.

Según los resultados de los censos del Instituto Nacional Estadístico e Informático (INEI) de los años 2007 y 2017; actualmente la tasa de crecimiento poblacional de la zona rural en el distrito de Chota es de 13.83 %, ese crecimiento en la población genera mayor consumo de agua y el desabastecimiento de agua potable en las zonas más críticas de los sistemas, afectando directamente a la población beneficiaria.

La investigación presentada se realizó con la toma de datos dentro del mes de julio a agosto de 2023, con la toma de datos en las estructuras y la aplicación de encuestas a los usuarios y además a las juntas administradoras del servicio.

El presente tema de investigación se llevó a cabo con la finalidad de conocer el estado de funcionamiento hidráulico actual de los componentes y del servicio que presta los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha, ya que las juntas administrativas del servicio de los sistema no cuentan con información ni con procedimientos que les sirva para realizar el mejoramiento de los componentes y del servicio, teniendo en cuenta que estos sistemas “sector N°01” y “sector centro” fueron construidos hace 8 años y el sistema “sector N°02” hace 14 años y desde entonces la población ha crecido generando mayor demanda hidráulica y por lo tanto desabastecimiento de agua potable.

El objetivo de la investigación está centrado en determinar el estado de funcionamiento hidráulico de los componentes, así como de la calidad de servicio de los 03 (tres) sistemas de agua potable existentes en el caserío de Cabracancha – distrito y provincia de Chota – departamento de Cajamarca. De igual modo delimitar

los factores que se van a evaluar con un enfoque objetivo de Ingeniería civil, con el propósito de obtener resultados positivos para la presente investigación. Así mismo dentro de los objetivos específicos se ha considerado evaluar el estado del funcionamiento hidráulico de los componentes que conforman los sistemas de agua potable existentes en el caserío de Cabracancha; evaluar la operación y mantenimiento por parte de las juntas administradoras del servicio de agua potable; evaluar la gestión que realizan las juntas administradoras encargadas del servicio en cada sistema mediante la aplicación de encuestas.

## **1.1 Planteamiento del problema**

¿Cuál es el estado del funcionamiento hidráulico de los componentes y del servicio de los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha, distrito y provincia de Chota, departamento de Cajamarca?

## **1.2 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

El objetivo general de esta investigación es evaluar el estado de funcionamiento hidráulico de los componentes y del servicio de los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha, distrito y provincia Chota, departamento de Cajamarca.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

En los objetivos específicos se ha considerado:

Describir los componentes que conforman cada uno de los sistemas de agua potable existentes en el caserío de Cabracancha.

Estimar el caudal de la fuente de agua (captación Trancamayo).

Estimar el  $Q_m$ ,  $Q_{md}$  y  $Q_{mh}$  de cada sistema de agua potable.

Evaluar el trabajo, mediante encuesta, que realiza las Juntas Administradoras de los Servicios de Agua potable en el caserío de Cabracancha.

### **1.3 Alcances de la investigación**

La presente investigación tiene como finalidad la evaluación hidráulica de la captación, línea de conducción, reservorios, red de distribución y conexiones domiciliarias y del servicio de los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha, distrito y provincia Chota, departamento de Cajamarca, por este motivo se realizó una inspección en visual y toma de datos en campo, además de toma de diferentes puntos topográficos con GPS navegador.

La presente investigación utiliza el método descriptivo, enfocado principalmente en evaluar el funcionamiento hidráulico de los sistemas de abastecimiento de agua por parte de los sistemas del caserío de Cabracancha.

### **1.4 Limitaciones**

El presente proyecto de investigación se limita a una evaluación hidráulica de los componentes de cada sistema de agua potable, además de la evaluación del servicio que presta las juntas administradoras de servicios de agua potable.

### **1.5 Justificación de la investigación**

#### ***1.5.1 Justificación científica***

La presente investigación se realiza para conocer, mediante la aplicación del método científico, el estado de funcionamiento hidráulico de los componentes de los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha.

#### ***1.5.2 Justificación técnica práctica***

La presente investigación se justifica al tener un sistema de agua potable en deterioro, asimismo nos permite realizar un trabajo de campo para recoger datos que ayuden a la evaluación de los sistemas de agua potable, de esta manera prevenir las fallas y posibles desabastecimientos de agua potable.

### **1.5.3 Justificación institucional y personal**

La presente investigación nos permite el estado de funcionamiento hidráulico de los componentes y del servicio de los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha, distrito y provincia Chota, departamento de Cajamarca, de esta manera se tiene la oportunidad de conocer la metodología para la evaluación de sistemas de agua potable, aplicando programas como el WaterCAD, así mismo poder completar mi formación como Ingeniero Civil.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES**

#### ***2.1.1 Antecedentes a nivel internacional***

Según el Fondo de las Naciones Unidas (UNICEF, 2019). La urbanización a nivel mundial está creciendo de manera muy rápida en los asentamientos empobrecidos, de la misma manera se intensifica la exclusión y el nivel de desigualdad a la se ven enfrentados los niños más pobres y marginados al momento de acceder a los servicios básicos, principalmente el agua potable. En 2018, se estimó que unos 4.000 millones de personas (correspondiente al 55% de la población del mundo) residían en zonas urbanas. Un tercio de la cifra de esta población son niños, los que habitan en barrios marginados, asentamientos humanos. La necesidad del fondo de las naciones unidas de abastecer de los servicios básicos a esta población viene representada por el número de niños vulnerables que va en aumento, que junto a su familia viven en entornos pobres de todo el planeta. Esta comunidad internacional solo aspira a los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y alcanzar a los niños que son más vulnerables, en donde se encuentren, sobre todo en zonas urbana vulnerables.

#### **2.1.1. Antecedentes a nivel de América Latina**

La comisión Nacional del Agua (2012) En su manual se considera a la eficiencia que presta un sistema de agua potable está directamente relacionada con el proceso de captar el líquido elemento, conducir hacia el sistema de almacenamiento, regularizar, potabilizar y purificar y distribuir mediante redes de agua desde la captación hasta los usuarios finales con una calidad optima como requiere para el servicio de abastecimiento.

En el contexto de la eficiencia se deja notar tres puntos importantes: a) El de la ingeniería del sistema de abastecimiento, b) El de la comercialización de los servicios de agua potable, y c) El del desarrollo institucional del organismo operador. Desde este punto de vista, un sistema hidráulico destinado al servicio de abastecimiento de

agua potabilizada ya no es eficiente a partir del punto en que requiere exceso de recurso humano, materiales y economía para prestar el servicio de alta calidad a los usuarios de una comunidad.

Según Lossio, M. (2012), en su investigación realizada indica que los sistemas de agua potable que son tradicionales se encuentran con serias deficiencias, esto se debe a que muchos de los sistemas no se ajustan a condiciones socioeconómicas de las poblaciones. La mayoría de estos proyectos que inicialmente fueron concebidos de manera técnica, tuvieron problemas con su funcionamiento, debido a que fueron modificadas en su construcción de acuerdo a la petición de los usuarios que pedían ser modificados de acuerdo a sus usos y costumbres, sus necesidades y requerimientos personales, o cuando los operadores del sistema mínimamente preparados y motivados tenían la responsabilidad del sistema. De esto podemos indicar que el servicio de los sistemas de saneamiento básico no son solo problemas de ingeniería o concepción del estudio, si no también cuestión humana, funcionamiento y forma de vida de los usuarios.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel Local**

Según Albarrán Tirado (2019) en su investigación donde tiene dentro de sus objetivos La evaluación hidráulica de cada uno de los sistemas que conforma el centro poblado, además teniendo como objetivo principal La evaluación del funcionamiento de la red comprobando las presiones tomadas en campo con las arrojadas por el programa WaterCad, teniendo como resultado presiones elevadas en las viviendas, lo que perjudica directamente a los usuarios y además a la administración elevando los costos de mantenimiento.

Según Cieza Silva (2018), en su investigación donde tiene por objetivo dar a conocer las condiciones en las que se encuentran los sistemas de agua potable, el funcionamiento de la estructura hidráulica, los trabajos de operación y mantenimiento que realizan cada junta administradora de los sistemas que se ha evaluado, es

necesario mencionara que los sistemas en evaluación tienen una antigüedad de 18 años de haberse construido. Luego de hacer la evaluación se ha corroborado que del conjunto de capitaciones existentes el 50% de estas presentan fisuras en su estructura; por otro lado los dado de protección de las estructuras se encuentran deteriorados en su totalidad; los cercos perimétricos que cubren las estructuras de los sistemas se encuentran en mal estado en un porcentaje del 83%, así como las canastillas de los reservorios y las cámaras rompe presión que alcanza un porcentaje del 83% que se encuentran en buen estado. Durante los periodos de estiaje las captaciones alcanzan en promedio un caudal de 0.836 L/s.; y 1.490 L/s en condiciones normales. Mediante la utilización de micromedidores y realizando los cálculos respectivos se obtuvo un factor de factor  $k_1 = 1.62$  con el cual se realiza el cálculo del caudal medio diario (Qmd) para cada una de las viviendas consideradas en el sistema que cuentan con el servicio de agua. También se realizó los cálculos para obtener la Dotación = 52.4 L/Hab/día. y Qmd = 0.3246 L/día. De la medición mediante la utilización de un artefacto para el cálculo de presiones en campo llamado manómetro se calculó la presión mínima de servicio es de 3.57 m.c.a y máxima es de 56.10 m.c.a. De la medición con comparador de cloro residual en diferentes puntos del sistema se tiene como resultado un valor de 0.2 de cloro residual, con este resultado se concluye que las actividades de cloración se realizan correctamente además se ha realizado la medición de Ph obteniendo un valor promedio de 6.68, de estos resultados podemos indicar que se encuentran dentro de los parámetros estipulados por el Ministerio de Salud. También se concluye que los encargados de los sistemas realizan un correcto mantenimiento de las captaciones existentes, mantenimiento a los reservorios y las cámaras rompe presión, además de dejar notar falta de mantenimiento por parte de los operadores en las conexiones domiciliarias y las redes de distribución.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 Captación de un sistema de agua potable

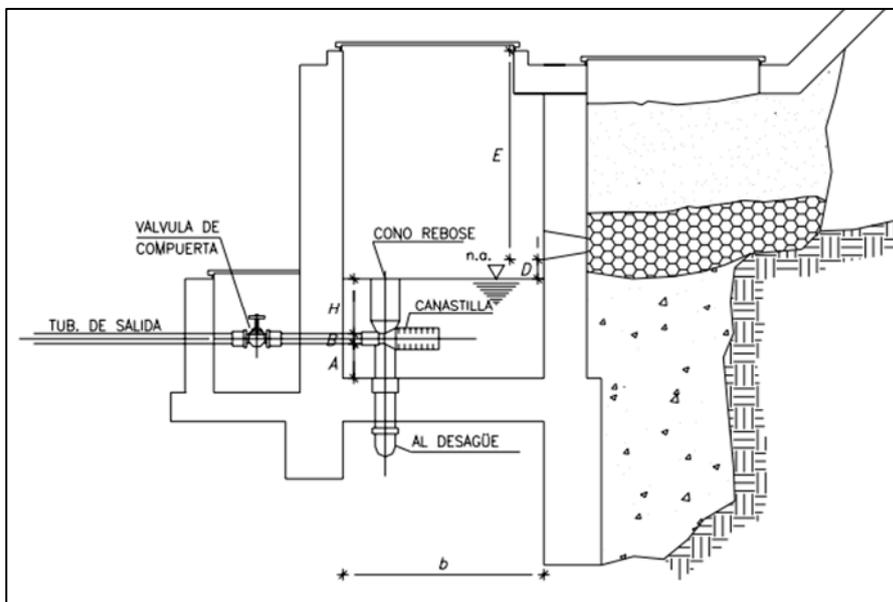
Son estructuras construidas con la finalidad de captar u obtener el líquido elemento, estas son construidas en una fuente de abastecimiento, que pueden ser de aguas superficiales o de aguas subterráneas, además pueden ser para captar aguas de producto de las lluvias: estas toman su nombre de acuerdo a la fuente de abastecimiento que reciben. (Avina, 2012, Pg.58).

### 2.2.2 Manantial de ladera

Se define como “protección de una vertiente que aflora a una superficie inclinada con carácter puntual o disperso. Consta de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regula el caudal a utilizarse” (MVCS, 2018).

Figura 1:

Manantial de ladera



Nota: Figura obtenida de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural del MVCS.

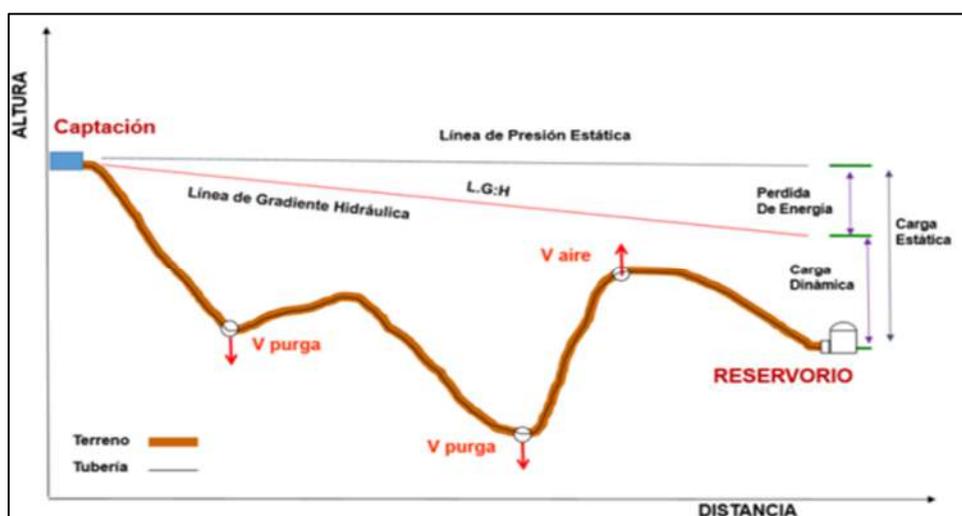
**2.2.2.1 Criterios de diseño.** El diseño de los componentes que conforman un a captación depende mucho del caudal máximo del manantial, para así dimensionar los orificios de entrada, el tamaño de la cámara húmeda la cual cumpla las condiciones suficientes que se requiere para captar el caudal requerido por el sistema, también de acuerdo al gasto o caudal requerido se dimensionan el resto de os componentes de la captación como altura de orificios de entrada y de salida. (MVCS, 2018).

### 2.2.3 Línea de conducción

Se conoce así a la estructura que permite la conducción del líquido elemento desde la captación hacia un reservorio o una estructura de tratamiento de agua. Este componente se diseña teniendo en cuenta el caudal máximo diario, además dependiendo del tipo de topografía se debe considerar válvulas de purga y de ser necesarios anclajes, válvulas de aire, cámaras rompe presión y en ciertas ocasiones cruces aéreos, sifones. El material a emplear para el transporte del agua en este componente debe ser PVC, salvo el caso donde la tubería sea de forma expuesta, es necesario que la tubería sea de otro material (MVCS, 2018).

Figura 2:

Línea de conducción.



Nota: Figura obtenida de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural del MVCS.

**2.2.3.1 Caudales de diseño.** El componente llamado línea de conducción es necesario para llevar el agua y tener una capacidad mínima equivalente al caudal máximo diario (Qmd) (MVCS, 2018).

**2.2.3.2 Velocidades admisibles.** La velocidad admisible en la línea de conducción es necesario que cumpla con lo siguiente:

La velocidad mínima mayor o igual a 0,60 m/s; la velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente (MVCS, 2018)

**2.2.3.3 Criterios de diseño.** En tuberías donde el agua ejerza presión se tendrá en consideración lo siguiente:

Para tuberías de diámetro superior a 50 mm, Hazen-Williams:

$$H_f = 10.674x \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} x D^{4.86}} \right] x L$$

Donde:

Hf: Perdida de Carga continua, en m

Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s

C: Coeficiente de Hazen & Williams

D: Diámetro interno de la tubería en metros

L: Longitud de la tubería, en m

Para tuberías de diámetro igual o menor a 50 mm, Fair - Whipple:

$$H_f = 676.745x \left[ \frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right] x L$$

Donde:

Hf: Perdida de Carga continua, en m

Q: Caudal en l/min

D: Diámetro interior en mm (MVCS, 2018).

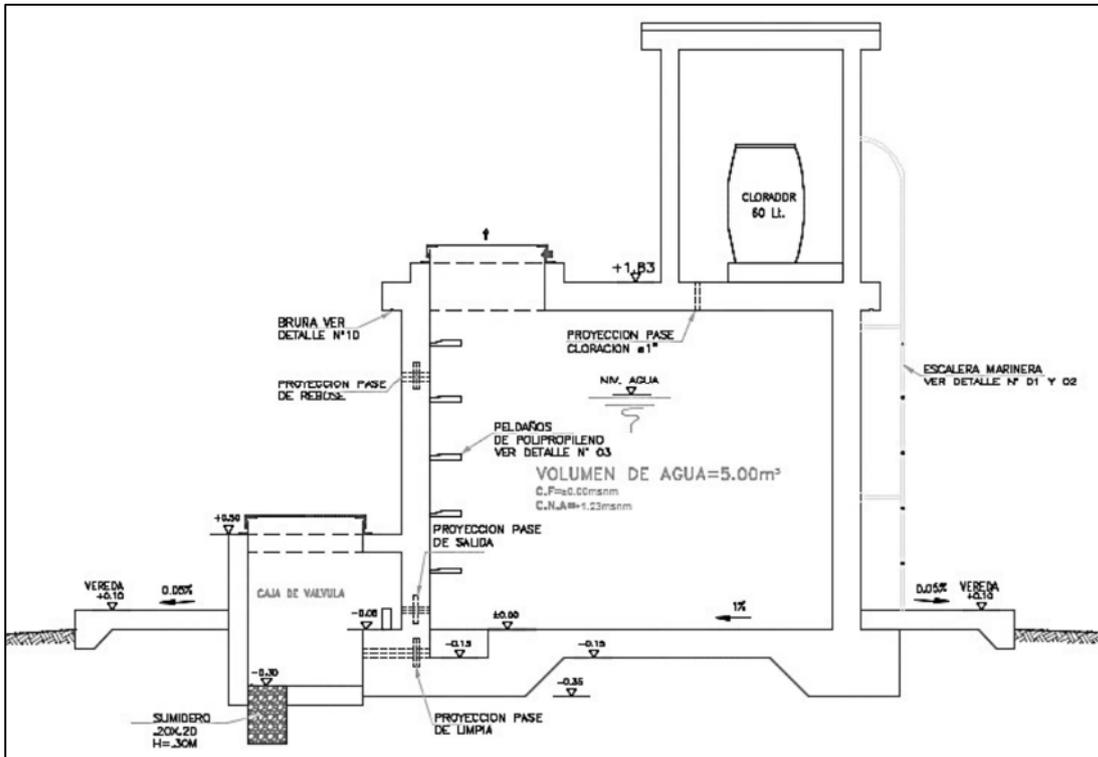
## 2.2.4 Reservorio

El reservorio es una estructura indispensable dentro del sistema de agua potable donde se va a acumular el agua que luego se ira repartiendo a los domicilios

para el consumo respectivo de la población. Esta estructura tiene que estar ubicada relativamente cerca de la población en una zona elevada donde se tenga la garantía que ejerza presiones mínimas en los puntos más elevados de los sistemas (MVCS, 2018).

Figura 3:

Reservorio apoyado.



Nota: Figura obtenida de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural del MVCS.

**2.2.4.1 Criterios de diseño.** El diseño de los reservorios basados en el almacenamiento el cual debe cumplir con el 25% del gasto diario promedio anual ( $Q_p$ ), considerando que el sistema cuenta con un flujo continuo de agua; en caso contrario si el sistema no cuenta con un suministro continuo de agua se considera un 30% de  $Q_p$  (MVCS, 2018).

Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS, 2018) se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Disponer a su ingreso al reservorio una tubería por la cual ingrese el agua, independientemente una tubería de salida, además una tubería de rebose y

adicionalmente una tubería de limpia cada una con su función independiente para sus fines correspondientes implementados con dispositivos que le permitan su correcto funcionamiento y no sufra interrupciones.

- La tubería que sirve para el ingreso de agua debe contar con sistemas de regulación para el control del ingreso y llenado, por lo general este sistema se encuentra implementado con una boya.

- La tubería implementada para la salida de agua debe estar implementada con una canastilla para evitar el ingreso de objetos extraños hacia la tubería de distribución, esta tubería debe ser instalada 10cm por encima del nivel del piso de esta manera se evita el ingreso de sedimentos hacia la tubería de distribución.

- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.

- La tubería de limpia debe tener un diámetro de tal manera que se pueda realizar un vaciado de la estructura en un tiempo aproximado de 2 horas.

- La estructura debe contener una tubería de rebose la cual debe de ir conectada necesariamente a la tubería de limpia, esta debe ser capaz de evacuar la máxima cantidad de agua entrante.

- Adicionalmente a las tuberías antes mencionadas en el sistema de ingreso de debe instalar un sistema Bypass conectado entre la tubería de entrada de agua y la de salida, de esta manera el sistema garantice la no interrupción del flujo cuando se realice mantenimientos al reservorio.

- Esta estructura en el fondo debe contar con una losa impermeable donde la pendiente de la losa debe ser mayor a 1% y así garantizar la evacuación de agua cuando se requiera.

- La estructura debe ser construida de tal manera que se garantice que el agua no se filtre a través de las paredes y de los accesorios.

- La estructura del reservorio se debe plantear una estructura cerrada con sus respectivas puertas de ingreso tanto para la cámara húmeda como para la caja de válvulas.

- También la estructura debe estar implementada con tubería de ventilación la cual no permita el ingreso de objeto y animales al interior de la estructura, para esto debe ser de tubería de diámetro reducido.

- La correcta ventilación de del interior del ambiente debe considerarse este acceso lo mas cercano posible al techo de la estructura, teniendo un espacio mínimo de 30cm esto para garantizar la concentración de cloro.

- La estructura debe estar protegida del exterior con un cerco perimétrico construido con malla metálica o alambre de púas, este debe tener un mínimo de 2.20m de altura, además conteniendo una puerta de ingreso hacia la estructura.

- Es necesario la colocación de escalera para el ingreso al interior del reservorio, para cuando se requiere realizar trabajos al interior exista la posibilidad de ingreso con herramientas y algunos materiales necesarios, estas escaleras deben ser de material que no se corroa con el agua o la humedad de esta manera garantizar la no contaminación del agua debido a la presencia de estas escaleras.

- Además de la tubería de limpia existente en la cámara húmeda del reservorio en la cámara de válvulas debe existir una tubería la cual permita la evacuación de agua que pueda ingresar a este espacio.

- El reservorio debe tener su plan de mantenimiento el cual sirva para realizar trabajos de desinfección con sistemas o metodologías apropiada para tal fin dependiendo de la ubicación de la estructura, población a la cual presta servicio (MVCS, 2018).

**2.2.4.2 Sistema de desinfección.** Este proceso nos permite tener una seguridad de mantener la calidad del agua por periodo prologando mientras se va transportando a través de las tuberías hacia las viviendas o usuarios finales. Los sistemas de desinfección son instalados cerca del ingreso de agua al reservorio, de tal manera que tenga una buena eliminación y ventilación natural y así conservar estado optimo del desinfectante o cloro. Para consumo humano l cantidad de cloro residual debe estar entre 0.3mg/l y 0.8mg/l para un abastecimiento normal, cuando varie estas medidas por encima de los valores normales se apreciará el olor y sabor lo que es desagradable para el que lo consume. Para la construcción del sistema de desinfección es necesario la utilización de materiales adecuados que controlen el vaciado de cloro mediante gotas hacia el reservorio (MVCS, 2018).

### **2.2.5 Red de distribución**

Este componente es el encargado de transporta el agua potable desde el reservorio hasta las viviendas, esto se realiza mediante tuberías de diferentes diámetros con la utilización de diferentes accesorios la cual permiten un correcto abastecimiento de agua potable (MVCS, 2018).

**2.2.5.1 Velocidades admisibles.** Las velocidades dentro de las tuberías de distribución deben estar entre los parámetros siguientes:

La velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,30 m/s y

La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s (MVCS, 2018).

**2.2.5.2 Presiones del servicio.** Las presiones de la red de distribución deben cumplir lo siguiente:

La presión mínima del servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5 metros columna de agua.

La presión estática no será mayor de 60 metros columna de agua.

Cuando se supere las presiones máximas en las tuberías es necesario el planteamiento de una cámara rompe presión para aliviar la carga de agua. (MVCS, 2018).

### **Cámara rompe presión**

Es una estructura que se utiliza para reducir la presión que se genera por la diferencia de cotas en las tuberías de agua potable, de esta manera de disminuye la presión con la que el agua llega a las instalaciones domiciliarias.

Una recomendación principal es la construcción de estas con dimensiones de 0.60x0.6m, de esta manera se asegura su fácil construcción y su instalación de los accesorios que sean necesarios.

Algunas de las dimensiones para las cámaras son:

- Tubería de salida, mínimo 0.10m.
- Borde libre, mínimo 0.40m.

Siempre la tubería de ingreso de agua debe construirse sobre del nivel de agua, además la tubería de salida de agua debe contener una canastilla para evitar el ingreso de objetos extraños (MVCS 2016, Pág. 71).

### **Válvula de aire**

Estructuras hidromecánicas previstas para efectuar automáticamente la eliminación de aire que se acumula en el interior de la tubería. Estas válvulas son necesarias para la eliminación de aire generadas por la puesta en funcionamiento o roturas de las tuberías, estas válvulas tienen un sistema de expulsión de aire producto de las burbujas generadas por el movimiento de agua dentro de la tubería (MVCS, 2018).

Se deben disponer válvulas de aire/purgas en los siguientes puntos de la línea de agua: Según MVCS (2018), plantea:

La instalación de estas válvulas se realiza en los puntos altos de la red de distribución para la respectiva expulsión de aire atrapado en el sistema (MVCS, 2018).

### **Válvula de purga**

Estos accesorios son necesarios para:

Eliminar todo material sedimentario que se va acumulando en la tubería con el pasar de los días y del uso del sistema.

El sistema por su mismo funcionamiento está propenso a cargar tierra en su recorrido y son acumulado en los puntos mas bajos de la red de distribución. Es por eso la necesidad de colocar estos accesorios a lo largo de la red de distribución (Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, 2012, Pg.68).

### **Conexiones domiciliarias**

Se le llama así a las acometidas a cada vivienda a donde llega la red de distribución, las conexiones inicien generalmente en la caja donde se instala la micro medición o en su defecto una llave de paso.

No se deben instalar diámetros mayores a ½", a menos que exista alguna justificación técnica para autorizar su instalación. (Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad, 2016, Pg.33)

### **Estado de los sistemas**

Esta evolución se da principalmente al estado en que se encuentra las estructuras de los componentes que conforma un sistema de agua potable teniendo en cuenta la continuidad del servicio, el caudal con que llega a cada domicilio y la calidad del líquido elemento además de la cobertura que presta el sistema (PROPILAS, 2008).

## **Administración**

De acuerdo al Art. 12° del TUO de la Ley Marco, los municipios distritales eran los encargados de la administración de los sistemas de agua potable a través de las juntas administradoras, esto se da siempre y cuando este sistema de agua no se encuentre dentro de la jurisdicción de alguna empresa prestadora de servicio de agua potable. En el Art. 14° del TUO de la Ley Marco la administración del servicio de agua se da a través de la municipalidad competente, directamente, a través de las Unidades de Gestión Municipal, o indirectamente, mediante las organizaciones vecinales o de la comunidad a la cual pertenece el sistema (MVCS,2020).

## **Operación**

La operación de los sistemas de agua potable son en realidad un conjunto de actividades que ejecuta los administradores de los sistemas con la finalidad de que los sistemas funcionen de manera adecuada, eficiente y continua a lo largo de su vida útil (Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad, 2016, Pg.8).

## **Mantenimiento.**

Los mantenimientos de los sistemas de agua se realizan mediante un conjunto de actividades de manera coordinada con la finalidad de corregir daños, prevenir deterioros, de esta manera se garantiza el correcto funcionamiento de los sistemas y de todos los componentes que lo conforman.

Dentro de los tipos de mantenimiento tenemos:

**1) Mantenimiento preventivo:** se realizan con un periodo de tiempo corto, se planifica con frecuencia para evitar daños, prevenir fallas que a la larga traen mayores consecuencias.

**2) Mantenimiento correctivo:** Estas actividades se realizan con un pedido de tiempo largo, y siempre y cuando se requiera, de manera específica para cuando se requiere hacer reparaciones o como su nombre lo dice hacer correcciones dentro del sistema (Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad, 2016, Pg.8)

### **Desinfección**

Es el proceso por el cual se realiza el tratamiento del agua mediante productos químicos para la destrucción de agentes patógenos que contiene el agua. La importancia de este tratamiento es de mucha importancia para el cuidado de la salud en los beneficiarios donde la única forma de realizar este tratamiento del agua se realiza de marea manual y por parte de personal que tiene nada o poca capacitación.

El proceso de desinfección se hace agregando cloro, este desinfectante es específicamente para la desinfección de los sistemas de agua potable (Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad, 2016, Pg.40)

### **Calidad de agua para el consumo humano**

En el año 2010, con la finalidad de garantizar el consumo de agua limpia a nivel rural y urbano la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), elaboró el "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano".

En este documento se establecen los límites con los cuales se debe controlar el agua para que quede libre de productos químicos y orgánicos que afecten la salud de las personas.

Mediante este documento también se delegó funciones a autoridades y se le dio el trabajo o se le encargó de supervisar y garantizar el buen servicio del agua para el consumo humano (Informe Quincenal de la SNMPE. Feb. 2012)

## Parámetros microbiológicos

Este ítem se refiere a los seres microbiológicos que se encuentran en el agua y dan características de calidad del agua, estos organismos pueden ser bacterias, larvas, helminto, etc. (Ministerio de Salud, 2010)

Tabla 1:

*Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y zooquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Nota: Ministerio de Salud, 2010.

## Medición de Cloro residual.

El *Manual para la Cloración del Agua en Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (2017) Pag.31*, menciona lo siguiente: DOSIS DE CLORO: Determina la cantidad de cloro que debe tener un litro de agua, este se debe tener en cuenta y determinarlo en función a la cantidad de agua

que brinda el servicio, los datos exactos se deben calcular en laboratorios donde garanticen resultados muy especializados.

Para sistemas de agua potables es recomendable determinar este valor mínimo dos veces en el periodo de un año, dependiendo de las características físico químicas del agua y dependiendo de la estación en se tome la muestra.

A continuación, se presenta la fórmula para el cálculo de la cantidad de cloro que se debe agregar:

Dosis de cloro (mg/L) = Demanda de cloro (mg/L)+Cloro residual libre (mg/L)

Para el Perú se establece como mínimo 0.50mg/l de cloro contenido para que el agua se considere potable.

#### Comparador Colorimétrico y PH

En un artefacto que sirve para la medición de cloro residual presente en el agua y funciona usando DPD 1. Para el control de cloro en rangos de 0 a 3.5 mg/l (con marcas de graduación cada 0.1 mg/l). Se compone de:

- Comparador
- Disco de Color, rango de 1.0 a 2.0 mg/l (con marcas de graduación cada 0.1 mg/l) para determinar el cloro residual libre.
- Dos (02) tubos (probetas) con tapa tipo tapón para la muestra de agua con marcas indicadoras de volumen de 5ml.
- Estuche individual, resistente portátil de polipropileno, para uso en campo.

#### N.N. Dietil -p-fenilendiamina (DPD1)

Es un producto químico con el cual se hace reaccionar una muestra de agua en muestras para análisis de 5ml y/o 10ml de agua y este debe estar contenido en un recipiente completamente hermético donde garantice el producto hasta su fecha de vencimiento.

Presentación del DPD 1, en los siguientes envases inmediatos:

- Sachet (como polvo) para muestras de agua de 5ml y 10ml.

- Blíster (como tableta) para muestras de agua de 10ml.
- Gotero para muestras de agua de 15ml.

### **¿Cómo medir el cloro residual?**

Se realiza el siguiente procedimiento:

1° Se toma tres puntos referenciales dentro de todo el sistema:

- En el reservorio.
- Uno en la parte intermedia.
- Uno en la parte más baja o última conexión domiciliaria.

2° Enjuagar 2 veces el comparador de cloro residual.

3° Tomar la muestra de agua hasta llenar el comparador.

4° Echar el agua contenida en el comparador 4 gotas de DPD.

5° Tapar el comparador.

6° Agitar el comparador y esperar 60 segundos.

7° Comparar los resultados con la tabla existente en el comparador, en base al cambio de coloración, lo que nos indicará la cantidad de cloro residual en el agua.

### **¿Cómo medir el PH?**

Para medir el cloro residual proceder de la siguiente manera:

1° Tomar la una muestra de agua.

2° Enjuagar 2 veces el comparador de cloro residual.

3° Tomar la muestra de agua hasta llenar el comparador.

4° Echar el agua contenida en el comparador 4 gotas de DPD.

5° Tapar el comparador.

6° Agitar el comparador y esperar 60 segundos.

7° Comparar los resultados con la tabla existente en el comparador, en base al cambio de PH, lo que nos indicará el nivel de PH del agua.

## CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Descripción del área de proyecto en investigación

#### 3.1.1 Ubicación geográfica del área de estudio.

Según la clasificación de las regiones del Perú sustentado por el Dr. Javier Pulgar Vidal, el caserío de Cabracancha se encuentra en la región quechua. Con una altura de 2350 m.n.s.m.

*Figura 4:*

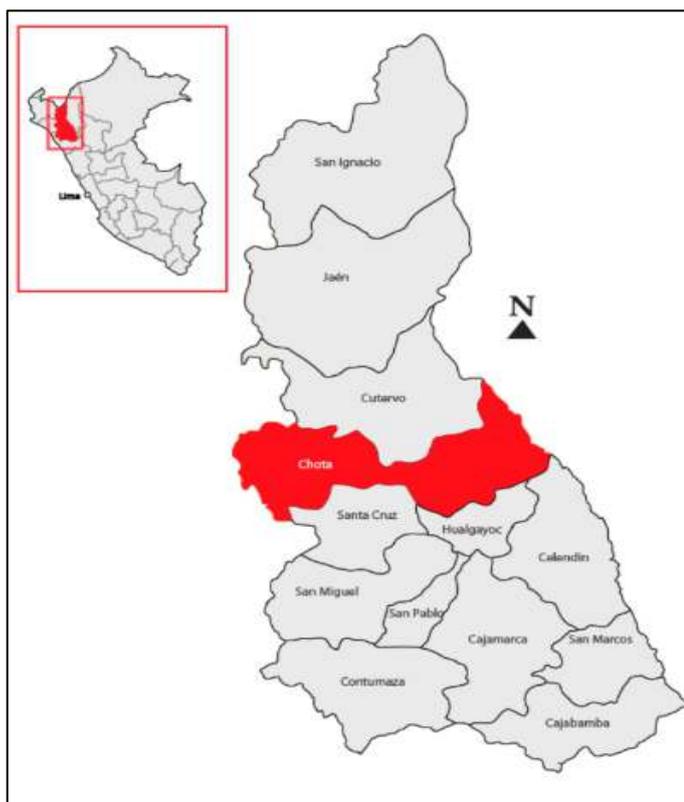
*Ubicación del Proyecto en el mapa Nacional*



*Nota: Figura obtenida de Instituto Geográfico Nacional (IGN)*

Figura 5:

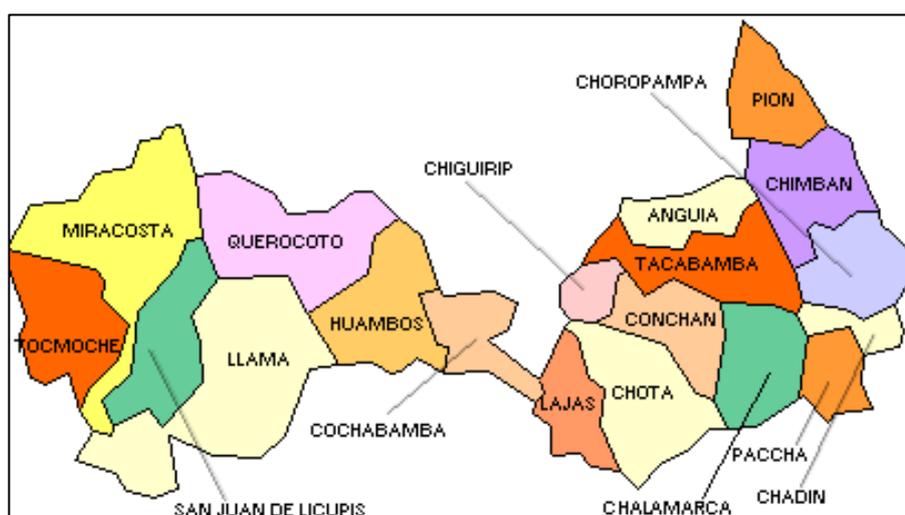
Ubicación del Proyecto en el mapa Regional



Nota: Figura obtenida de Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Figura 6:

Ubicación del Proyecto en el mapa Provincial

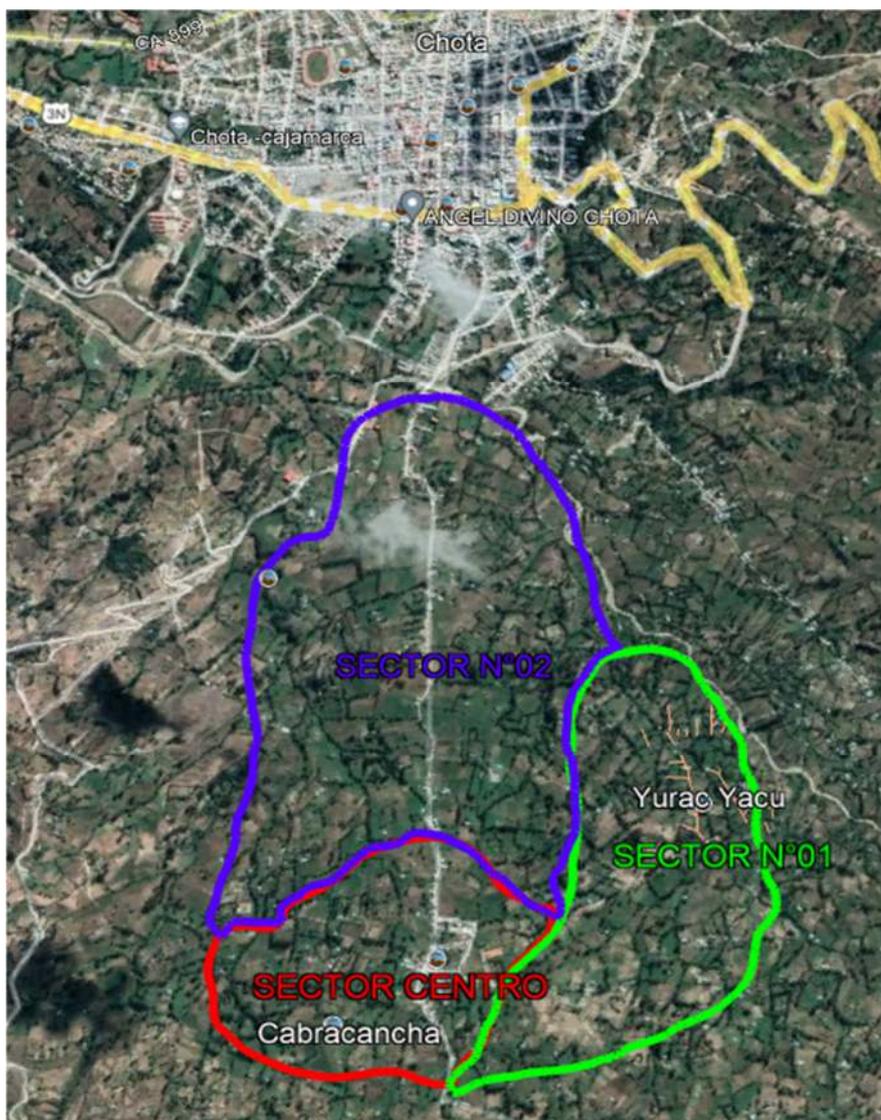


Nota:

Nota: Figura obtenida de Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Figura 7:

Ubicación del Proyecto en el mapa Distrital



Nota: Figura obtenida de Google Earth Pro

## Accesos

Tabla 2:

Vías de Acceso.

Ruta	Distancia	Tiempo (Horas)	Tipo de carretera	Estado de carretera	Medio de transporte
Cajamarca - Chota	144 Km.	3 horas 30min.	Asfaltada	Buena	Vehículo motorizado
Chota - Cabracancho	4.1 Km.	14 min.	Afirmada	Regular	Vehículo motorizado
Total	144.1 Km	4 horas 25 min.	-	-	-

### 3.1.2 **Coordenadas UTM:**

El caserío de Cabracancho se encuentra en las siguientes coordenadas:

Tabla 3:

Coordenadas del proyecto de investigación

ESTE	NORTE	COTA
759063.42	9271163.31	2451

Fuente: datos obtenidos mediante toma de puntos con GPS navegador.

### 3.1.3 **Población**

La población actual beneficiaria del proyecto es de 506 familias, con una densidad poblacional de 4, haciendo un total de 2,024 beneficiarios.

### 3.1.4 **Topografía**

La zona de proyecto presenta una topografía accidentada, con presencia de laderas pronunciadas, algunas zonas de planicie.

### 3.1.5 **Clima**

El clima en el caserío de Cabracancho para el 2023 oscila una temperatura de 15.78°C, con temperatura mínima de 9°C y una máxima de 23°C, una humedad relativa de 76.48%, según datos de la estación Automática – Meteorológica de la ciudad de Chota.

### 3.1.6 **Época en la cual se realizó la presente investigación**

Los datos para la presente investigación se realizaron en los meses de julio a agosto del año 2023.

## 3.2 **Materiales, equipos y softwares**

### 3.2.1 **Materiales**

- Libreta de campo
- Guía de toma de datos
- Guía de presuntas sobre el funcionamiento y mantenimiento del sistema.
- Lapicero.

### **3.2.2 Equipos**

- Manómetro 1/4"
- Comparador visual para cloro residual y Ph - Reactivos DPD.
- GSP
- Cámara fotográfica
- Laptop HP Nvidia
- Wincha metálica 5m.

### **3.2.3 Software**

- AutoCad Civil 3D – 2020
- Google Earth
- Microsoft Office 2020
- WaterCad

## **3.3 Metodología**

### **3.3.1 Técnicas de recolección de datos**

#### **3.3.1.1 Encuesta**

Es un método de estudio estadístico donde se recolecta datos de la población mediante cuestionarios debidamente aprobados, estos datos son tomados de tal manera que no se modifique el entorno ni el proceso de observación. Los datos que se obtienen mediante la aplicación de la encuesta son de muestras representativas de la población total de estudio.

#### **3.3.1.2 Observación**

Es una actividad que se realiza para la toma de datos, en este caso el investigador utiliza la técnica de “ver” y “oír” los sucesos que acontecen en el entorno del cual se está realizando el estudio, para esto es necesario tener conocimiento de los hechos que se están estudiando.

### **3.3.1.3 Toma de datos**

Consiste en la toma de datos de los diferentes ensayos y medidas en campo, de los diferentes componentes, en este caso, de los sistemas de agua potable. Para luego procesarlos en gabinete y obtener resultados reales.

## **3.4 Presentación de resultados**

### **3.4.1 Evaluación de la infraestructura**

#### **3.4.1.1 Captación**

TRANCAMAYO CHICO: Los tres sistemas de agua potable cuentan con una sola captación de agua, esta captación de ladera tiene por nombre TRANCAMAYO CHICO, esta captación cuenta con un afloramiento de agua el cual se recibe a través de seis orificios de cuatro pulgadas de diámetro cada uno, presenta una tubería de limpia de seis pulgadas de diámetro y dos tuberías de rebose de seis pulgadas de diámetro; está captación abastece a los tres sistemas de agua potable.

Cuenta con tres cámaras secas una para cada sistema donde se encuentra su respectiva llave independiente para cada sistema de agua.

En la parte exterior se muestra el deterioro de la pintura en toda la estructura, se nota falta de limpieza alrededor de la estructura, las tapas metálicas de la captación se encuentran sin pintura y con presencia de oxido en los contornos.

Figura 8:

Vista exterior de la Captación de Ladera TRANCAMAYO CHICO



Nota: La imagen muestra la vista exterior de la Captación trancamayo chico.

Figura 9:

Vista interior de la Captación de Ladera Trancamayo Chico.



Nota: La imagen muestra la vista interior de la cámara húmeda de la captación Trancamayo Chico.

### 3.4.1.2 Línea de conducción

SISTEMA SECTOR CENTRO: Cuenta con una línea de conducción de tubería de PVC de diámetro 2", teniendo una llave de control en la salida de la captación. La tubería de la línea de conducción está completamente cubierta con tierra propia de la zona, según descripción de los encargados de la operación del sistema, esta línea tiene una longitud total de 170.37 metros.

SISTEMA SECTOR N°01: Cuenta con una línea de conducción de tubería de PVC de diámetro 2", teniendo una llave de control en la salida de la captación. La tubería de la línea de conducción está completamente cubierta con tierra propia de la zona, según descripción de los encargados de la operación del sistema, esta línea tiene una longitud total de 175.00 metros.

SISTEMA SECTOR N°02: Cuenta con una línea de conducción de tubería de PVC de diámetro 3", teniendo una llave de control en la salida de la captación. La tubería de la línea de conducción está completamente cubierta con tierra propia de la zona, según descripción de los encargados de la operación del sistema, esta línea tiene una longitud total de 752.38 metros.

### 3.4.1.3 Reservorio

SISTEMA SECTOR CENTRO: Consta de un reservorio de 20m<sup>3</sup>, con unas medidas de un diámetro D=3.57m, y una altura de H=2.60. Consta con una caja de válvulas debidamente implementada, con una tubería de ingreso de tubería de PVC 2", una tubería de salida de 2".

El reservorio cuenta con su respectiva caja de válvulas, en donde se aprecia la entrada de 2", tres tuberías de salida de la red de distribución con un diámetro de ½", 2" y 2" respectivamente.

En la caja de válvulas se aprecia que no cuenta con un Bypass entre la tubería de entrada y la tubería de salida, también se aprecia una el sistema de tuberías de rebose con un diámetro de 2", con su respectivo Bypass.

Existe una derivación en la tubería de entrada que conduce al tanque de cloración con un diámetro de ½”.

Según manifiesta el encargado de mantenimiento del sistema, no se está dando uso al tanque de cloración, por tal motivo no se está realizando la cloración respectiva del agua en el sistema.

En la caja de válvulas, la tubería de ingreso cuenta con una derivación a un grifo de bronce de ½”.

SISTEMA SECTOR N°01: Consta de un reservorio de 20m<sup>3</sup>, con unas medidas de un diámetro D=3.60m, y una altura de H=2.62, consta con una cámara de válvulas, con su respectivo Bypass.

El reservorio cuenta con su respectiva caja de válvulas, en donde se aprecia la entrada de 2”, una tubería de salida de la red de distribución con un diámetro de 2”

En la caja de válvulas se aprecia que cuenta con un Bypass entre la tubería de entrada y la tubería de salida.

También se aprecia una el sistema de tuberías de rebose con un diámetro de 2”, con su respectivo Bypass.

Existe dos derivaciones en la tubería de entrada una que conduce al tanque de cloración y la otra a un grifo de bronce, ambos de ½” de diámetro.

Según manifiesta el encargado de mantenimiento el llenado del tanque se realiza cada 03 (tres) meses, juntamente con el mantenimiento y limpieza de todo el sistema.

SISTEMA SECTOR N°02: Consta de un reservorio de 20 m<sup>3</sup>, con unas medidas de un diámetro D= 3.50m, y una altura de H=2.50, consta con una cámara de válvulas, con su respectivo Bypass.

El reservorio cuenta con su respectiva caja de válvulas, en donde se aprecia la entrada de 3", una tubería de salida de la red de distribución con un diámetro de 3"

En la caja de válvulas se aprecia que no cuenta con un Bypass entre la tubería de entrada y la tubería de salida.

También se aprecia una el sistema de tuberías de rebose con un diámetro de 2", con su respectivo Bypass.

Existe una derivación en la tubería de entrada que conduce al tanque de cloración con un diámetro de ½".

Según manifiesta el encargado de mantenimiento el llenado del tanque se realiza cada 03 (tres) meses.

El cerco perimétrico de malla galvanizada se encuentra deteriorada, encontrándose los postes en forma inclinada, la puerta sin candado y a punto de desplomarse.

#### **3.4.1.4 Red de distribución**

SISTEMA SECTOR CENTRO: Presenta una longitud total de metros 7,460.51 de longitud con tubería de 2", 1.5", 1" y 3/4", las tuberías se encuentran enterradas en su totalidad, este sistema se construyó en el año 2016.

SISTEMA SECTOR N°01: Presenta una longitud total de 4,579.49 metros de longitud con tubería de 2", 1.5", 1" y 3/4", las tuberías se encuentran enterradas en su totalidad, este sistema se construyó en el año 2016.

SISTEMA SECTOR N°02: Presenta una longitud total de 7,266.55 metros de longitud con tubería de 3", 2", 1.5", 1" y 3/4", las tuberías se encuentran enterradas en su totalidad, este sistema se construyó en el año 2009.

### 3.4.1.5 Cámara rompe presión tipo 7

SISTEMA SECTOR CENTRO: Dentro de la línea de distribución este sistema cuenta con dos Cámaras Rompe Presión tipo 7 a lo largo de todo su recorrido. Cuenta con una boya en el ingreso, las cuales no funcionan, cuenta con una tubería de limpia y rebose de dos pulgadas de diámetro, ninguna de las cámaras cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la tubería de rebose, la pintura en la parte exterior todavía se encuentra en buenas condiciones al igual que la tapa metálica.

SISTEMA SECTOR N°01: Dentro de la línea de distribución este sistema cuenta con siete Cámaras Rompe Presión tipo 7 a lo largo de todo su recorrido. Cuenta con una boya en el ingreso, las cuales no funcionan, cuenta con una tubería de limpia y rebose de dos pulgadas de diámetro, ninguna de las cámaras cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la tubería de rebose, la pintura en la parte exterior todavía se encuentra en buenas condiciones al igual que la tapa metálica.

SISTEMA SECTOR N°02: Dentro de la línea de distribución este sistema cuenta con cuatro Cámaras Rompe Presión tipo 7 a lo largo de todo su recorrido. Cuenta con una boya en el ingreso, las cuales no funcionan, cuenta con una tubería de limpia y rebose de dos pulgadas de diámetro, ninguna de las cámaras cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la tubería de rebose, la pintura en la parte exterior se encuentra deteriorada al igual que la tapa metálica además de presencia de oxido.

### 3.4.1.6 Operación y mantenimiento

Tabla 4:

Preguntas realizadas en la encuesta sobre operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

PREGUNTAS PARA EVALUAR LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	
¿Quién es responsable de la operación y mantenimiento del servicio de agua?	
Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable: .....	
Institución Ejecutora: .....	
¿Se han realizado nuevas inversiones, después de haber entregado el sistema de agua potable a la comunidad?	
¿Existe una cuota familiar establecida para el servicio de agua potable?	
¿Cuánto es la cuota por el servicio de agua?	
¿Cuántos no pagan la cuota familiar?	
¿Existe un plan de mantenimiento?	
¿Los usuarios participan en la ejecución del plan de mantenimiento?	
¿Cada que tiempo realizan la limpieza y desinfección del sistema?	
¿Cada qué tiempo cloran el agua?	
¿Qué prácticas de conservación de la fuente de agua, en el área de influencia del manantial existen?	
¿Quién se encarga de los servicios de gasfitería?	
¿Es remunerado el encargado de los servicios de gasfitería?	
¿Cuenta el sistema con herramientas necesarias para la operación y mantenimiento?	

Nota: Tasilla M, 2022

Tabla 5:

Diagnóstico de las estructuras de los sistemas de agua potable.

N°	INFRAESTRUCTURA (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos
1.1. Diagnóstico	Captación	Infraestructura en malas condiciones y no cumple con las dimensiones adecuadas, funcionamiento deficiente.	Infraestructura en buen estado y funcionamiento eficiente, pero carece de obras de protección y mantenimiento.	Infraestructura en perfecto estado, con obras de protección y mantenimiento adecuados.
	Cámara rompe-presión CRP7	Infraestructura en malas condiciones, presencia de filtraciones, válvulas dañadas.	Infraestructura en buen estado, buen funcionamiento pero sin mantenimiento adecuado ni obras de protección	Infraestructura en buen estado, correcto funcionamiento y buen mantenimiento. Presencia de obras de protección.
	Línea de conducción	Tubería descubierta.	Parcialmente cubierta	Tubería totalmente cubierta.
	Reservorio	Infraestructura en malas condiciones y no cumple con las dimensiones adecuadas, funcionamiento deficiente.	Infraestructura en buen estado y funcionamiento eficiente, pero carece de obras de protección y mantenimiento.	Infraestructura en perfecto estado, con obras de protección y mantenimiento adecuado.

Nota: Albarran M, 2019.

Tabla 6:

Diagnóstico de las estructuras de los sistemas de agua potable.

N°	INFRAESTRUCTURA (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos
1.1. Diagnóstico	Clorador	No cuenta con clorador	Cuenta con infraestructura de cloración, pero no funciona adecuadamente	En buen estado y funcionando correctamente
	líneas de aducción y red de distribución	Tubería cubierta parcialmente con presencia de fugas	Tubería descubierta en pequeños tramos sin presentar fugas	Tubería totalmente cubierta.
	Válvulas de purga y de control	Mal estado	-	Buen estado
	Viviendas con presiones dentro de parámetros normados	< 80%	≥ 80% y ≤ 95%	> 95%
	Velocidades en la red	Velocidades en su mayoría sobre la máxima establecida.	Velocidades en su mayoría por debajo de la mínima establecida	Velocidades dentro de los parámetros establecidos

Nota: Albarran M, 2019.

Tabla 7:

Diagnóstico de la operación de los sistemas de agua potable.

N°	INFRAESTRUCTURA (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos
1.2. Operación	Cobertura del servicio de agua potable	< 60%	≥ 60% - < 100%	100%
	Cantidad	< 40 l/p/d	≥ 40 - < 50 l/p/d	> 50 l/p/d
	Continuidad del servicio	< 15 Hr/día	15 - 23 Hr/día	24 Hr/día
	Cuota (pago por el servicio)	No paga cuota y/o no cubre gastos de AOM	Cubre costos de AOM	Cubre costos de AOM, reposición de equipos e infraestructura
	Mantenimiento	Menos de dos veces al año	Tres veces al año	Cuatro veces al año o más
	Análisis bacteriológico del agua	No se realiza	-	Se realiza oportunamente
	Presencia de cloro residual	<0.3	0.3 < Cl < 0.5 mg/l	0.5 ≤ Cl ≤ 1.0 mg/l
	Turbiedad	> 5 UNT	≥ 1 y ≤ 5 UNT	< 1 UNT
	Conexiones activas	< 90%	≥ 90% - < 95%	> 95%
	Micromedición	No tienen micromedición	≥ 54% - < 92 %	> 92%
	Densidad de roturas	> 0.5	≤ 0.5 - > 0.1	≤ 0.1

Nota: Albarran M, 2019.

Tabla 8:

Diagnóstico de los recursos humanos/ institucionales.

N°	GESTIÓN DEL SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos
1.1. Recursos Humanos / Institucionales	Existe la unidad, área o junta dedicada a la prestación del servicio de agua potable.	Sin institucionalización y sin trámites de formalización	En vías de formalización/institucionalización	institucionalizada y con personería jurídica
	¿Se cuentan con instalaciones y equipamiento instalados para el funcionamiento?	No tienen la infraestructura ni el equipamiento mínimo instalados.	Cuentan con ambientes pero carecen de equipamiento.	Cuentan con instalaciones y equipamiento necesarios
	El número de personal asignado es el adecuado.	No se tiene personal	Se requiere de más personal	Se cuenta con personal suficiente
	El personal ha sido capacitado previamente	Menos del 20%	≥ 20% y < 40%	≥ 40%
	Consideran que el esquema institucional es funcional y coadyuva al logro de sus objetivos y metas	No es funcional	Deben hacerse cambios importante, planificación, personal, manejo de recursos, etc.	El esquema institucional asegura el cumplimiento de los objetivos y metas

Nota: Albarran M, 2019.

Tabla 9:

Diagnóstico de los instrumentos de gestión.

N°	GESTIÓN DEL SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos
1.2. Instrumento de Gestión	La entidad ha formulado su POA que le permite brindar el servicio	No existe	Existe pero no está aprobado	Está aprobado y se aplica
	Se tiene implementados estatutos y reglamentos	No se tiene	Están en proceso de implementación	Sí se tienen y se implementan
	Se dispone de un croquis y/o plano del sistema: redes, válvulas, acometidas, etc.	No posee croquis ni planos	Croquis sin criterio técnico ni aval de un profesional	Tiene croquis y plano elaborados por un profesional que lo avala.
	La determinación de la cuota familiar obedece a un cálculo técnico, socializado y aprobado por los usuarios.	Monto definido sin criterio técnico ni aprobado por los usuarios	Monto impuesto por la Entidad sin criterio técnico, con participación de los usuarios.	SI
	Se dispone de registro / padrón del consumo poblacional	No se tiene registro	Se dispone de un registro, pero está desactualizado	Se tiene un registro de consumo y está actualizado al último mes

Nota: Albarran M, 2019.

Tabla 10:

Diagnóstico de los instrumentos de gestión.

N°	GESTIÓN DEL SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos
1.2. Instrumento de Gestión	La entidad se articula con las políticas, planes, objetivos y metas del sector.	No articula su accionar con el sector	Establecen algunas coordinaciones con entidades del sector pero no se evidencian resultados.	La entidad se alinea con los objetivos, políticas, planes, metas y políticas del sector saneamiento.
	Existen políticas públicas institucionalizadas.	No existen políticas	Existen al menos dos políticas pero sin institucionalizar	Más de dos políticas institucionalizadas y con su respectivo plan de acción
	La Entidad dispone de un plan de contingencias frente a la producción de eventos que interrumpen el servicio de agua potable.	No dispone de instrumentos	Está en proceso de formulación	Tiene un plan de contingencias y las estrategias de implementación

Nota: Albarran M, 2019.

Tabla 11:

Diagnóstico de la Ejecución de inversiones.

N°	GESTIÓN (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1,5 puntos	Más desarrollado ALTO: 2,5 puntos
1.4. Ejecución de inversiones	Se prioriza y ejecuta inversiones municipales en infraestructura para la implementación del servicio	No	Se priorizan, pero no se ejecutan	Sí
	Se cuenta con información técnica y financiera, del servicio, en forma oportuna y confiable	Presenta un atraso mayor a tres meses	Presenta un atraso entre uno y tres meses	Presenta un atraso menor a un mes
	Resguardo de los fondos recaudados (cuotas, multas, etc)	En poder de algún directivo / trabajador	-	En cuenta bancaria exclusiva de la Entidad
	Se realiza el seguimiento en la ejecución de proyectos externos de inversión en relación al servicio de agua potable	No existe	Existe pero no ejerce el seguimiento oportuno	Brinda un seguimiento oportuno y confiable a la ejecución de proyectos de agua y saneamiento
	La Entidad cuenta con recursos para reponer equipos, construir, mejorar o rehabilitar la infraestructura del sistema	No	-	Sí

Nota: Albarran M, 2019.

### 3.3.2 Evaluación hidráulica

#### 3.3.2.1 Aforo en la Captación.

Los tres sistemas en estudio cuentan con una sola captación llamada “TRANCAMAYO CHICO Chico”, la cual abastece a los sistemas “sector centro”, “sector N° 01” y “sector N°02”, se realizó el aforo correspondiente teniendo un caudal de 18.98 L/s como se detalla a continuación:

Tabla 12:

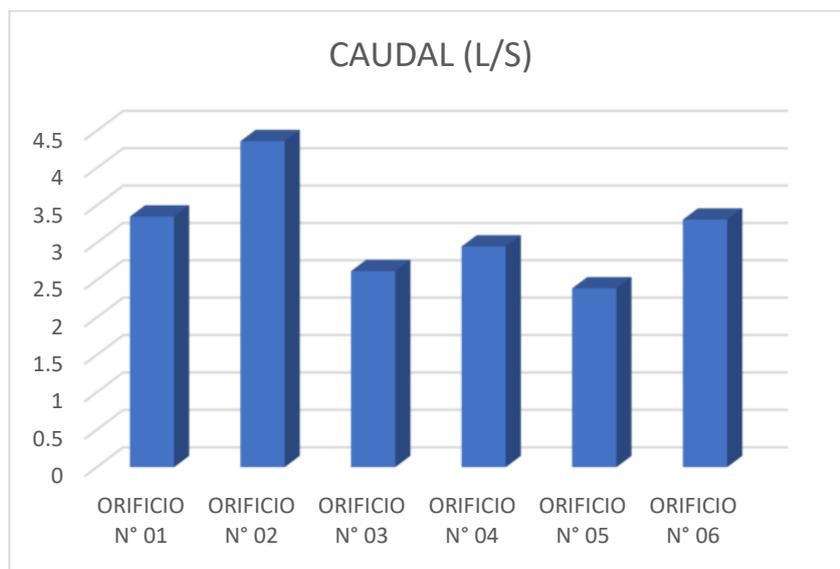
Aforo de caudal en la captación Trancamayo Chico.

ORIFICIO N° 01			
MEDIDA N°	VOLUMEN	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (Lit/Seg)
1	7.0	2.09	3.35
2	7.8	2.09	3.73
3	8.0	2.70	2.96
PROMEDIO			3.35
ORIFICIO N° 02			
MEDIDA N°	VOLUMEN	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (Lit/Seg)
1	7.5	1.41	5.32
2	7.0	1.89	3.70
3	7.5	1.85	4.05
PROMEDIO			4.36
ORIFICIO N° 03			
MEDIDA N°	VOLUMEN	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (Lit/Seg)
1	7.0	2.56	2.73
2	6.5	2.61	2.49
3	6	2.28	2.63
PROMEDIO			2.62
ORIFICIO N° 04			
MEDIDA N°	VOLUMEN	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (Lit/Seg)
1	7.0	2.19	3.20
2	6.5	2.31	2.81
3	7.5	2.64	2.84
PROMEDIO			2.95
ORIFICIO N° 05			
MEDIDA N°	VOLUMEN	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (Lit/Seg)
1	6.5	2.43	2.67
2	7.0	3.15	2.22
3	7.0	3.06	2.29
PROMEDIO			2.39
ORIFICIO N° 06			
MEDIDA N°	VOLUMEN	TIEMPO (Seg)	CAUDAL (Lit/Seg)
1	7.0	1.82	3.85
2	8.0	2.30	3.48
3	6.5	2.50	2.60
PROMEDIO			3.31
RESUMEN HIDRÁULICO GENERAL DE LA CAPTACIÓN			
CAUDAL TOTAL			18.98 Lit/Seg

Nota: Tabla obtenida en base a los datos del aforo de la captación Trancamayo Chico.

Figura 10:

Datos obtenidos de aforo de caudales en los orificios de entrada de captación Trancamayo Chico.



Nota: Figura obtenida en base a los datos de la tabla N°07.

Tabla 13:

Cálculo de la pantalla de la captación

<b>Orificios – Ancho de Pantalla</b>		
Gasto	18.98	l/s
Velocidad	0.50	m/s
Coefficiente de Descarga	0.80	
Diámetro Existente	4.00	Pulgada
Área Estimada	0.0081	m <sup>2</sup>
<b>Área Total</b>	<b>0.0475</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Número de Orificios Calculados</b>	<b>7.00</b>	<b>Und</b>
<b>Número de Orificios Existentes</b>	<b>6.00</b>	<b>Und</b>
<b>Ancho Pantalla Calculado</b>	<b>3.76</b>	<b>m</b>
<b>Ancho Pantalla Existente</b>	<b>1.20</b>	<b>m</b>
<b>N° de Orificios Calculados &lt; N° Orificios Existentes</b>		
<b>Volumen Calculado &gt; Volumen Existente</b>		

Tabla 14:

Cálculo de la capacidad de la cámara húmeda

<b>Capacidad de la cámara Húmeda</b>		
Gasto	18.98	l/s
Largo	1.20	m
Ancho	1.20	m
Altura	1.20	m
Altura de Canastilla	0.10	m
Diámetro de Canastilla	7.00	Pulgada
Desnivel Mínimo	0.00	m
Borde Libre	0.20	m
Diámetro Ingreso	4.00	Pulgada
Diámetro Salida	2,2,3	Pulgada
Coefficiente Descarga	0.80	

Gravedad	9.81	m/s <sup>2</sup>
Área Orificio	0.0086	m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	2.341	m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.4358	m
<b>Tiempo de Descarga</b>	62.284	s
<b>Volumen Calculado</b>	1.1822	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	1.1680	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &gt; Volumen Existente</b>		

### 3.3.2.1.1 Variación de consumo en los sistemas de agua potable.

Se presenta un resumen de la variación de consumo de los diferentes sistemas de agua potable.

#### SISTEMA "SECTOR CENTRO"

Tabla 15:

Variación de consumo de agua (m) del Sistema "Sector centro".

Hora	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	3/07/2023	4/07/2023	5/07/2023	6/07/2023	7/07/2023	8/07/2023
6:00 - 7:00	0.98		0.81		0.72	0.88
7:00 - 8:00	0.96		0.74		0.68	1.12
8:00 - 9:00			0.48		0.60	
9:00 - 10:00						
10:00 - 11:00						
11:00 - 12:00		0.75		0.71		
12:00 - 13:00		0.81		0.69		
13:00 - 14:00				0.56		

Tabla 16:

Variación de consumo de agua (m<sup>3</sup>) del Sistema "Sector centro".

Hora	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	3/07/2023	4/07/2023	5/07/2023	6/07/2023	7/07/2023	8/07/2023
6:00 - 7:00	9.81		8.11		7.21	8.81
7:00 - 8:00	9.61		7.41		6.81	11.21
8:00 - 9:00			4.80		6.01	
9:00 - 10:00						
10:00 - 11:00						
11:00 - 12:00		7.51		7.11		
12:00 - 13:00		8.11		6.91		
13:00 - 14:00				5.61		

Tabla 17:

Variación de consumo de agua (L/h) del Sistema "Sector centro".

Hora	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	3/07/2023	4/07/2023	5/07/2023	6/07/2023	7/07/2023	8/07/2023
6:00 - 7:00	9809.62		8107.96		7207.07	8808.64
7:00 - 8:00	9609.43		7407.27		6806.68	11211.00
8:00 - 9:00			4804.71		6005.89	
9:00 - 10:00						
10:00 - 11:00						
11:00 - 12:00		7507.37		7106.97		
12:00 - 13:00		8107.96		6906.78		
13:00 - 14:00				5605.50		

Tabla 18:

Variación de consumo del Sistema "Sector centro".

	Caudales					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	3/07/2023	4/07/2023	5/07/2023	6/07/2023	7/07/2023	8/07/2023
Consumo (Lts)	19419.05	15615.32	20319.94	19619.25	20019.64	20019.64
Tiempo (H)	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00
Caudal (l/s)	2.70	1.45	1.88	1.82	1.85	2.78
Caudal Prom. (l/s)			2.08			
Caudal Max. Diario (l/s)			2.78			
Caudal Max. Horario (l/s)			3.11			
K1			1.34			
K2			1.50			

### SISTEMA "SECTOR N°01"

Tabla 19:

Variación de consumo de agua (m) del Sistema "Sector N°1".

Hora	Descenso de agua (m)					
	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023	22/07/2023	23/07/2023
6:00 - 7:00	0.95	1.09	0.81	0.86	0.84	0.98
7:00 - 8:00	0.79	0.95	0.72	0.72	0.70	1.04
8:00 - 9:00			0.49	0.46	0.48	
9:00 - 10:00						

Tabla 20:

Variación de consumo de agua (m3) del Sistema "Sector N°1".

Consumo de agua por hora (m3)						
Hora	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023	22/07/2023	23/07/2023
6:00 - 7:00	9.51	10.91	8.11	8.61	8.41	9.81
7:00 - 8:00	7.91	9.51	7.21	7.21	7.01	10.41
8:00 - 9:00			4.90	4.60	4.80	
9:00 - 10:00						

Tabla 21:

Variación de consumo de agua (L/h) del Sistema "Sector N°1".

Consumo de agua (L/h)						
Hora	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023	22/07/2023	23/07/2023
6:00 - 7:00	9509.33	10910.70	8107.96	8608.45	8408.25	9809.62
7:00 - 8:00	7907.76	9509.33	7207.07	7207.07	7006.87	10410.21
8:00 - 9:00			4904.81	4604.52	4804.71	
9:00 - 10:00						

Tabla 22:

Variación de consumo del Sistema "Sector N°01".

Caudales						
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023	22/07/2023	23/07/2023
Consumo (Lts)	17417.09	20420.03	20219.84	20420.03	20219.84	20219.84
Tiempo (H)	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
Caudal (l/s)	2.42	2.84	1.87	1.89	1.87	2.81
Caudal Prom. (l/s)			2.28			
Caudal Max. Diario (l/s)			2.84			
Caudal Max. Horario (l/s)			2.89			
K1			1.24			
K2			1.27			

## SISTEMA "SECTOR N°02"

Tabla 23:

Variación de consumo de agua (m) del Sistema "Sector N°2".

Descenso de agua (m)						
Hora	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	2/08/2023	3/08/2023	4/08/2023	5/08/2023	6/08/2023	7/08/2023
6:00 - 7:00	0.92	0.88	0.93	0.76	0.73	0.75
7:00 - 8:00	0.88	0.76	0.91	0.69	0.76	1.25
8:00 - 9:00		0.50		0.50		
9:00 - 10:00						

Tabla 24 :

Variación de consumo de agua (m3) del Sistema "Sector N°2".

Consumo de agua por hora (m3)						
Hora	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	2/08/2023	3/08/2023	4/08/2023	5/08/2023	6/08/2023	7/08/2023
6:00 - 7:00	9.21	8.81	9.31	7.61	7.31	7.51
7:00 - 8:00	8.81	7.61	9.11	6.91	7.61	12.51
8:00 - 9:00		5.00		5.00		
9:00 - 10:00						

Tabla 25:

Variación de consumo de agua (L/h) del Sistema "Sector N°2".

Consumo de agua (L/h)						
Hora	Día					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	2/08/2023	3/08/2023	4/08/2023	5/08/2023	6/08/2023	7/08/2023
6:00 - 7:00	9209.04	8808.64	9309.13	7607.46	7307.17	7507.37
7:00 - 8:00	8808.64	7607.46	9108.94	6906.78	7607.46	12512.28
8:00 - 9:00		5004.91		5004.91		
9:00 - 10:00						

Tabla 26:

Variación de consumo del Sistema "Sector N°2".

	Caudales					
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.
	2/08/2023	3/08/2023	4/08/2023	5/08/2023	6/08/2023	7/08/2023
Consumo (Lts)	18017.68	21421.02	18418.07	19519.15	14914.63	20019.64
Tiempo (H)	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00
Caudal (l/s)	2.50	1.98	2.56	1.81	2.07	2.78
Caudal Prom. (l/s)			2.28			
Caudal Max. Diario (l/s)			2.78			
Caudal Max. Horario (l/s)			3.48			
K1			1.22			
K2			1.52			

### 3.3.2.2 Línea de conducción

#### A) Consideraciones de diseño

Para la línea de conducción en el presente proyecto se trata de un sistema el cual circula por medio de tuberías bajo presión. Para este caso vamos a considerar la presión atmosférica como "0", utilizando para este caso el método de Hazen / Williams para tuberías con diámetro mayor a 50mm y el método de Fair Whipple para tuberías menores a 50mm para el cálculo de las pérdidas de fricción con la finalidad de obtener la presión de llegada deseada, asegurando que la misma no sea negativa en ninguno de sus tramos.

Fórmula general de Hazen Williams:

$$H_f = 10.674x \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} x D^{4.86}} \right] x L$$

Donde:

H<sub>f</sub>: Perdida de Carga

Q: Caudal

C: Coeficiente de Hazen & Williams

D: Diámetro interno de la tubería

L: Longitud de la tubería

Tabla 27:

Coeficientes de fricción "c" en la fórmula de Hazen Williams

TIPO DE TUBERÍA	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

Nota: Información obtenida de la norma OS:050-Red de distribución para consumo humano

Tabla 28:

Diámetros comerciales en tuberías de PVC

DIÁMETROS COMERCIALES EN TUBERÍAS PVC					
Nominal	Tipo de Empalme	Diámetro Interno (mm)	Diámetro Interno (pulgadas)	Clase	Presión Trabajo (mca)
1/2 "	Espiga	17.4	0.6850	10	75
3/4 "	Espiga	22.9	0.9016	10	75
1 "	Espiga	29.4	1.1575	10	75
1 1/2 "	Espiga	44.4	1.7480	7.5	50
1 1/2 "	Espiga	43.4	1.7087	10	75
2 "	Espiga	58.4	2.2992	7.5	50
2 "	UF	57.0	2.2441	10	75
2 1/2 "	Espiga	69.4	2.7323	7.5	50
2 1/2 "	UF	67.8	2.6693	10	75
3 "	Espiga	83.4	3.2835	7.5	50
3 "	UF	81.4	3.2047	10	75
3 "	HDP	78.4	3.0882	10	75

Nota: Información obtenida de la norma NTP 399.002

**B) Cálculo hidráulico Línea de conducción Sistema Sector Centro**

Cuenta con una línea de conducción de tubería de PVC de diámetro 2", teniendo una llave de control en la salida de la captación.

La tubería de la línea de conducción está completamente cubierta con tierra propia de la zona, según descripción de los encargados de la operación del sistema.

La línea de conducción tiene una longitud total de 170.37 metros.

$$Q_{md} = 2.78 \text{ L/s}$$

$$C = 150$$

$$D = 2''$$

$$L = 170.37 \text{ m}$$

Tipo de tubería = PVC

$$\text{Cota Inicial} = 2555.00 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = 2545.00 \text{ m}$$

Diferencia de Cotas = 10 m

Diámetro Calculado = 1.82 pulgadas

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams se tiene:

$$\mathbf{H_f = 4.47 \text{ mca}}$$

mca

Del cálculo anterior se tiene:

$$\text{Presión dinámica} = \text{Diferencia de cotas} - H_f$$

$$\text{Presión dinámica} = 10 - 4.47$$

$$\mathbf{\text{Presión dinámica} = 5.53 \text{ mca}}$$

Cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

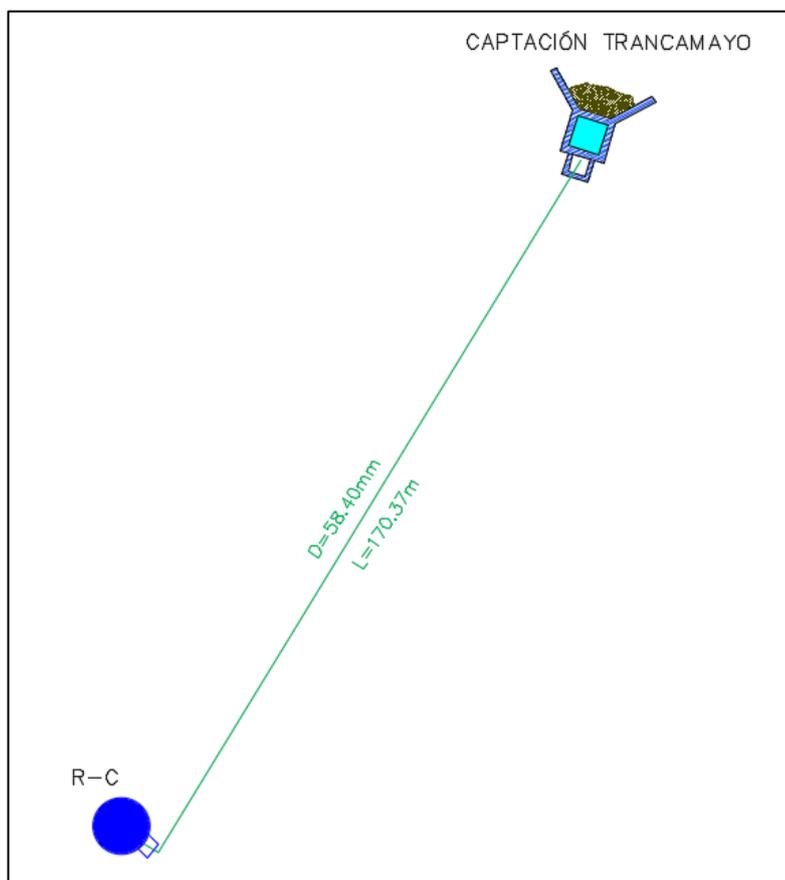
$$V = \frac{4 * 2.78 * 0.001}{\pi * (54.20 * 0.001)^2}$$

$$\mathbf{V = 1.21 \text{ m/s}}$$

### C) Esquema de funcionamiento Línea de conducción Sistema Sector Centro

Figura 11:

Esquema de funcionamiento – Línea de conducción sistema Sector Centro



Nota: Figura Obtenida del programa WaterCad.

### D) Cálculo hidráulico Línea de conducción Sistema Sector N°01

Cuenta con una línea de conducción de tubería de PVC de diámetro 2", teniendo una llave de control en la salida de la captación.

La tubería de la línea de conducción está completamente cubierta con tierra propia de la zona, según descripción de los encargados de la operación del sistema.

$$Q_{md} = 2.84 \text{ L/s}$$

$$C = 150$$

$$D = 2''$$

$$L = 175.00 \text{ m}$$

Tipo de tubería = PVC

$$\text{Cota Inicial} = 2555.00 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = 2545.50 \text{ m}$$

Diferencia de Cotas = 9.50m

Diámetro Calculado = 1.86 pulgadas

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams se tiene:

$$H_f = 4.75 \text{ mca}$$

Del cálculo anterior se tiene:

Presión dinámica = Diferencia de cotas –  $H_f$

Presión dinámica = 9.50 – 4.75

**Presión dinámica = 5.25 mca**

Cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

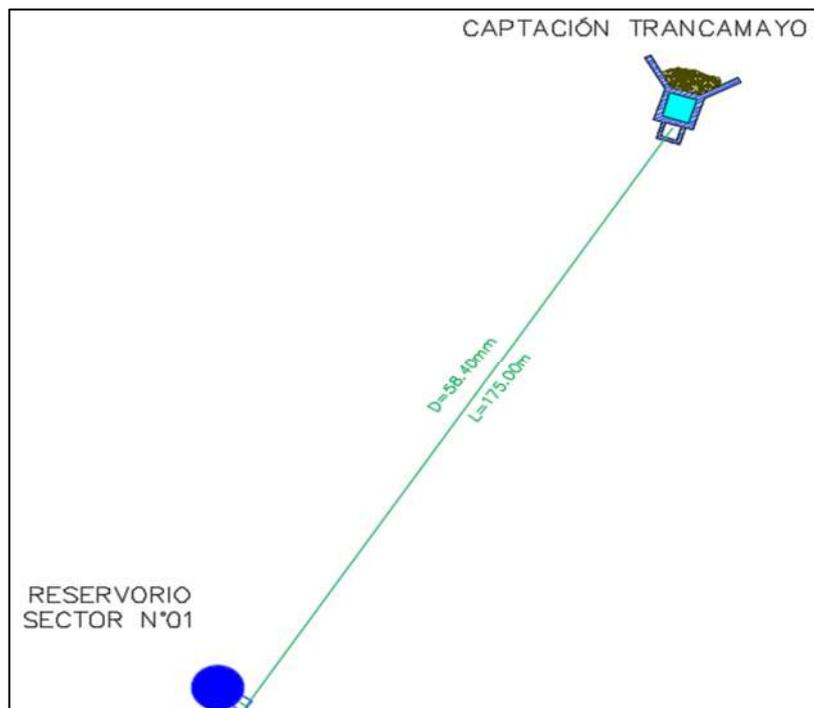
$$V = \frac{4 * 2.84 * 0.001}{\pi * (54.20 * 0.001)^2}$$

$$V = 1.23 \text{ m/s}$$

### E) Esquema de funcionamiento Línea de conducción Sistema Sector N°01

Figura 12:

Esquema de funcionamiento – Línea de conducción sistema Sector N°01



Nota: Figura Obtenida del programa WaterCad.

**F) Cálculo hidráulico Línea de conducción Sistema Sector N°02**

Cuenta con una línea de conducción de tubería de PVC de diámetro 3", teniendo una llave de control en la salida de la captación.

La tubería de la línea de conducción está completamente cubierta con tierra propia de la zona, según descripción de los encargados de la operación del sistema.

$$Q_{md} = 2.78 \text{ L/s}$$

$$C = 150$$

$$D = 3''$$

$$L = 752.38 \text{ m}$$

Tipo de tubería = PVC

$$\text{Cota Inicial} = 2555.00 \text{ m}$$

$$\text{Cota final} = 2477.00 \text{ m}$$

$$\text{Diferencia de Cotas} = 78.00 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro Calculado} = 1.62 \text{ pulgadas}$$

Aplicando la fórmula de Hazen y Williams se tiene:

$$\mathbf{H_f = 2.95 \text{ mca}}$$

Del cálculo anterior se tiene:

$$\text{Presión dinámica} = \text{Diferencia de cotas} - H_f$$

$$\text{Presión dinámica} = 78.00 - 2.95$$

$$\mathbf{\text{Presión dinámica} = 75.58 \text{ mca}}$$

Cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

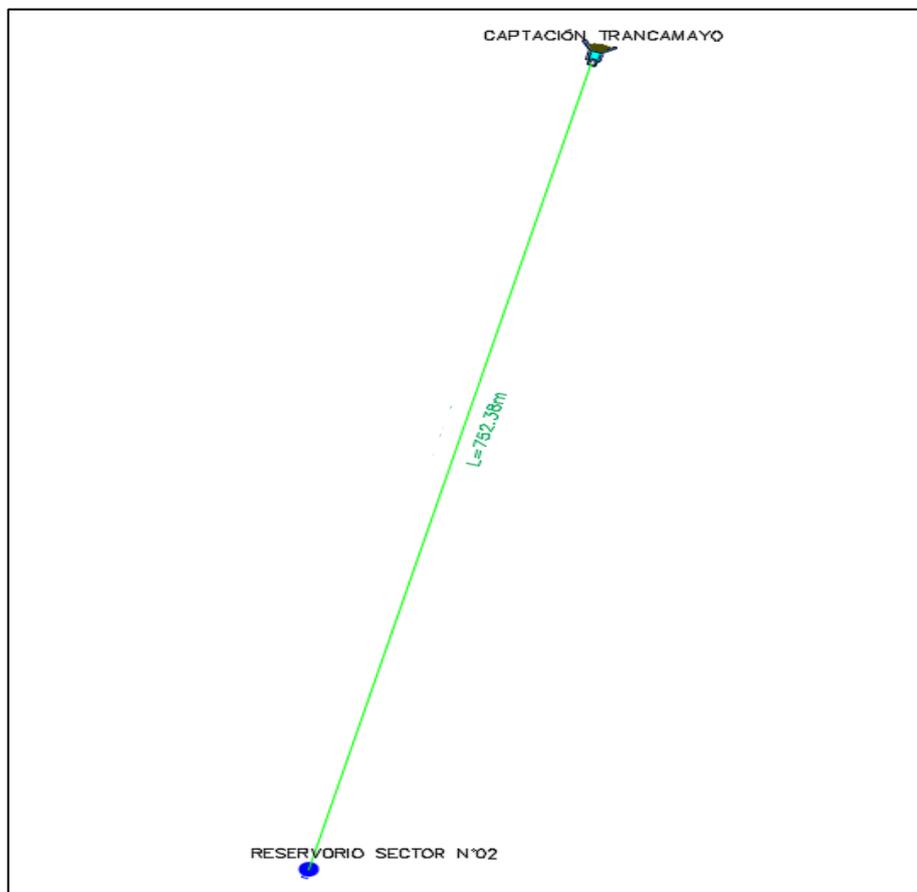
$$V = \frac{4 * 2.78 * 0.001}{\pi * (80.10 * 0.001)^2}$$

$$\mathbf{V = 0.55 \text{ m/s}}$$

## G) Esquema de funcionamiento Línea de conducción Sistema Sector N°02

Figura 13:

Esquema de funcionamiento – Línea de conducción sistema Sector N°02



Nota: Figura Obtenida del programa WaterCad.

### 3.3.2.3 Reservorio

#### 4.1.1.1 Reservorio Sistema Sector Centro.

Consta de un reservorio de 20m<sup>3</sup>, con unas medidas de un diámetro D=3.57m, y una altura de H=2.60. Consta con una caja de válvulas debidamente implementada, con una tubería de ingreso de tubería de PVC 2", una tubería de salida de 2".

El reservorio cuenta con su respectiva caja de válvulas, en donde se aprecia la entrada de 2", tres tuberías de salida de la red de distribución con un diámetro de ½", 2" y 2" respectivamente.

En la caja de válvulas se aprecia que no cuenta con un Bypass entre la tubería de entrada y la tubería de salida, también se aprecia una el sistema de tuberías de rebose con un diámetro de 2", con su respectivo Bypass. Existe una derivación en la tubería de entrada que conduce al tanque de cloración con un diámetro de ½".

Según manifiesta el encargado de mantenimiento del sistema, no se está dando uso al tanque de cloración, por tal motivo no se está realizando la cloración respectiva del agua en el sistema. En la caja de válvulas, la tubería de ingreso cuenta con una derivación a un grifo de bronce de ½".

#### **A) Calculo hidráulico**

Para la presente investigación se ha considerado tomar el 25% como volumen de almacenamiento.

- **Volumen de almacenamiento = 25%\*Qm**

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 25\% * 2.08 * (3600 * 24)$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 44,910.73 \text{ Lts.}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 44.91 \text{ m}^3.$$

#### **B) Volumen de Reservorio Existente**

Dimensiones del reservorio existente

$$\text{Diámetro} = 3.57 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 2.60 \text{ m}$$

$$\text{Borde libre} = 0.35 \text{ M}$$

$$\text{Altura de canastilla de salida} = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{H * \pi * D^2}{4}$$

$$V.A = \frac{(2.60 - 0.35) * \pi * 3.57^2}{4}$$

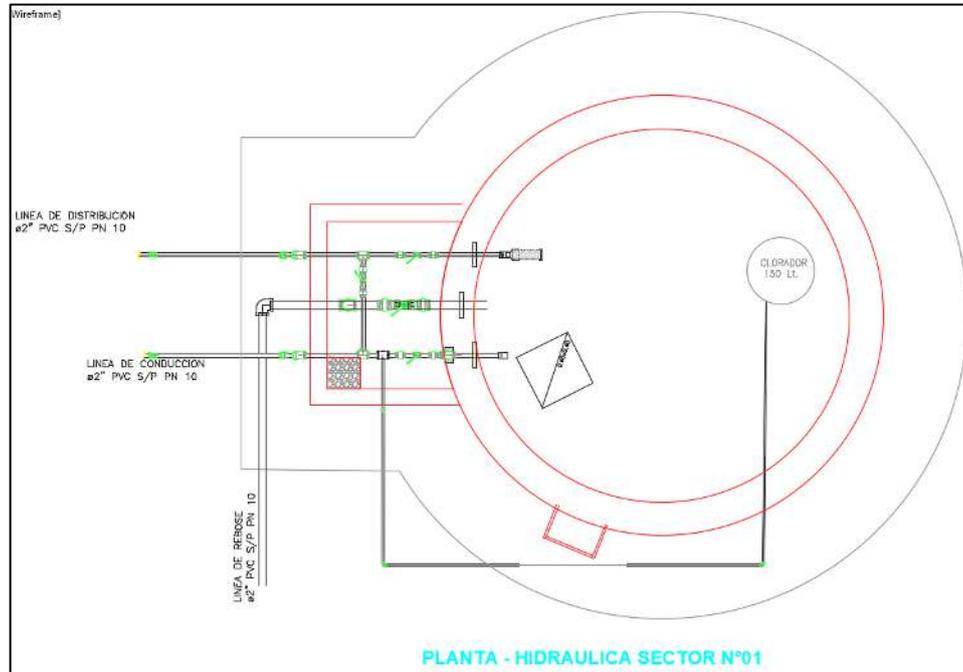
$$V.A = \frac{2.25 * \pi * 3.57^2}{4}$$

$$V.A = 22.5 \text{ m}^3$$

### C) Esquema de funcionamiento

Figura 14:

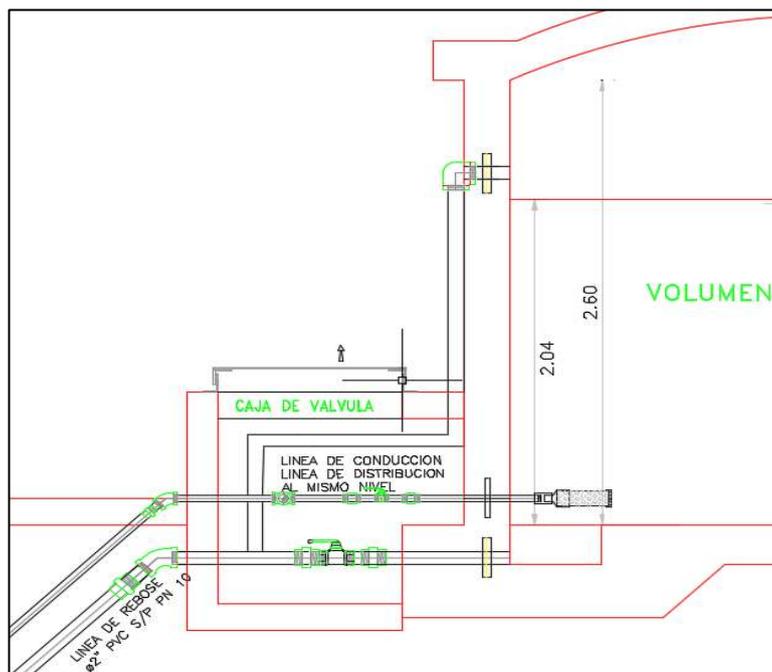
Esquema en planta del funcionamiento hidráulico del reservorio



Nota: Figura Obtenida del programa AutoCad.

Figura 15:

Esquema en perfil del funcionamiento hidráulico del reservorio



Nota: 1 Figura Obtenida del programa AutoCad.

Figura 16:

Vista interior de la Caja de Válvulas del Reservorio del Sector Centro



Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.

Figura 17:

Vista exterior del Reservorio del Sector Centro



Nota: Figura Obtenida durante las visitas de campo a los sistemas.

#### 4.1.1.2 Reservorio Sistema Sector N°01

Consta de un reservorio de 20m<sup>3</sup>, con unas medidas de un diámetro D=3.60m, y una altura de H=2.62, consta con una cámara de válvulas, con su respectivo Bypass.

El reservorio cuenta con su respectiva caja de válvulas, en donde se aprecia la entrada de 2", una tubería de salida de la red de distribución con un diámetro de 2"

En la caja de válvulas se aprecia que cuenta con un Bypass entre la tubería de entrada y la tubería de salida. También se aprecia una el sistema de tuberías de rebose con un diámetro de 2", con su respectivo Bypass. Existe dos derivaciones en la tubería de entrada una que conduce al tanque de cloración y la otra a un grifo de bronce, ambos de ½" de diámetro. Según manifiesta el encargado de mantenimiento el llenado del tanque se realiza cada 03 (tres) meses, juntamente con el mantenimiento y limpieza de todo el sistema.

##### A) Calculo hidráulico

Para la presente investigación se ha considerado tomar el 25% como volumen de almacenamiento.

- **Volumen de almacenamiento = 25%\*Qm**

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 25\% * 2.28 * (3600 * 24)$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 49315.05 \text{ Lts.}$$

**Volumen de almacenamiento = 49.32 m<sup>3</sup>.**

##### B) Volumen de Reservorio Existente

Dimensiones del reservorio existente

$$\text{Diámetro} = 3.60 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 2.62 \text{ m}$$

Borde libre = 0.58 M

Altura de canastilla de salida = 0.10 m

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{H * \pi * D^2}{4}$$

$$V.A = \frac{(2.62 - 0.58) * \pi * 3.60^2}{4}$$

$$V.A = \frac{2.04 * \pi * 3.60^2}{4}$$

$$V.A = 20.76m^3$$

### C) Esquema de funcionamiento

Figura 18:

Vista interior de la Caja de Válvulas del Reservorio del Sector N°01



Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.

Figura 19:

Vista exterior del Reservorio del Sector N°01



Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.

#### 4.1.1.3 Reservorio Sistema Sector N°02

Consta de un reservorio de 20 m<sup>3</sup>, con unas medidas de un diámetro D= 3.50m, y una altura de H=2.50, consta con una cámara de válvulas, con su respectivo Bypass.

El reservorio cuenta con su respectiva caja de válvulas, en donde se aprecia la entrada de 3", una tubería de salida de la red de distribución con un diámetro de 3". En la caja de válvulas se aprecia que no cuenta con un Bypass entre la tubería de entrada y la tubería de salida. También se aprecia una el sistema de tuberías de rebose con un diámetro de 2", con su respectivo Bypass.

Existe una derivación en la tubería de entrada que conduce al tanque de cloración con un diámetro de 1/2". Según manifiesta el encargado de mantenimiento el llenado del tanque se realiza cada 03 (tres) meses.

El cerco perimétrico de malla galvanizada se encuentra deteriorada, encontrándose los postes en forma inclinada, la puerta sin candado y a

punto de desplomarse. La tubería de ingreso y de salida no se encuentra en posición opuesta tal como se recomienda en la Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para el Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural, 2016, Pág. 99.

#### A) Calculo hidráulico

Para la presente investigación se ha considerado tomar el 25% como volumen de almacenamiento.

#### - Volumen de almacenamiento = 25%\*Qm

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 25\% * 2.28 * (3600 * 24)$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 49,331.73 \text{Lts.}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 49.33 \text{ m}^3.$$

#### B) Volumen de Reservoirio Existente

Dimensiones del reservoirio existente

$$\text{Diámetro} = 3.50 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 2.50 \text{ m}$$

$$\text{Borde libre} = 0.43 \text{ M}$$

$$\text{Altura de canastilla de salida} = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \frac{H * \pi * D^2}{4}$$

$$V.A = \frac{(2.50 - 0.43) * \pi * 3.50^2}{4}$$

$$V.A = \frac{2.07 * \pi * 3.50^2}{4}$$

$$V.A = 19.92 \text{ m}^3$$

### C) Esquema de funcionamiento

Figura 20:

Vista exterior del Reservorio del Sector N°02



*Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.*

#### 3.3.2.4 Red de distribución

##### 3.3.2.4.1 Red de distribución sistema “sector centro”

La red de distribución está compuesta de tubería de PVC con diámetros de entre 3/4” a 2”, distribuidas en redes en forma Ramificada.

Cuenta con 2 Cámaras Rompe Presión tipo 7 distribuidas a lo largo de la red de distribución, las cuales están funcionando de manera manual y no de manera automática como se ha planteado en forma inicial.

No se ha encontrado fallas o fugas a lo largo del sistema.



## B) Calculo hidráulico

Tabla 29:

Tabla donde se muestran velocidades, perdidas de carga y presiones nen cada punto de la red de distribución del sistema "Sector Centro"

TRAMO	BENEFICIARIOS		GASTO (l/s)	LONG. (m)	DIAM. ASUM. Diseño en (mm)		VELOC. (m/s)	PERDIDA DE CARGA (Hf)	COTA TERRENO (m.s.n.m.)		PRESION (m.c.a.)
	Familia	Diseño			PULG.	(mm)			Final	Inicial	
R-C	A	77	1.303	214.19	2	54.20	0.56	1.37	2545.00	2529.87	13.76
A	B	8	0.135	297.00	1	29.40	0.20	0.83	2529.87	2530.00	12.80
A	C	55	0.931	247.50	2	54.20	0.40	0.84	2529.87	2529.62	13.17
C	D	56	0.948	248.50	2	54.20	0.41	0.89	2529.62	2528.94	12.97
C	E	52	0.880	190.40	2	54.20	0.38	0.59	2529.62	2524.52	17.68
E	F	8	0.135	496.00	3/4	22.90	0.33	4.51	2524.52	2523.31	14.38
F	G	1	0.017	157.00	3/4	22.90	0.04	0.03	2523.31	2523.30	14.36
F	H	5	0.085	74.00	3/4	22.90	0.21	0.30	2523.31	2521.01	16.38
E	I	37	0.626	41.00	1 1/2	43.40	0.42	0.26	2524.52	2521.26	20.68
I	J	1	0.017	164.00	3/4	22.90	0.04	0.03	2521.26	2520.69	21.22
I	K	34	0.575	156.00	1 1/2	43.40	0.39	0.86	2521.26	2511.59	29.49
K	L	2	0.034	156.00	2 1/2	22.90	0.08	0.12	2514.51	2520.83	20.96
K	M	29	0.491	105.70	1 1/2	43.40	0.33	0.44	2514.51	2511.59	29.05
M	N	2	0.034	55.00	3/4	22.90	0.08	0.04	2511.59	2520.83	19.77
M	O	27	0.457	73.00	1 1/2	43.40	0.31	0.27	2511.59	2504.25	36.12
O	P	1	0.017	233.00	3/4	22.90	0.04	0.05	2504.25	2506.00	34.32
O	Q	25	0.423	33.00	1 1/2	43.40	0.29	0.11	2504.25	2502.70	37.56
Q	R	7	0.118	208.00	3/4	22.90	0.29	1.50	2502.70	2491.34	47.42
R	S	1	0.017	208.00	3/4	22.90	0.04	0.04	2491.34	2490.00	48.72
R	T	5	0.085	10.00	3/4	22.90	0.21	0.04	2491.34	2487.84	50.88
Q	CRP- 1	14	0.237	605.00	1	29.40	0.35	4.48	2502.70	2502.41	33.37
CRP-1	V	14	0.237	12.00	1	29.40	0.35	0.17	2502.41	2483.41	18.83
V	W	2	0.034	49.00	3/4	22.90	0.08	0.04	2483.41	2483.03	19.17
V	X	5	0.085	165.00	3/4	22.90	0.21	0.66	2483.41	2481.19	20.39
R-C	Y	107	1.811	85.00	2	54.20	0.78	1.01	2545.00	2532.99	11.00
Y	Z	21	0.355	41.00	1	29.40	0.52	0.62	2532.99	2529.95	13.42
Z	AA	17	0.288	315.00	1	29.40	0.42	3.28	2529.95	2528.83	11.26
AA	BB	8	0.135	292.00	3/4	22.90	0.33	2.66	2528.83	2528.17	9.26
AA	CC	5	0.085	198.16	3/4	22.90	0.21	0.79	2528.83	2526.22	13.08
Y	DD	77	1.303	62.54	2	54.20	0.56	0.40	2532.99	2529.67	13.92
DD	EE	24	0.406	85.00	1 1/2	43.40	0.27	0.26	2529.67	2525.29	18.04

EE	FF	3	0.051	42.00	3/4	22.90	0.12	0.07	2525.29	2523.19	20.07
EE	GG	16	0.271	315.00	1 1/2	43.40	0.18	0.47	2525.29	2523.14	19.72
GG	HH	15	0.254	292.00	1 1/2	43.40	0.17	0.38	2523.14	2512.99	29.49
HH	II	2	0.034	198.16	3/4	22.90	0.08	0.16	2512.99	2513.31	29.01
HH	JJ	7	0.118	63.54	1	29.40	0.17	0.14	2512.99	2513.74	28.60
JJ	KK	2	0.034	64.54	3/4	22.90	0.08	0.05	2513.74	2512.19	30.10
JJ	LL	4	0.068	65.54	1	29.40	0.10	0.05	2513.74	2509.98	32.31
DD	MM	50	0.846	43.00	2	54.20	0.37	0.13	2529.67	2516.71	26.75
MM	NN	10	0.169	315.00	1 1/2	43.40	0.11	0.19	2516.71	2504.78	38.49
NN	OO	6	0.102	292.00	1	29.40	0.15	0.50	2504.78	2475.58	67.19
MM	PP	38	0.643	198.16	2	54.20	0.28	0.34	2516.71	2505.05	38.07
PP	QQ	2	0.034	64.54	3/4	22.90	0.08	0.05	2505.05	2504.27	38.80
PP	RR	32	0.542	64.54	1 1/2	43.40	0.37	0.32	2505.05	2498.69	44.11
RR	SS	1	0.017	85.00	3/4	22.90	0.04	0.02	2498.69	2498.00	44.78
RR	TT	28	0.474	44.00	1 1/2	43.40	0.32	0.17	2498.69	2497.33	45.30
TT	UU	7	0.118	45.00	1	29.40	0.17	0.10	2497.33	2495.44	47.09
TT	CRP-2	21	0.355	46.00	1 1/2	43.40	0.24	0.11	2497.33	2493.35	49.17
CRP-2	VV	21	0.355	47.00	1	29.40	0.52	0.71	2493.35	2488.57	4.07
VV	WW	5	0.085	48.00	3/4	22.90	0.21	0.19	2488.57	2483.46	8.99
WW	XX	1	0.017	49.00	3/4	22.90	0.04	0.01	2483.46	2484.02	8.42
WW	YY	3	0.051	50.00	3/4	22.90	0.12	0.09	2483.46	2480.04	12.32
VV	ZZ	13	0.220	51.00	1	29.40	0.32	0.33	2488.57	2483.21	9.10
ZZ	AAA	4	0.068	52.00	3/4	22.90	0.17	0.14	2483.21	2487.85	4.32
ZZ	BBB	9	0.152	53.00	3/4	22.90	0.37	0.61	2483.21	2472.74	18.96

Tabla 30:

Cuadro de Cámaras Rompe Presión Tipo 7, en el Sector Centro

CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7			
N°	ESTE	NORTE	COTA
01	759218.82	9271735.26	2501
02	758656.20	9272067.67	2488

Figura 22:

Vista interior de la Cámara Rompe Presión tipo 7



Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.

#### **3.3.2.4.2 Red de distribución Sistema Sector N°01**

La red de distribución está compuesta de tubería de PVC con diámetros de entre 3/4" a 2", distribuidas en redes en forma Ramificada.

Cuenta con 7 Cámaras Rompe Presión tipo 7 distribuidas a lo largo de la red de distribución, las cámaras rompen presión en su totalidad no están funcionando con boya, su regulación se realiza mediante válvula compuerta.

A lo largo de la red de distribución de han encontrado fallas en dos ramales, en uno debido a manipulación de la tubería sin autorización de la

junta directiva, y la segunda en la parte baja debido al deslizamiento de tierra por donde pasa la red.

*Tabla 31:*

*Cuadro de Cámaras Rompe Presión Tipo 7, en el Sector N°01*

<b>CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7</b>			
<b>N°</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>
01	759463.42	9271562.31	2518
02	759819.42	9272149.31	2473
03	759874.42	9272267.31	2443
04	759927.42	9272216.31	2443
05	759961.42	9272450.31	2405
06	760034.85	9271677.75	2458
07	760269.51	9271260.67	2476

*Figura 23:*

*Vista de la cámara rompe presión*

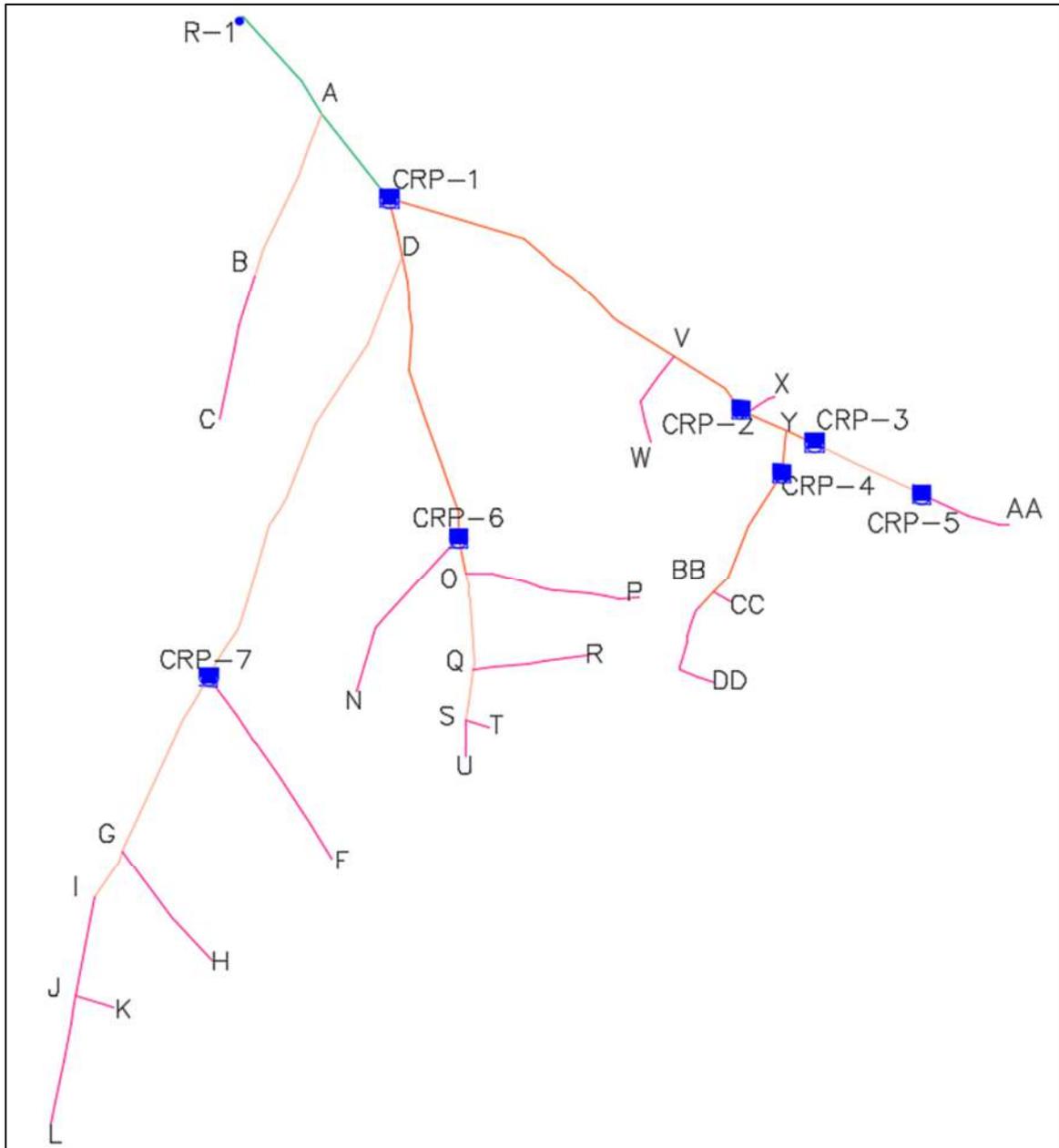


*Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.*

## A) Esquema de funcionamiento

Figura 24:

Esquema de funcionamiento Red de distribución Sector N°01



Nota: Figura Obtenida del programa AutoCad.

## B) Calculo hidráulico

Tabla 32:

Tabla donde se muestran velocidades, perdidas de carga y presiones nen cada punto de la red de distribución del sistema "Sector N°01"

TRAMO	BENEFICIARIOS		GASTO (l/s)	LONG. (m)	DIAM. ASUM. Diseño en (mm)		VELOC (m/s)	PERDIDA DE CARGA (Hf)	COTA TERRENO (m.s.n.m.)		PRESION (m.c.a.)
	Familia	Diseño			PULG.	(mm)			Final	Inicial	
R-1	A	119	2.892	214.19	2	54.20	1.25	6.04	2545.00	2528.26	10.70
A	B	6	0.146	297.00	1	29.40	0.22	0.95	2528.26	2515.00	23.01
B	C	3	0.073	247.50	3/4	22.90	0.18	0.77	2515.00	2513.00	24.24
A	CRP-1	110	2.673	190.40	2	54.20	1.16	5.38	2528.26	2518.00	15.58
CRP-1	v	37	0.899	496.00	1 1/2	43.40	0.61	5.97	2518.00	2476.51	35.52
v	CRP-2	28	0.680	157.00	1 1/2	43.40	0.46	1.16	2476.51	2471.93	38.94
CRP-2	Y	26	0.632	74.00	1 1/2	43.40	0.43	0.50	2471.93	2453.10	18.33
Y	CRP-3	10	0.243	41.00	1 1/2	43.40	0.16	0.05	2453.10	2443.52	27.86
CRP-3	CRP5	9	0.219	164.00	1	29.40	0.32	1.10	2443.52	2404.72	37.70
CRP5	AA	5	0.122	156.00	3/4	22.90	0.30	1.21	2404.72	2373.95	29.56
V	W	5	0.122	105.70	3/4	22.90	0.30	0.82	2476.51	2456.74	54.47
CRP-2	X	3	0.073	55.00	3/4	22.90	0.18	0.17	2471.93	2459.69	12.07
Y	CRP-4	11	0.267	73.00	1 1/2	43.40	0.18	0.10	2453.10	2443.11	28.22
CRP-4	BB	11	0.267	233.00	1 1/2	43.40	0.18	0.33	2443.11	2423.44	19.34
BB	CC	2	0.049	33.00	3/4	22.90	0.12	0.05	2423.44	2422.58	20.15
BB	DD	6	0.146	208.00	3/4	22.90	0.35	2.17	2423.44	2411.86	28.75
CRP1	D	65	1.580	10.00	1 1/2	43.40	1.07	0.33	2518.00	2516.00	1.67
D	EE	31	0.753	605.00	1 1/2	43.40	0.51	5.35	2516.00	2459.63	52.69
EE	CRP6	21	0.510	12.00	1 1/2	43.40	0.34	0.05	2459.63	2458.96	53.31
CRP6	O	21	0.510	49.00	1 1/2	43.40	0.34	0.22	2458.96	2456.18	2.56
O	Q	13	0.316	165.00	1	29.40	0.47	2.03	2456.18	2452.20	4.51
Q	S	5	0.122	85.00	1	29.40	0.18	0.20	2452.20	2452.08	4.43
S	T	2	0.049	41.00	3/4	22.90	0.12	0.06	2452.08	2450.01	6.44
EE	N	4	0.097	315.00	3/4	22.90	0.24	1.61	2459.63	2456.83	53.88
O	P	8	0.194	292.00	3/4	22.90	0.47	5.00	2456.18	2436.13	17.61
Q	R	5	0.122	198.16	3/4	22.90	0.30	1.51	2452.20	2448.28	6.92
S	U	2	0.049	62.54	3/4	22.90	0.12	0.09	2452.08	2452.03	4.39

### 3.3.2.4.3 Red de distribución Sistema Sector N°02

La red de distribución está compuesta de tubería de PVC con diámetros de entre 3/4" a 3", distribuidas en redes en forma Ramificada.

Cuenta con 5 Cámaras Rompe Presión tipo 7 distribuidas a lo largo de la red de distribución, las cuales se encuentran en evidente estado de deterioro, siendo un factor importante por el cual no se distribuye eficientemente los caudales y presiones en todos los ramales.

Tabla 33

Cuadro de Cámaras Rompe Presión Tipo 7, en el Sector N°02

CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7			
N°	ESTE	NORTE	COTA
01	759370.94	9272564.131	2427
02	759613.85	9273055.336	2371
03	759233.99	9273104.90	2363
04	759496.02	9273364.17	2349

Las cámaras rompen presión en su totalidad no están funcionando con boyas de regulación, es decir están siendo reguladas en su caudal mediante válvulas compuerta.

Figura 25:

Vista interior de la Cámara Rompe Presión tipo 7



Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.



## B) Calculo hidráulico

Tabla 34:

Tabla donde se muestran velocidades, perdidas de carga y presiones nen cada punto de la red de distribución del sistema "Sector N°02"

TRAMO	BENEFICIARIOS		GASTO (l/s)	LONG. (m)	DIAM. ASUM. Diseño en (mm)		VELOC. (m/s)	PERDIDA DE CARGA (Hf)	COTA TERRENO (m.s.n.m.)		PRESION (m.c.a.)
	Familia	Diseño			PULG.	(mm)			Final	Inicial	
R-2	A1	200	3.476	139.47	3	80.10	0.69	0.82	2477.00	2460.91	15.27
A1	A2	2	0.035	87.51	1	29.40	0.05	0.04	2460.91	2454.00	22.14
A1	A	185	3.215	66.51	3	80.10	0.64	0.34	2460.91	2454.17	21.67
A	B	19	0.330	367.02	1	29.40	0.49	4.85	2454.17	2436.94	34.05
B	C	4	0.070	109.07	3/4	22.90	0.17	0.32	2436.94	2430.80	39.87
B	D	9	0.156	525.35	3/4	22.90	0.38	6.16	2436.94	2399.03	65.80
A	E	163	2.833	52.21	3	80.10	0.56	0.22	2454.17	2446.34	29.28
E	F	6	0.104	170.39	1	29.40	0.15	0.31	2446.34	2445.00	30.31
E	G	156	2.711	94.82	3	80.10	0.54	0.35	2446.34	2436.71	38.56
G	H	4	0.070	170.95	3/4	22.90	0.17	0.50	2436.71	2434.89	39.88
G	J	147	2.555	96.96	3	80.10	0.51	0.32	2436.71	2430.93	44.02
J	K	3	0.052	46.14	3/4	22.90	0.13	0.08	2430.93	2430.32	44.55
J	I	142	2.468	156.00	3	80.10	0.49	0.48	2430.93	2421.00	53.47
I	L	5	0.087	281.92	3/4	22.90	0.21	1.18	2421.00	2415.22	58.07
I	M	129	2.242	77.00	3	80.10	0.44	0.25	2421.00	2416.40	57.82
M	CRP-1	20	0.348	80.63	1 1/2	43.40	0.24	0.19	2416.40	2410.51	63.52
CRP-1	N	20	0.348	52.23	1 1/2	43.40	0.24	0.12	2410.51	2406.38	4.01
N	N1	7	0.122	142.02	1	29.40	0.18	0.33	2406.38	2401.25	8.81
N1	O	2	0.035	49.43	3/4	22.90	0.08	0.04	2401.25	2403.12	6.90
N1	P	4	0.070	108.71	1	29.40	0.10	0.10	2401.25	2400.85	9.11
N	Q	13	0.226	241.22	1	29.40	0.33	1.64	2406.38	2396.39	12.36
Q	R	5	0.087	177.70	3/4	22.90	0.21	0.75	2396.39	2375.86	32.14
M	S	109	1.894	76.24	2	54.20	0.82	0.98	2416.40	2407.19	66.05
S	T	6	0.104	317.23	3/4	22.90	0.25	1.81	2407.19	2404.93	66.50
S	U	103	1.790	248.21	2	54.20	0.78	2.89	2407.19	2386.53	83.82
U	V	8	0.139	240.65	1	29.40	0.20	0.70	2386.53	2385.63	84.02
V	W	3	0.052	191.46	3/4	22.90	0.13	0.33	2385.63	2372.51	96.81
U	Z	93	1.616	68.78	2	54.20	0.70	0.66	2386.53	2380.04	89.65
Z	CRP-3	21	0.365	205.27	1	29.40	0.54	3.25	2380.04	2363.53	102.91
CRP-3	AA	19	0.330	52.85	1	29.40	0.49	0.70	2363.53	2357.69	5.14
AA	BB	2	0.035	78.68	3/4	22.90	0.08	0.07	2357.69	2356.37	6.39
AA	CC	13	0.226	228.72	3/4	22.90	0.55	5.14	2357.69	2338.95	18.74
Z	X	81	1.408	109.20	2	54.20	0.61	0.81	2380.04	2367.66	101.22
X	Y	4	0.070	181.08	3/4	22.90	0.17	0.53	2367.66	2359.29	109.06

X	CRP-2	72	1.251	5.71	2	54.20	0.54	0.04	2367.66	2371.00	97.84
CRP-2	DD	72	1.251	73.60	1 1/2	43.40	0.85	1.60	2371.00	2357.95	11.45
DD	EE	4	0.070	126.21	3/4	22.90	0.17	0.37	2357.95	2355.45	13.58
DD	FF	64	1.112	32.07	1	29.40	1.64	3.57	2357.95	2356.62	9.21
FF	GG	6	0.104	159.97	3/4	22.90	0.25	0.91	2356.62	2349.70	15.22
FF	HH	58	1.008	71.71	2	54.20	0.44	0.37	2356.62	2351.11	14.35
HH	CRP-4	25	0.434	258.77	2	54.20	0.19	0.31	2351.11	2349.22	15.93
CRP-4	JJ	3	0.052	88.38	3/4	22.90	0.13	0.15	2349.22	2342.20	6.87
CRP-4	KK	20	0.348	149.49	1	29.40	0.51	2.19	2349.22	2329.85	17.18
KK	LL	14	0.243	74.96	3/4	22.90	0.59	1.92	2329.85	2319.20	25.91
LL	MM	8	0.139	122.93	3/4	22.90	0.34	1.19	2319.20	2304.00	39.92
LL	NN	2	0.035	52.74	3/4	22.90	0.08	0.05	2319.20	2311.07	33.99
HH	PP	32	0.556	76.93	1	29.40	0.82	2.54	2351.11	2345.77	17.15
PP	OO	2	0.035	45.09	3/4	22.90	0.08	0.04	2345.77	2345.27	17.61
PP	QQ	27	0.469	9.29	1	29.40	0.69	0.23	2345.77	2344.81	17.88
QQ	RR	7	0.122	52.48	3/4	22.90	0.30	0.40	2344.81	2339.25	23.04
QQ	SS	20	0.348	97.63	1	29.40	0.51	1.42	2344.81	2333.67	27.60
SS	TT	7	0.122	264.16	3/4	22.90	0.30	2.01	2333.67	2328.93	30.33
SS	UU	12	0.209	68.13	1	29.40	0.31	0.40	2333.67	2330.00	30.87
UU	VV	7	0.122	144.67	3/4	22.90	0.30	1.10	2330.00	2319.66	40.11

### 3.3.2.5 Conexiones domiciliarias

#### 3.3.2.5.1 Evaluación del servicio en las conexiones domiciliarias

Para la evaluación de las presiones en las conexiones domiciliarias vamos a hacer una comparación entre las medidas tomadas con el manómetro y los resultados obtenidos del modelo hidráulico realizado con el programa WaterCad.

Tabla 35:

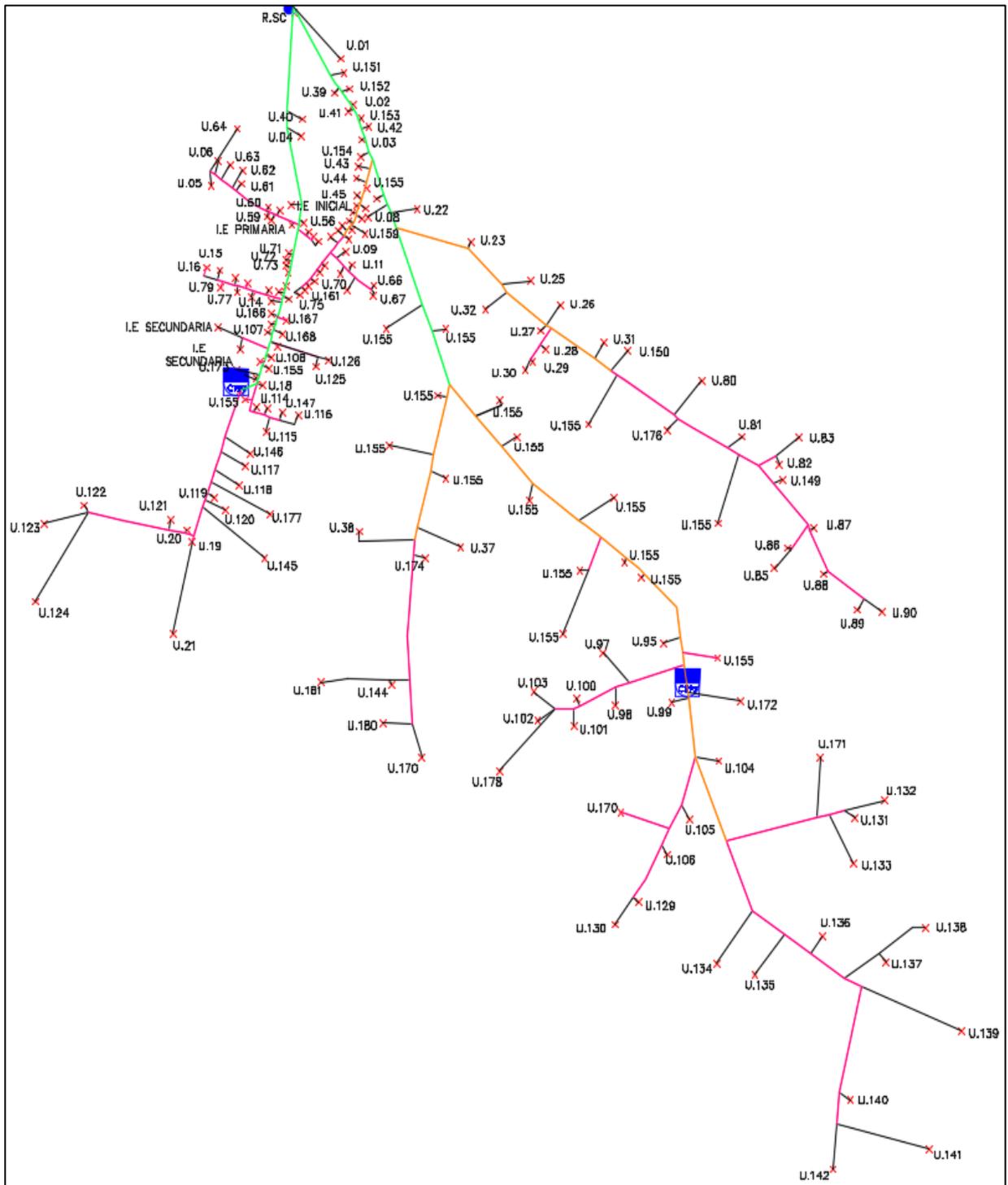
Comparación entre presiones tomadas con Manómetro y Calculadas mediante el programa WaterCad, "Sector Centro".

SISTEMA: "SECTOR CENTRO"				
USUARIO N°	NOMBRE DEL USUARIO	MANOMETRO		WATERCAD
		PRESIÓN (PSI)	PRESIÓN (mca)	PRESIÓN (mca)
01	LEYBER ACUÑA MEZTANZA	8	5.63	10.38
02	MELBA DIAZ ACUÑA	10	7.04	7.65
IE PRIMARIA	I.E. PRIMARIA N°10392	16	11.26	12.35
03	OSCAR BURGA VASQUEZ	10	7.04	6.58
04	ISAURO GONZALES RUIZ	10	7.04	9.83
05	MANUELA BARBOZA RUIZ	16	11.26	11.17
06	DENIS YONEL ABENDAÑO BARBOZA	15	10.56	11.18
IE INICIAL	I.E. INICIAL N°305	15	10.56	12.85
07	FREDEGUNDO BURGA RIOS	13	9.15	7.32
08	ELOY CABREA BARBOZA	13	9.15	7.13
09	TOMÁS TAFUR MARTINEZ	16	11.26	9.44

10	SEGUNDO SANCHEZ DIAS	16	11.26	9.37
11	REMIGIO NUÑES SILVA	15	10.56	9.33
12	SEGUNDO JUAN DE DIOS BURGA DIAS	20	14.08	15.01
13	JORGE FERNANDEZ VITÓN	20	14.08	15.78
14	GILBERTO OBLITAS BURGA	25	17.60	18.46
15	HUGO RUIZ PEREZ	25	17.60	18.75
16	CESAR MUÑOS RUBIO	28	19.71	20.25
I.E	I.E. SECUNDARIA "SANTA ROSA DE LIMA"	30	21.12	21.75
SECUNDARIA				
I.E	I.E. SECUNDARIA "SANTA ROSA DE LIMA"	30	21.12	21.78
SECUNDARIA				
17	GILBERTO SILVA TAPIA	50	35.20	35.76
18	ROSMEL YONEL VASQUEZ BURGA	55	38.72	39.71
19	EULALIA VARGAS TAPIA	20	14.08	14.51
20	VICTOR HELI BURGA MEJIA	22	15.49	14.26
21	JOSE CARLOS LIVAQUE MEJIA	30	21.12	21.37
22	SANCHES PERÉZ MESIAS	15	10.56	8.98
23	ENRRIQUE DIAZ BURGA	20	14.08	8.57
24	MARIA ELSA NUÑES GONZALES	48	33.79	30.11
25	JOSÉ RONAL VASQUEZ TAMAY	18	12.67	5.98
26	ADELMO DIAZ ACUÑA	18	12.67	4.1
27	SGUNDO WILMER CABRRA CONDOR	20	14.08	5.77
28	SEGUNDO ALEXANDER DIAS URIARTE	25	17.60	8.52
29	CUEVA DIAZ JAINER	25	17.60	8.89
30	MARIBEL VILLANUEVA RUIZ	27	19.01	9.87
31	UBER BURGAMARTINEZ	20	14.08	3.98
32	ROBERT ALBERTO FUSTAMANTE VASQUEZ	25	17.60	10.56
33	GAMELIM PEREZ MEJIA	35	24.64	17.92
34	ORLANDO GONZALES BURGA	40	28.16	17.46
35	ELIZAR CIEZA DIAZ	48	33.79	29.89
36	MARCOS TAPIA PEREZ	50	35.20	31.01
37	VILMA TARRILLO TAPIA	48	33.79	31.75
38	JOSE ALCIBIADES GONZALES BARBOZA	50	35.20	30.69
39	ACUÑA RUIZ PORFIRIO	10	7.04	8.34

Figura 27:

Esquema de la distribución de las conexiones domiciliarias en el sistema "Sector Centro"

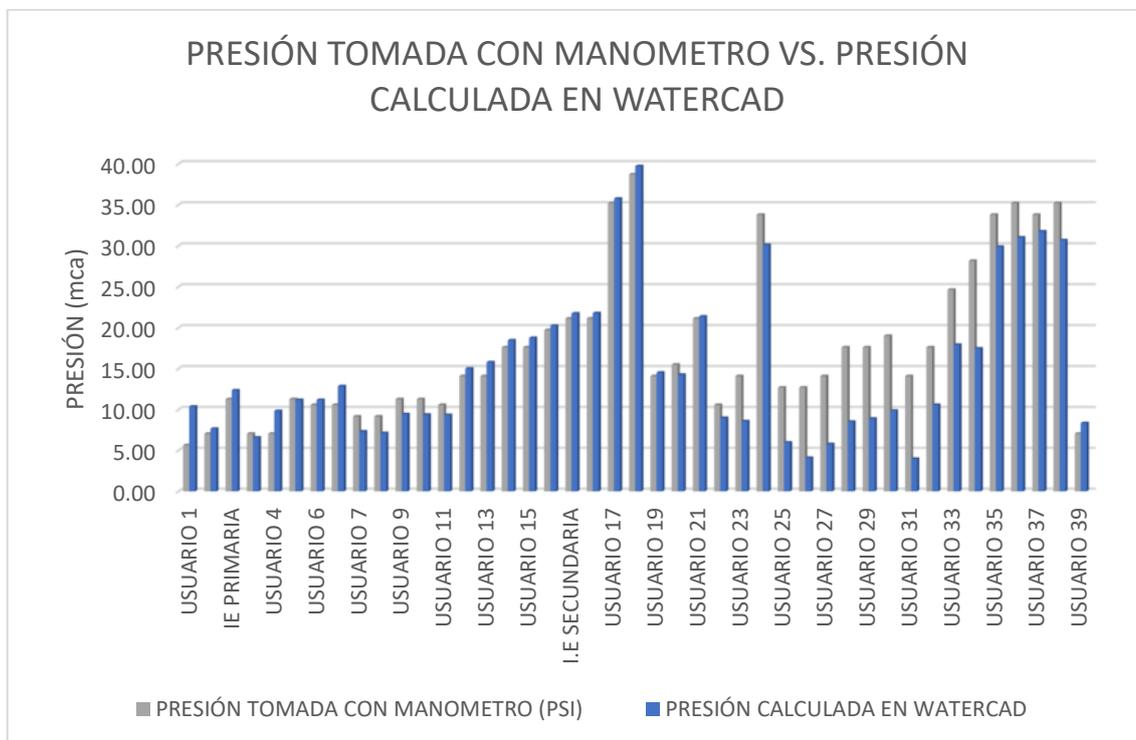


Nota: Figura obtenida del programa AutoCad.

Figura 28:

Comparación de presiones tomadas en campo Vs. Presiones calculadas en WaterCad del sistema

Sector Centro



Nota: Figura Obtenida de los resultados obtenido en la tabla N°39.

Tabla 36:

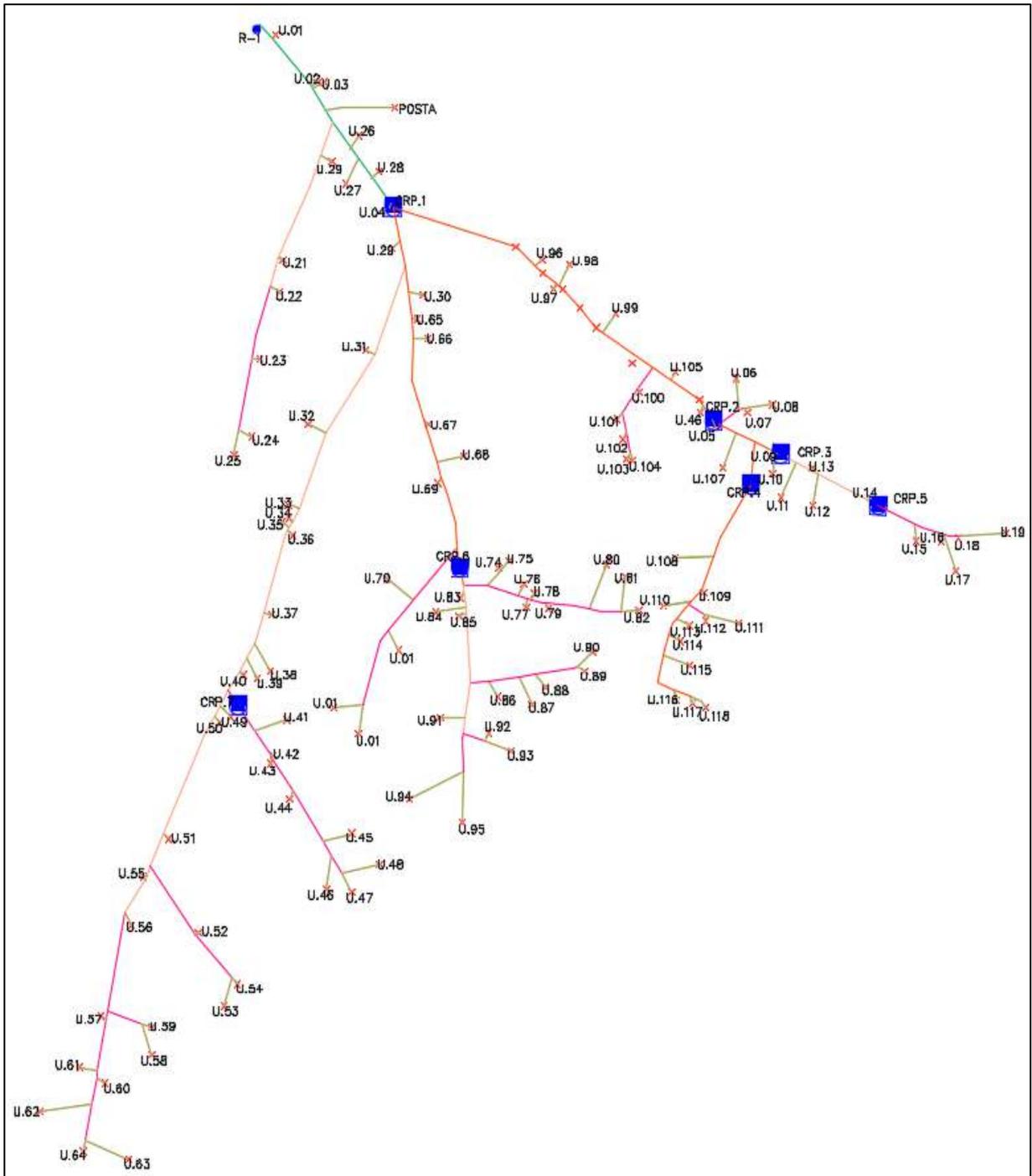
Comparación entre presiones tomadas con Manómetro y Calculadas mediante el programa

WaterCad, "Sector N°01".

SISTEMA: "SECTOR N°01"				
USUARIO N°	NOMBRE DEL USUARIO	MANOMETRO		WATERCAD
		PRESIÓN (PSI)	PRESIÓN (mca)	PRESIÓN (mca)
01	LUZ MARIA CONDOR PEREZ	7	4.93	7.12
02	ELOY CABRERA CABREA	10	7.04	8.00
03	AGUSTINA BARBOZA VILLALOBOS	12	8.45	9.36
POSTA	PUESTO DE SALUD	15	10.56	9.68
04	ALCIBIADES DIAZ CRUZADO	35	24.64	21.36
05	JUAN AVENDAÑO ACUÑA	60	42.24	51.06
06	ALEJANDRO NUÑES DIAZ	15	10.56	12.44
07	ROBERTO CHAVIL CUBAS	15	10.56	12.09
08	YONY BARBOZA LOPEZ	20	14.08	16.41
09	JAIME ACUÑA BURGA	35	24.64	26.87
10	JAIME VILLANUEVA TAPIA	35	24.64	26.27
11	GRIMANIEL MARTINEZ CARUAJULCA	15	10.56	13.51
12	ROSARIO TOCTO CORONEL	24	16.90	19.93
13	CLEOTILDE LOPEZ CUBAS	20	14.08	17.50
14	LIDUVINA IDROGO BUSTAMANTE	45	31.68	34.12
15	ESPERANZA REGALADO RIVERA	34	23.94	25.63
16	CARLOS REGALADO RIVERA	38	26.75	27.74
17	CARLOS AMILCAR REGALADO	40	28.16	30.07
	IDROGO			
18	PASCUAL GONZALES LINARES	42	29.57	31.17
19	SEGUNDO IRIGOIN GALVEZ	42	29.57	30.96

Figura 29 :

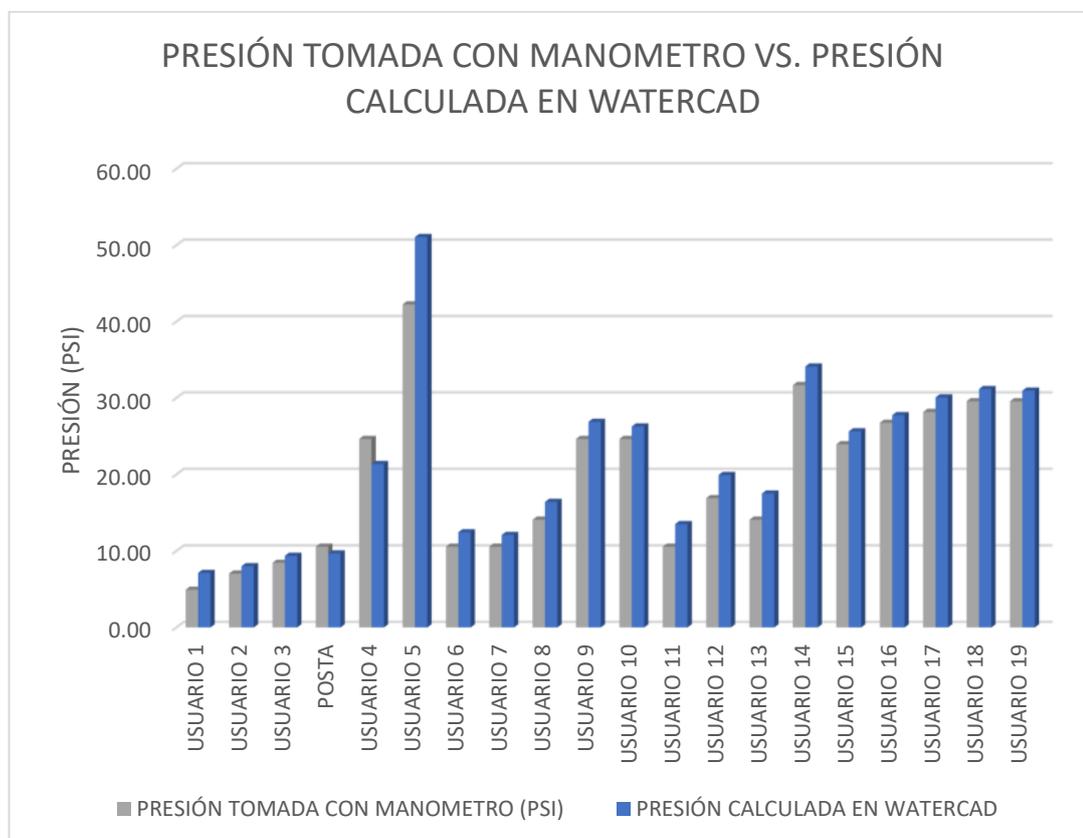
Esquema de la distribución de las conexiones domiciliarias en el sistema "Sector N°01"



Nota: Figura obtenida del programa AutoCad.

Figura 30:

Comparación de presiones tomadas en campo Vs. Presiones calculadas en WaterCad del sistema Sector N°01



Nota: Figura Obtenida de los resultados obtenido en la tabla N°40.

Tabla 37:

Comparación entre presiones tomadas con Manómetro y Calculadas mediante el programa WaterCad, "Sector N°02".

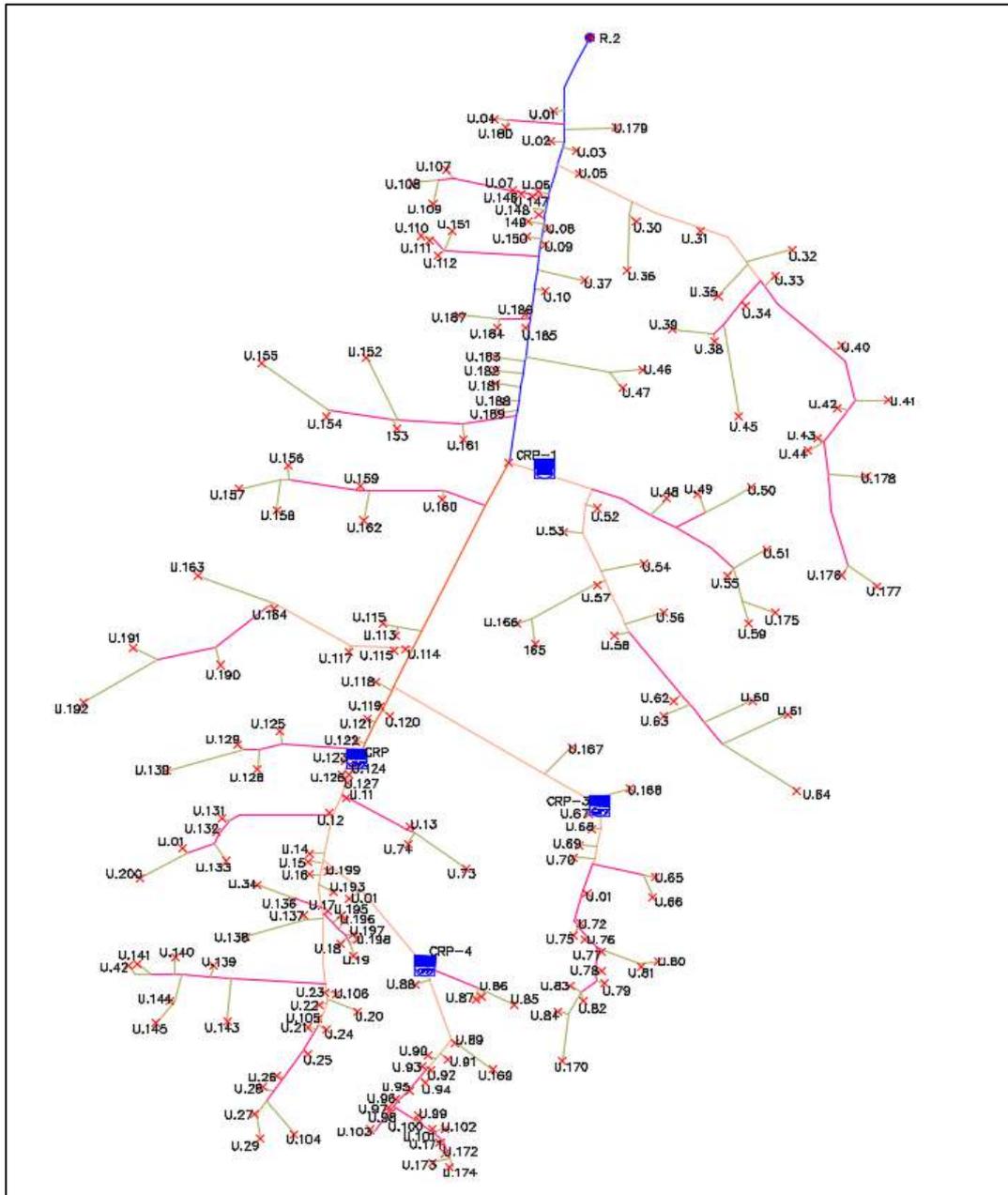
SISTEMA: "SECTOR N°02"				
USUARIO N°	NOMBRE DEL USUARIO	MANOMETRO		WATERCAD
		PRESIÓN (PSI)	PRESIÓN (mca)	PRESIÓN (mca)
USUARIO 1	ACUÑA RUIZ PORFIRIO	10	7.04	13.25
USUARIO 2	ACUÑA VITON WILLAM	13	9.15	14.51
USUARIO 3	TAFUR RUIZ MOISES	15	10.56	16.09
USUARIO 4	SAABEDRA PEREZ YERLI	15	10.56	20.77
USUARIO 5	DIAZ LINARES ATILANO	25	17.60	21.82
USUARIO 6	RUIZ CAYOTOPA SEGUNDO	30	21.12	25.46
USUARIO 7	BARBOZA RUIZ JUAN ADOLFO	35	24.64	27.72
USUARIO 8	CUEVA BURGA VIOLETA	45	31.68	33.57
USUARIO 9	MARCIAL VITON CAYOTOPA	45	31.68	34.62
USUARIO 10	ARTEMIO MEJIA CUBAS	50	35.20	37.92
USUARIO 11	ELISA TAFUR FUSTAMANTE	9	6.34	9.71
USUARIO 12	REINERIO RUIZ GONZALES	9	6.34	9.15
USUARIO 13	ALCIBIADES TAMAY AGIP	10	7.04	10.90

USUARIO 14	NAPOLEON VASQUEZ GUEVARA	15	10.56	10.66
USUARIO 15	NOLBERTO RUIZ VIGIL	15	10.56	11.03
USUARIO 16	GREGORIO RIMARACHIN HERRERA	20	14.08	13.73
USUARIO 17	RAUL CADENILLAS IRIGOIN	25	17.60	16.44
USUARIO 18	BURGA CABRERA SEGUNDO	35	24.64	22.67
USUARIO 19	ELCAR NUÑES MENDOZA	40	28.16	26.98
USUARIO 20	CORONEL VASQUEZ UBALDINA	48	33.79	32.57
USUARIO 21	ROSA TAPIA BURGA	50	35.20	34.15
USUARIO 22	NOLBERTO GAYOSO TAPIA	43	33.79	29.34
USUARIO 23	RUBIO RUIZ JOSE DANY	38	26.75	30.80
USUARIO 24	NUÑES BUSTAMENTE EDILBERTO	50	35.20	35.31
USUARIO 25	BURGA VASQUEZ AUDINO	55	38.72	38.38
USUARIO 26	ELVIA GAYOSO DIAS	60	42.24	41.00
USUARIO 27	SULEMA GAYOSO DIAZ	65	45.76	44.14
USUARIO 28	UVALDINA GAYOSO DIAZ	60	42.24	44.26
USUARIO 29	LISANDRO CORONEL GONZALES	65	7.04	13.25

*Nota: Los nombres de los usuarios se ha obtenido del padron de beneficiarios del sistema de agua potables de Sistema "Sector N°02".*

Figura 31:

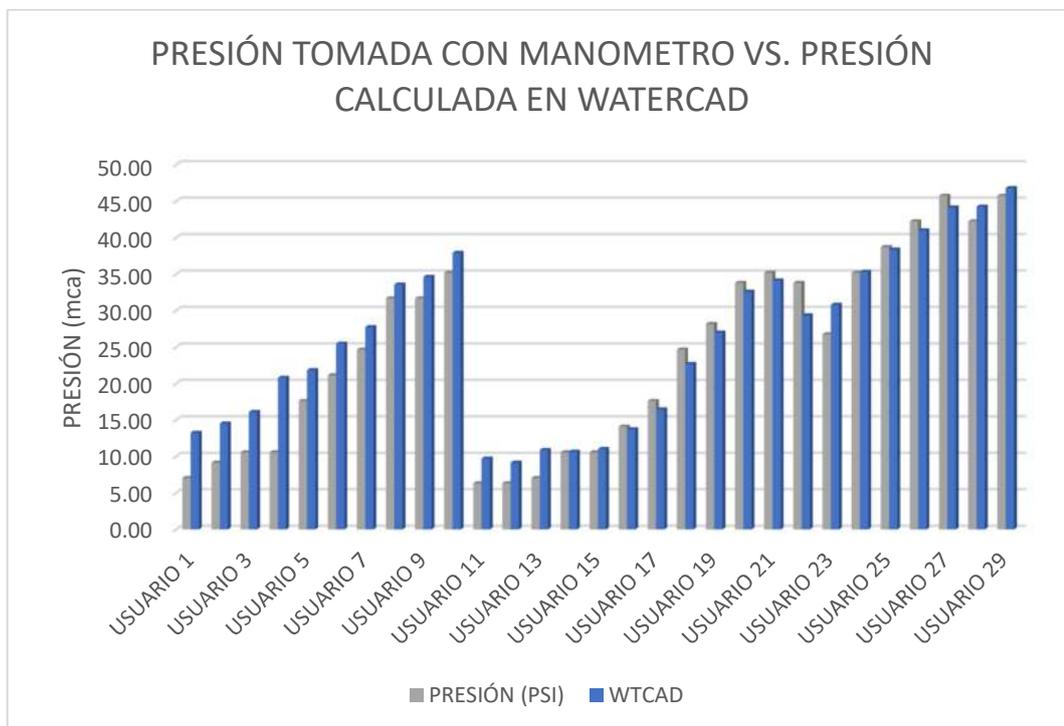
Esquema de la distribución de las conexiones domiciliarias en el sistema "Sector N°02"



Nota: Figura obtenida del programa AutoCad.

Figura 32:

Comparación de presiones tomadas en campo Vs. Presiones calculadas en WaterCad del sistema Sector N°02



Nota: Figura Obtenida de los resultados obtenido en la tabla N°41.

### 3.3.3 Evaluación de la gestión administrativa

Tabla 38:

Evaluación de la Gestión Administrativa

DESCRIPCIÓN	SECTOR CENTRO	SECTOR N°01	SECTOR N°02
¿Quién es responsable de la operación y mantenimiento del servicio de agua?	JASS	JASS	JASS
Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable:	2016	2016	2009
Institución Ejecutora:	MPCH	MPCH	ARCORES PERÚ
¿Se han realizado nuevas inversiones, después de haber entregado el sistema de agua potable a la comunidad?	NO	NO	NO
¿Existe una cuota familiar establecida para el servicio de agua potable?	SI	SI	SI
¿Cuánto es la cuota por el servicio de agua?	0.5 mensual	0.5 mensual	0.5 mensual

¿Cuántos no pagan la cuota familiar?	47	28	42
¿Existe un plan de mantenimiento?	SI	SI	SI
¿Los usuarios participan en la ejecución del plan de mantenimiento?	SI	SI	SI
¿Cada que tiempo realizan la limpieza y desinfección del sistema?	MENSUAL	CADA 3 MESES	CADA 3 MESES
¿Cada qué tiempo cloran el agua?	NUNCA	CADA 3 MESES	NUNCA
¿Qué prácticas de conservación de la fuente de agua, en el área de influencia del manantial existen?	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
¿Quién se encarga de los servicios de gasfitería?	JASS	JASS	JASS
¿Es remunerado el encargado de los servicios de gasfitería?	SI	NO	SI
¿Cuenta el sistema con herramientas necesarias para la operación y mantenimiento?	SI	SI	SI

*Nota: Datos obtenido mediante la aplicación de encuesta.*

*MPCH=Municipalidad provincial de chota*

*ARCORES PERÚ= ONG Solidaria Internacional de la familia Agustino Recoleta.*

Tabla 39:

Diagnóstico de las estructuras de los sistemas de agua potable.

N°	INFRAESTRUCTURA (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	SECTOR		
					CENTRO	N°01	N°02
Diagnostico	Captación	Infraestructura en malas condiciones y no cumple con las dimensiones adecuadas, funcionamiento deficiente.	Infraestructura en buen estado y funcionamiento eficiente, pero carece de obras de protección y mantenimiento.	Infraestructura en perfecto estado, con obras de protección y mantenimiento adecuados.	1.5	1.5	1.5
	Cámara rompe presión CRP7	Infraestructura en malas condiciones, presencia de filtraciones, válvulas dañadas.	Infraestructura en buen estado, buen funcionamiento, pero sin mantenimiento adecuado ni obras de protección.	Infraestructura en buen estado, correcto funcionamiento y buen mantenimiento. Presencia de obras de protección.	1.5	1.5	0
	Línea de Conducción	Tubería descubierta.	Parcialmente cubierta.	Tubería totalmente cubierta.	3	3	3
	Reservorio	Infraestructura en malas condiciones y no cumple con las dimensiones adecuadas, funcionamiento deficiente.	Infraestructura en buen estado y funcionamiento eficiente, pero carece de obras de protección y mantenimiento	Infraestructura en perfecto estado, con obras de protección y mantenimiento adecuado.	1.5	1.5	1.5
	Clorador	No cuenta con clorador	Cuenta con infraestructura de cloración, pero no funciona adecuadamente	En buen estado y funcionando correctamente	3	3	1.5
	Líneas de aducción y red de distribución	Tubería cubierta parcialmente con presencia de fugas.	Tubería descubierta en pequeños tramos sin presentar fugas	Tubería totalmente cubierta.	3	3	3
	Válvulas de purga y de control	Mal estado.	-	Buen estado	0	0	0
	Viviendas con presiones dentro de los parámetros normales	<80%	≥ 80% y ≤ 95%	> 95%			
	Velocidad en la red	Velocidad en su mayoría sobre la máxima establecida.	Velocidades en su mayoría por debajo de la mínima establecida	Velocidades dentro de los parámetros establecidos	1.5	1.5	1.5
<b>PUNTAJE PARCIAL (Diagnostico)</b>					<b>15</b>	<b>15</b>	<b>12</b>

Nota: Datos obtenidos en campo mediante observación en los sistemas de agua potable.

Tabla 40:

## Diagnóstico de la operación del servicio de agua potable

N°	INFRAESTRUCTURA (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	SECTOR		
					CENTRO	N°01	N°02
Operación	Cobertura del servicio de agua potable	< 60%	≥ 60% - < 100%	100%	1.5	1.5	1.5
	Cantidad	< 40 l/p/d	≥ 40 - < 50 l/p/d	> 50 l/p/d	3	3	3
	Continuidad del servicio	< 15 Hr/día	15 - 23 Hr/día	24 Hr/día	3	3	3
	Cuota (pago por el servicio)	No paga cuota y/o no cubre gastos de AOM	Cubre costos de AOM	Cubre costos de AOM, reposición de equipos e infraestructura	3	3	3
	Mantenimiento	Menos de dos veces al año	Tres veces al año	Cuatro veces al año o más	3	3	3
	Análisis bacteriológico del agua	No se realiza	-	Se realiza oportunamente	0	0	0
	Presencia de cloro residual	<0.3	0.3 < Cl < 0.5 mg/l	0.5 ≤ Cl ≤ 1.0 mg/l	0	0	0
	Turbiedad	> 5 UNT	≥ 1 y ≤ 5 UNT	< 1 UNT	3	3	3
	Conexiones activas	< 90%	≥ 90% - < 95%	> 95%	0	0	0
	micromedición	No tienen micromedición	≥ 54% - < 92 %	> 92%	0	0	0
	Densidad de roturas	> 0.5	≤ 0.5 - > 0.1	≤ 0.1	3	3	3
<b>PUNTAJE PARCIAL (Operación)</b>					<b>19.5</b>	<b>19.5</b>	<b>19.5</b>
<b>PUNTAJE TOTAL (Infraestructura de los sistemas)</b>					<b>34.5</b>	<b>34.5</b>	<b>31.5</b>

Tabla 41:

## Diagnóstico de los recursos humanos institucionales del servicio de agua potable

N°	SERVICIO (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	SECTOR		
					CENTRO	N°01	N°02
<b>Recursos Humanos / Institucionales</b>	Existe la unidad, área o junta dedicada a la prestación del servicio de agua potable.	Sin institucionalización y sin trámites de formalización	En vías de formalización/institucionalización	Institucionalizada y con personería jurídica	0	0	0
	¿Se cuentan con instalaciones y equipamiento instalados para el funcionamiento?	No tienen la infraestructura ni el equipamiento mínimo instalados.	Cuentan con ambientes, pero carecen de equipamiento.	Cuentan con instalaciones y equipamiento necesarios	3	3	3
	El número de personal asignado es el adecuado.	No se tiene personal	Se requiere de más personal	Se cuenta con personal suficiente	3	3	3
	El personal ha sido capacitado previamente	Menos del 20%	≥ 20% y < 40%	≥ 40%	1.5	1.5	1.5
	Consideran que el esquema institucional es funcional y coadyuva al logro de sus objetivos y metas	No es funcional	Deben hacerse cambios importantes, planificación, personal, manejo de recursos, etc.	El esquema institucional asegura el cumplimiento de los objetivos y metas	1.5	3	1.5
<b>PUNTAJE PARCIAL (Recursos Humanos / Institucionales)</b>					<b>9</b>	<b>10.5</b>	<b>9</b>

Tabla 42:

## Diagnóstico de los instrumentos de gestión del servicio de agua potable

N°	DESTIACIÓN DEL SERVICIO (ITEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	SECTOR		
					CENTRO	N°01	N°02
Instrumento de Gestión	La entidad ha formulado su POA que le permite brindar el servicio	No existe	Existe, pero no está aprobado	Está aprobado y se aplica	0	0	0
	Se tiene implementados estatutos y reglamentos	No se tiene	Están en proceso de implementación	Sí se tienen y se implementan	3	3	3
	Se dispone de un croquis y/o plano del sistema: redes, válvulas, acometidas, etc	No posee croquis ni planos	Croquis sin criterio técnico ni aval de un profesional	Tiene croquis y plano elaborados por un profesional que lo avala	0	0	0
	La determinación de la cuota familiar obedece a un cálculo técnico, socializado y aprobado por los usuarios.	Monto definido sin criterio técnico ni aprobado por los usuarios	Monto impuesto por la Entidad sin criterio técnico, con participación de los usuarios.	Sí	3	3	3
	Se dispone de registro / padrón del consumo poblacional	No se tiene registro	Se dispone de un registro, pero está desactualizado	Se tiene un registro de consumo y está actualizado al último mes	0	0	0
	La entidad se articula con las políticas, planes, objetivos y metas del sector	No articula su accionar con el sector	Establecen algunas coordinaciones con entidades del sector, pero no se evidencian resultados.	La entidad se alinea con los objetivos, políticas, planes, metas y políticas del sector saneamiento.	1.5	1.5	1.5
	Existen políticas públicas institucionalizadas.	No existen políticas	Existen al menos dos políticas, pero sin institucionalizar	Más de dos políticas institucionalizadas y con su respectivo plan de acción	0	0	0
	La Entidad dispone de un plan de contingencias frente a la producción de eventos que interrumpen el servicio de agua potable.	No dispone de instrumentos	Está en proceso de formulación	Tiene un plan de contingencias y las estrategias de implementación	0	0	0
<b>PUNTAJE PARCIAL (Instrumento de Gestión)</b>					<b>7.5</b>	<b>7.5</b>	<b>7.5</b>

Tabla 43:

Diagnóstico de los procedimientos de gestión del servicio de agua potable.

N°	GESTIÓN (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	SECTOR		
					CENTRO	N°01	N°02
<b>Procedimientos</b>	Se aplica mecanismos para favorecer la participación de los asociados (asambleas)	No cuenta con mecanismos de participación de los asociados	Cuentan con mecanismos aprobados, pero no se ejecutan	Se tienen mecanismos que se ejecutan y captan la participación de los asociados	1.5	3	1.5
	Se permite a los usuarios acceder a información relevante de la gestión	No comunican ni cuentan con los mecanismos de acceso a la información	Se restringe el acceso a cierto tipo de información	Se permite el acceso a la información y se la entrega en forma detallada	1.5	3	1.5
	Se tiene o se va a implementar un programa de ahorro del agua y/o educación sanitaria	No existe	Está en proceso de formulación	Está aprobado y en proceso de implementación	0	3	0
	Los instrumentos de gestión están al alcance de los trabajadores	Se estimula el rendimiento de los trabajadores	Se disponen de instrumentos de gestión, pero no aprobados y no se aplican	Se tienen instrumentos de gestión aprobados y se aplican	0	0	0
	El personal recibe capacitación y fortalecimiento permanentes	Se estimula el rendimiento de los trabajadores	Se programan capacitaciones y se restringe el acceso del personal	Se establecen programas de capacitación sistematizadas y comprende a todo el personal	0	0	0
	Se estimula el rendimiento de los trabajadores	No se aplican estímulos al buen desempeño	Se programan capacitaciones y se restringe el acceso del personal	Se estimula el rendimiento de los trabajadores	0	0	0
<b>PUNTAJE PARCIAL (Procedimientos)</b>					<b>3</b>	<b>9</b>	<b>3</b>

Tabla 44:

Diagnóstico de los procedimientos de gestión del servicio de agua potable.

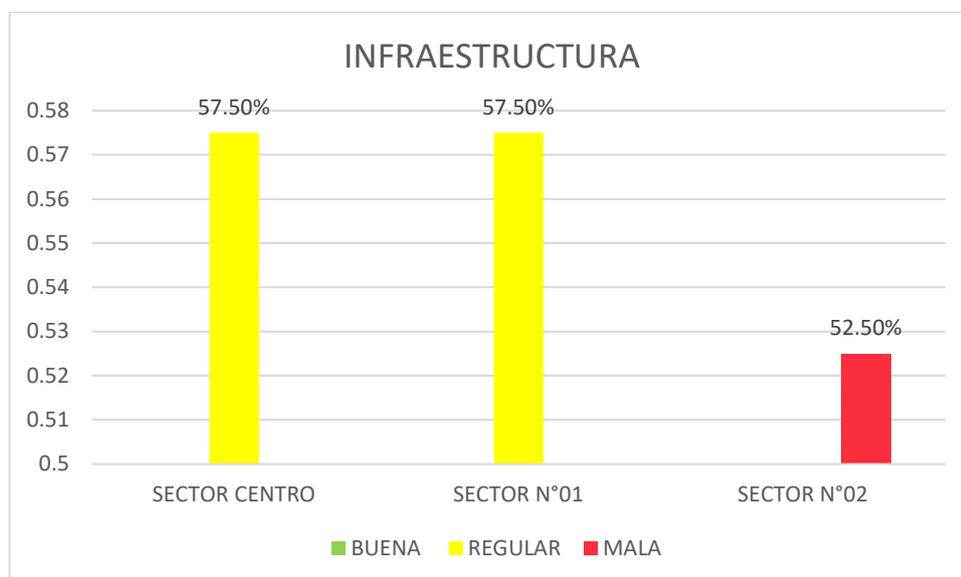
N°	GESTIÓN (ÍTEMS)	Menos desarrollado BAJO: 0 Puntos	Medio desarrollado INTERMEDIO: 1.5 puntos	Más desarrollado ALTO: 3 puntos	SECTOR		
					CENTRO	N°01	N°02
<b>Ejecución de inversiones</b>	Se prioriza y ejecuta inversiones municipales en infraestructura para la implementación del servicio	No	Se priorizan, pero no se ejecutan	Si	1.5	3	1.5
	Se cuenta con información técnica y financiera, del servicio, en forma oportuna y confiable	Presenta un atraso mayor a tres meses	Presenta un atraso entre uno y tres meses	Presenta un atraso menor a un mes	1.5	3	1.5
	Resguardo de los fondos recaudados (cuotas, multas, etc)	En poder de algún directivo / trabajador	-	En cuenta bancaria exclusiva de la Entidad	0	3	0
	Se realiza el seguimiento en la ejecución de proyectos externos de inversión en relación al servicio de agua potable	No existe	Existe, pero no ejerce el seguimiento oportuno	Brinda un seguimiento oportuno y confiable a la ejecución de proyectos de agua y saneamiento	0	0	0
	La Entidad cuenta con recursos para reponer equipos, construir, mejorar o rehabilitar la infraestructura del sistema	No	-	Si	3	3	0
<b>PUNTAJE PARCIAL (Ejecución de inversiones)</b>					<b>6</b>	<b>12</b>	<b>3</b>
<b>PUNTAJE PARCIAL (Organizacional e Institucional)</b>					<b>25.5</b>	<b>39</b>	<b>22.5</b>

### a) EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

Dentro de esta evaluación se a tomado en consideración 20 ítems con los cuales nos permite identificar el nivel del estado y operación en que se encuentra los sistemas de agua potable. Los resultados que se visualizan en la Figura N°32 son 57.50% para el sistema del “Sector Centro”, 57.50% para el sistema “Sector N°01” y 52.50% para el sistema “Sector N°02”.

Figura 33 :

Estado de la infraestructura de los sistemas de agua en el caserío de Cabracancha.

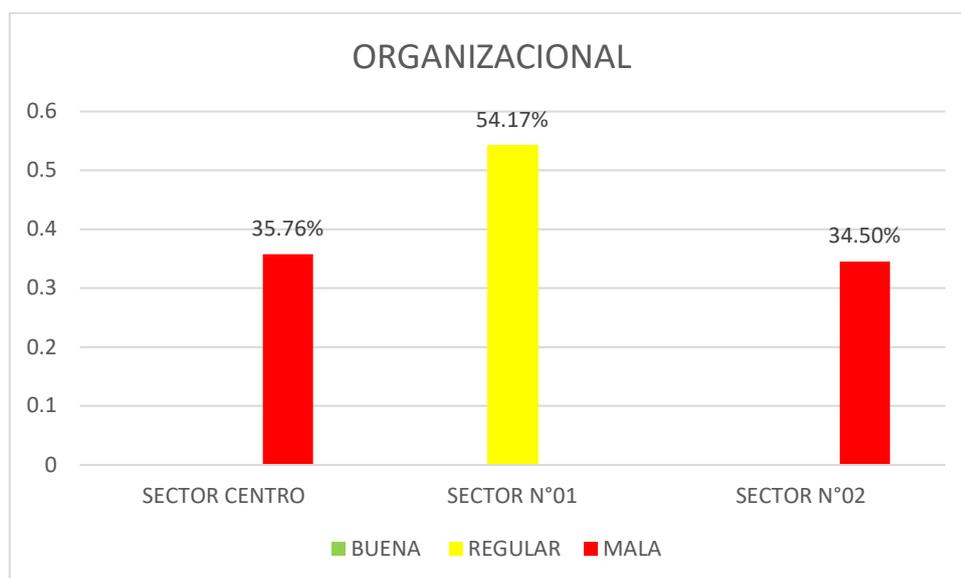


### b) EVALUACIÓN ORGANIZACIONEL E INSTITUCIONAL DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

Dentro de esta evaluación se ha tomado en consideración 24 ítems con los cuales nos permite identificar el nivel del estado y operación en que se encuentra los sistemas de agua potable. Los resultados que se visualizan en la figura N°33 son 35.76% para el sistema del “Sector Centro”, 54.17% para el sistema “Sector N°01” y 31.50% para el sistema “Sector N°02”.

Figura 34:

Estado de las organizaciones de los sistemas de agua en el caserío de Cabracancha.



Aplicando la metodología desarrollada en la tesis doctoral (Aliaga, 2011) y en función de los componentes evaluados se otorga una calificación mediante la siguiente función:

$$\text{Calificación} = (\text{Puntaje Infraestructura}) \times 0.60 + (\text{Puntaje Gestión}) \times 0.40$$

Y tomando los criterios de evaluación y calificación de la (Aliaga, 2011) expresada en la siguiente tabla:

Tabla 45:

Cuadro de evaluación de la eficiencia en el servicio de agua potable de los sistemas del caserío de Cabracancha.

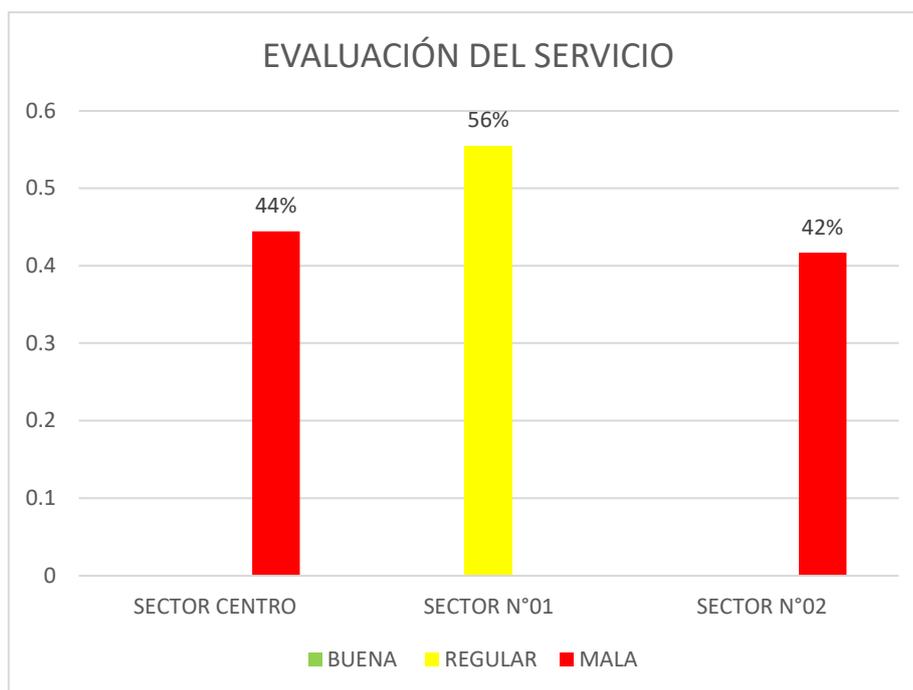
CALIFICACIÓN	CRITERIO DE EVALUACIÓN	RANGOS
Máxima eficiencia en la prestación	Evaluación cuyos resultados son los más óptimos	0.85 - 1.00
Buena eficiencia en la prestación	Buena eficiencia en la prestación	0.70 - 0.84
Eficiencia regular en la prestación	Requieren de asistencia técnica y aplicación de medidas correctivas para superar los problemas, pero tienen altas probabilidades de éxito	0.55 - 0.69
Prestación con serias dificultades	Se requieren ajustes estructurales para encauzar una adecuada prestación del servicio	0.40 - 0.54
Gestión administrativa en crisis	Existe deficiente desempeño. Se requieren cambios profundos e inmediatos en la prestación del servicio.	< a 0.39

Nota: (Aliaga, 2011)

Se procesó tomados en campo se obtuvo que el sistema “Sector Centro” se encuentra con un porcentaje de desarrollo de 44%, el sistema del “Sector N°01” se encuentra con un porcentaje de desarrollo de 56%, “Sector N°02” se encuentra con un porcentaje de desarrollo de 42%, expresado en la siguiente figura.

Figura 35 :

Evaluación del servicio de los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancho.



### 3.3.4 Evaluación de la calidad de agua en los sistemas

Tabla 46:

Evaluación de la calidad de agua en los sistemas

DESCRIPCIÓN	SECTOR CENTRO	SECTOR N°01	SECTOR N°02
COLORO RESIDUAL RESERVORIO	Nulo	Nulo	Nulo
COLORO RESIDUAL EN PRIMER DOMICILIO	Nulo	Nulo	Nulo
COLORO RESIDUAL EN ULTIMO DOMICILIO	Nulo	Nulo	Nulo
PH EN CAPTACIÓN	7.2	7.2	7.2
PAH EN ULTIMO DOMICILIO	7.2 - 7.6	7.6 - 8.0	7.6 - 8.0

Nota: Datos obtenidos mediante ensayos en las redes de distribución de los sistemas de agua potable

Figura 36:

Número de usuarios por sistema



Figura 37:

Vista del tanque de Cloración de Sistemas Sector N°01 y Sector Centro



Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.

Figura 38:

Vista del tanque de Cloración de Sistema Sector N°02



Nota: Figura Obtenida durante las vistas de campo a los sistemas.

Figura 39:

Evaluación del Cloro residual en Reservorio del Sistema



Nota: Figura Obtenida durante las mediciones de Cloro y PH.

Figura 40:

Evaluación del Cloro residual en Reservorio del Sistema



Nota: Figura Obtenida durante las mediciones de Cloro y PH.

Figura 41:

Evaluación del Cloro residual en el usuario más cercano al reservorio del Sistema



Nota: Figura Obtenida durante las mediciones de Cloro y PH.

Figura 42:

Evaluación del Cloro residual en el usuario más lejano al reservorio del Sistema



Nota: Figura Obtenida durante las mediciones de Cloro y PH.

## CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**CAPTACIÓN:** Los tres sistemas de agua potable cuentan con una sola captación llamada “Trancamayo Chico”, en esta captación no se identificó fisuras ni grietas en su estructura garantizando así su impermeabilidad y evitando filtraciones, en su interior se encuentra con tarrajeo en adecuadas condiciones, en la parte exterior presenta una superficie con pintura en deterioro, una tapa metálica en la cámara húmeda en proceso de deterioro con corrosión y sin pintura; las tuberías de salida se encuentran sin canastilla y las tuberías de rebose no se encuentran en el nivel recomendado para tener una carga de agua adecuada. Durante la evaluación hidráulica de la captación tenemos que durante el aforo de la captación se obtuvo un caudal ofertado de 19.98 l/s el cual se encuentra por encima de la demanda de 8.40 l/s, el ancho de la pantalla calculado es mayor que el ancho de la pantalla existente, el número de orificios de entrada calculado es mayor que el número de orificios de entrada existentes, el volumen de la cámara húmeda calculado es mayor que el volumen de la cámara húmeda existente el tiempo de descarga es de 62.28 segundos, la altura de carga de agua es menor de 30cm; con estos resultados podemos decir que la captación es hidráulicamente deficiente.

**LINEA DE CONDUCCIÓN:** se evaluó la línea de conducción de los tres sistemas de agua potable habiendo un total de 1,097.75 m.

En la línea de conducción del “Sector centro” de tiene una tubería de PVC de 2” totalmente enterrada, con una longitud de 170.37m, llegando al reservorio con una presión de 5.53 m.c.a y una velocidad de 1.21m/s, estando dentro de los parámetros que indica la norma para líneas de conducción con velocidades mínimas de 0.60m/s y presiones menores a 50 m.c.a.

En la línea de conducción del “Sector N°01” de tiene una tubería de PVC de 2” totalmente enterrada, con una longitud de 175.00m, llegando al reservorio con una presión de 5.25 m.c.a y una velocidad de 1.23m/s, estando dentro de los parámetros

que indica la norma para líneas de conducción con velocidades mínimas de 0.60m/s y presiones menores a 50 m.c.a.

En la línea de conducción del "Sector N°02" se tiene una tubería de PVC de 3" totalmente enterrada, con una longitud de 752.38m, llegando al reservorio con una presión de 75.58 m.c.a y una velocidad de 0.55m/s, no estando dentro de los parámetros que indica la norma para líneas de conducción con velocidades mínimas de 0.60m/s y presiones menores a 50 m.c.a.

**RESERVORIO:** Dentro de la evaluación de los tres reservorios se encuentra en el 100% de los reservorios no presenta fisuras en su estructura, el reservorio del "Sector N°02" se encuentra con pintura deteriorada y su cerco perimétrico en mal estado, el 100% de los reservorios cuenta con caja de válvulas, el 100% de los reservorios cuenta con canastillas de salida en las tuberías.

Reservorio del sistema "Sector Centro", considerando lo que indica la norma, el volumen de almacenamiento sea el 25% de la demanda diaria promedio anual, se ha calculado con un caudal de 2.08l/s el volumen de almacenamiento de 44.91m<sup>3</sup>, dicho volumen en comparación con el volumen existente de 22.5m<sup>3</sup> y no es funcional.

Reservorio del sistema "Sector N°01", considerando lo que indica la norma, el volumen de almacenamiento sea el 25% de la demanda diaria promedio anual, se ha calculado con un caudal de 2.28l/s el volumen de almacenamiento de 49.32m<sup>3</sup>, dicho volumen en comparación con el volumen existente de 20.76m<sup>3</sup> y no es funcional.

Reservorio del sistema "Sector N°02", considerando lo que indica la norma, el volumen de almacenamiento sea el 25% de la demanda diaria promedio anual, se ha calculado con un caudal de 2.28l/s el volumen de almacenamiento de 49.33m<sup>3</sup>, dicho volumen en comparación con el volumen existente de 19.92m<sup>3</sup> y no es funcional.

**RED DE DISTRIBUCIÓN:** se ha evaluado las redes de distribución de los tres sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha.

En la red de distribución del sistema "Sector Centro" se tiene diámetros entre 3/4" y 2" de tubería PVC clase 7.5", trasladando un caudal de 2.08l/s, en toda la red de

distribución cuenta con 2 cámaras rompe presión tipo 7, presenta velocidades que están entre 0.04m/s y 0.78m/s y presiones entre 4.07m.c.a y 67.19m.c.a.

En la red de distribución del sistema "Sector N°01" se tiene diámetros entre 3/4" y 2" de tubería PVC clase 7.5", trasladando un caudal de 2.28l/s, en toda la red de distribución cuenta con 7 cámaras rompe presión tipo 7, presenta velocidades que están entre 0.12m/s y 1.25m/s y presiones entre 1.67m.c.a y 54.47m.c.a.

En la red de distribución del sistema "Sector N°02" se tiene diámetros entre 3/4" y 3" de tubería PVC clase 7.5", trasladando un caudal de 2.28l/s, en toda la red de distribución cuenta con 4 cámaras rompe presión tipo 7, presenta velocidades que están entre 0.05m/s y 1.64m/s y presiones entre 4.01m.c.a y 64.06m.c.a.

**CONEXIONES DOMICILIARIAS:** Durante la evolución de las conexiones domiciliarias se obtuvo lo siguiente:

El sistema "Sector Centro" cuenta con 187 usuarios distribuidos en todo el sistema, cuenta con grifos de plástico en buen estado en su totalidad, presenta presiones dinámicas entre 5.66 m.c.a y 38.72 m.c.a las cuales fueron medidas utilizando manómetro.

El sistema "Sector N°01" cuenta con 119 usuarios distribuidos en todo el sistema, cuenta con grifos de plástico en buen estado en su totalidad, presenta presiones dinámicas entre 4.93 m.c.a y 42.24 m.c.a las cuales fueron medidas utilizando manómetro.

El sistema "Sector N°02" cuenta con 200 usuarios distribuidos en todo el sistema, cuenta con grifos de plástico en buen estado en su totalidad, presenta presiones dinámicas entre 6.34 m.c.a y 45.76 m.c.a las cuales fueron medidas utilizando manómetro.

**EVALUACIÓN DEL SERVICIO:** durante la evaluación del servicio de los sistemas de agua potable se obtuvo que existe una variación en el PH del agua que llega a los domicilios que varía entre 7.2 y 8.0 además que no presenta cloro residual.

De la evaluación de la gestión administrativa se obtuvo que el sistema “Sector Centro” tiene una eficiencia mala, el sistema “Sector N°01” tiene una eficiencia regular, el sistema “Sector N°02” tiene una eficiencia mala.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES

Se realizó una evaluación del funcionamiento hidráulico de los componentes y del servicio de los sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha, distrito y provincia de Chota, departamento de Cajamarca donde se llega a las siguientes conclusiones:

Mediante el aforo realizado a la captación Trancamayo que abastece a los tres sistemas de agua potable del caserío de Cabracancha se obtuvo un caudal de 18.98 l/s el cual es suficiente para seguir abasteciendo de manera normal.

El volumen del reservorio del sistema "Sector Centro" tiene una capacidad existente de 22.5m<sup>3</sup>, el cual no es suficiente ya que con la demanda se requiere una capacidad de 49.91m<sup>3</sup>; en el sistema "Sector N°01" existe un reservorio con una capacidad de 20.76m<sup>3</sup> pero debido a la demanda se requiere un reservorio con una capacidad de 49.32m<sup>3</sup>; del mismo modo en el sistema "Sector N°02" existe un reservorio con una capacidad de 19.92 m<sup>3</sup>, pero de acuerdo a la demanda se requiere un reservorio con una capacidad de 49.33m<sup>3</sup>.

Se logro determinar el gasto hidráulico para cada sistema donde para el sistema "Sector Centro" tiene un  $Q_m=2.08$  l/s,  $Q_{md}=2.78$  l/s y un  $Q_{mh}=3.11$ l/s; el sistema "Sector N°01" tiene un  $Q_m=2.28$  l/s,  $Q_{md}=2.84$  l/s y un  $Q_{mh}=2.89$ l/s; el sistema "Sector N°02" tiene un  $Q_m=2.28$  l/s,  $Q_{md}=2.78$  l/s y un  $Q_{mh}=3.48$ l/s.

Mediante el cálculo de velocidades en cada punto de los sistemas se tiene que en el sistema "Sector Centro" varia desde 0.04m/s hasta 0.78m/s; en el sistema "Sector N°01" varia desde 0.12m/s hasta 1.25m/s; y en el sistema "Sector N°02" varia desde 0.05m/s hasta 1.64m/s.

Mediante la toma de presiones se determinó que en el sistema "Sector Centro" varia desde 5.63 m.c.a hasta 38.72m.c.a; en el sistema "Sector N°01" varia desde 4.93 m.c.a hasta 42.24m.c.a; y en el sistema "Sector N°02" varia desde 6.34 m.c.a hasta 45.76m.c.a.

En la evaluación del servicio se determinó que en el sistema “Sector Centro” presta un servicio malo, en el sistema “sector N°01” un servicio regular y en el sistema “Sector N°02” un servicio malo.

## **CAPITULO VI: RECOMENDACIONES**

Se recomienda a las juntas administradoras de los servicios de agua, tener en cuenta las fallas y las consecuentes reparaciones para así evitar el desabastecimiento de agua en algunos puntos del sistema

Se recomienda a las tres juntas administradoras de los servicios de agua potable no aumentar o inscribir usuarios al sistema mientras no se gestione por lo menos la ampliación de la capacidad del reservorio.

Se recomienda gestionar un nuevo reservorio para cada sistema con mayor capacidad, de acuerdo a la demanda de la población.

## BIBLIOGRAFÍA

Aliaga, F. A, (2014). Sostenibilidad del sistema de agua potable del centro poblado la Paccha, Cajamarca 2014 [Tesis para optar el título de ingeniero civil].  
Universidad Nacional de Cajamarca.

Carmona, N. (2014). Sostenibilidad de los sistemas de agua potable del centro poblado Otuzco - distrito de los Baños del Inca [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Universidad Nacional de Cajamarca.

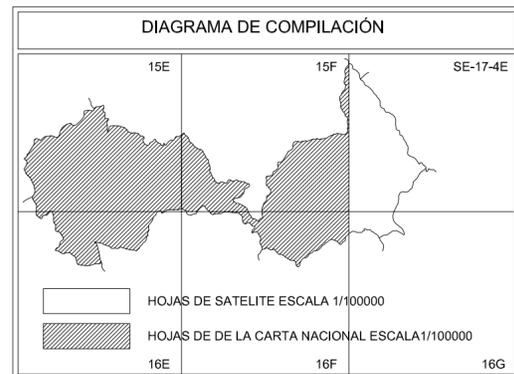
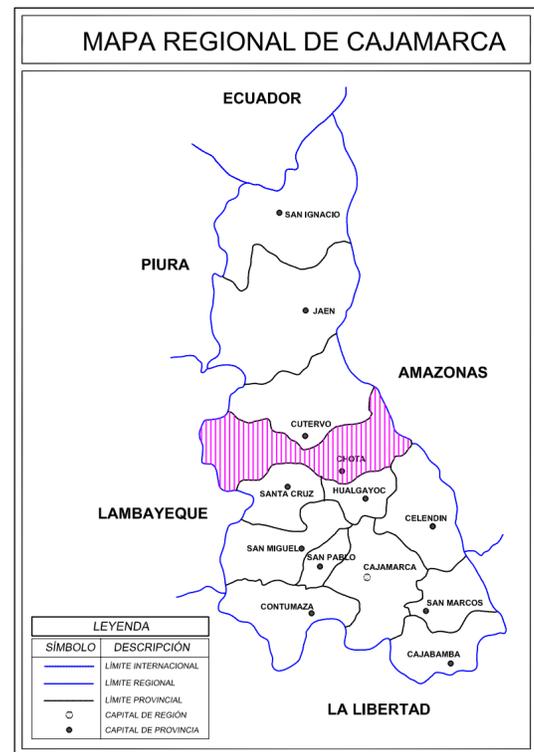
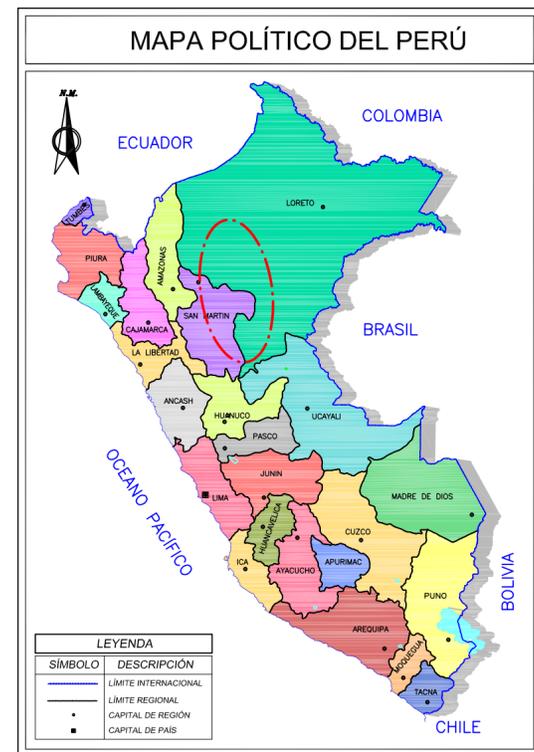
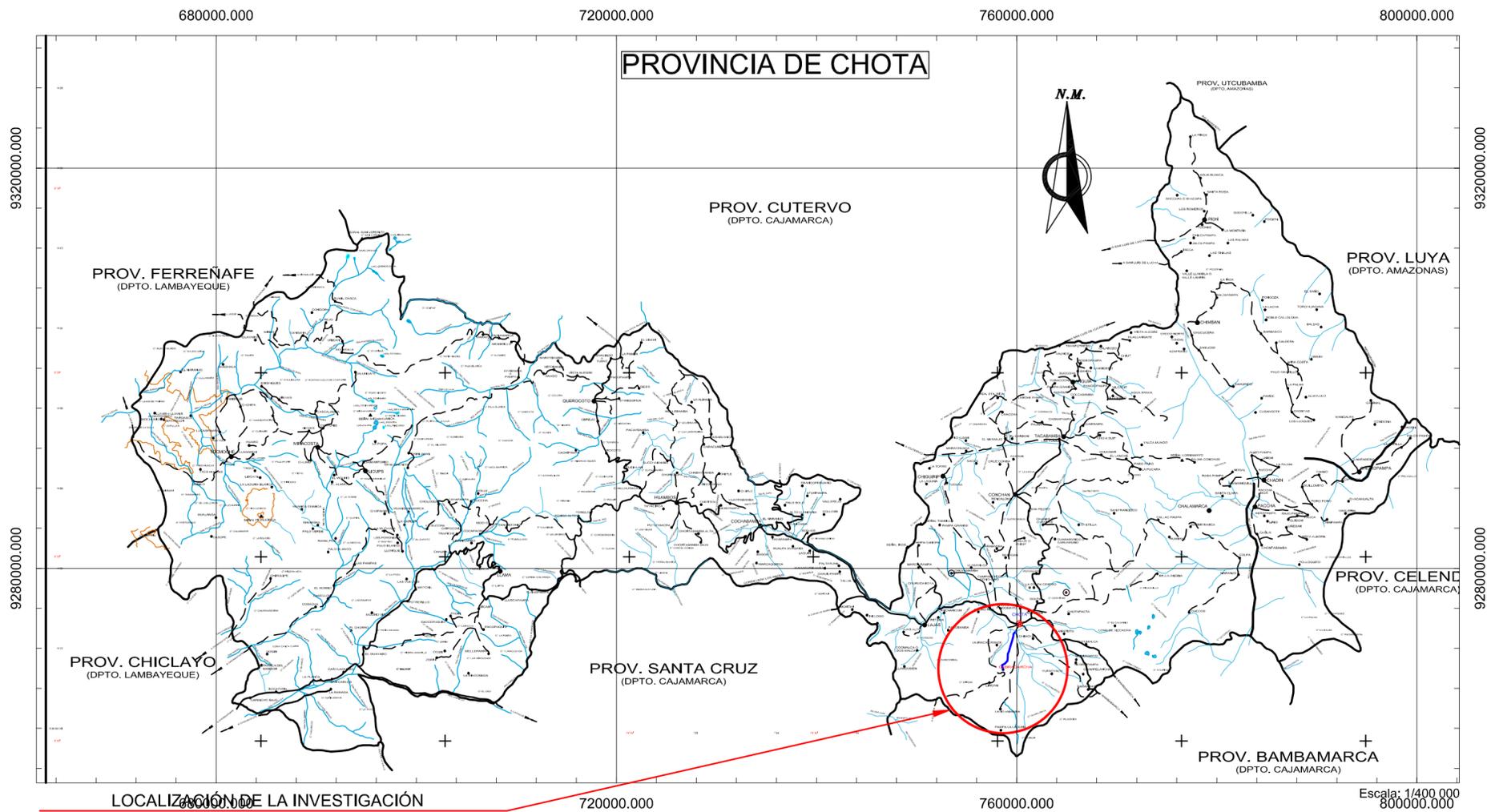
Cooperación Alemana GIZ. (2012) *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural y mantenimiento de sistemas de agua potable. Ecuador.*

Cooperative for Assistance and Relief Everywhere CARE. (2012). *Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 5. Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable. Ecuador.*

Cieza, J. M. (2021). *Evaluación de los sistemas de agua potable de las localidades que conforman el centro poblado Chilimpampa Baja – Cajamarca, 2018 [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Universidad Nacional de Cajamarca.*

Ministerio de Salud MINSA. (2011). Guía técnica para la implementación, operación y mantenimiento del “sistema de tratamiento intradomiciliario de agua para consumo humano – mi agua”.

- Ministerio de Salud MINSA. (2011). Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano D.S N°031-2010-SA.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento MVCS. (2006). Reglamento Nacional de edificaciones. Norma SO-030-2006.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento MVCS. (2016). Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para el Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento MVCS. (2020). Decreto Supremo N° 005 – 2020 VIVIENDA.
- Normas APA (2020). Publication Manual of the American Psychological Association (séptima edición). Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
- Soto, A. R. (2014). La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito la Encañada- Cajamarca, 2014 [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- United States Agency International Development USAID. (2016). Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad. Tegucigalpa, m.d.c., Honduras, c.a., 2016.



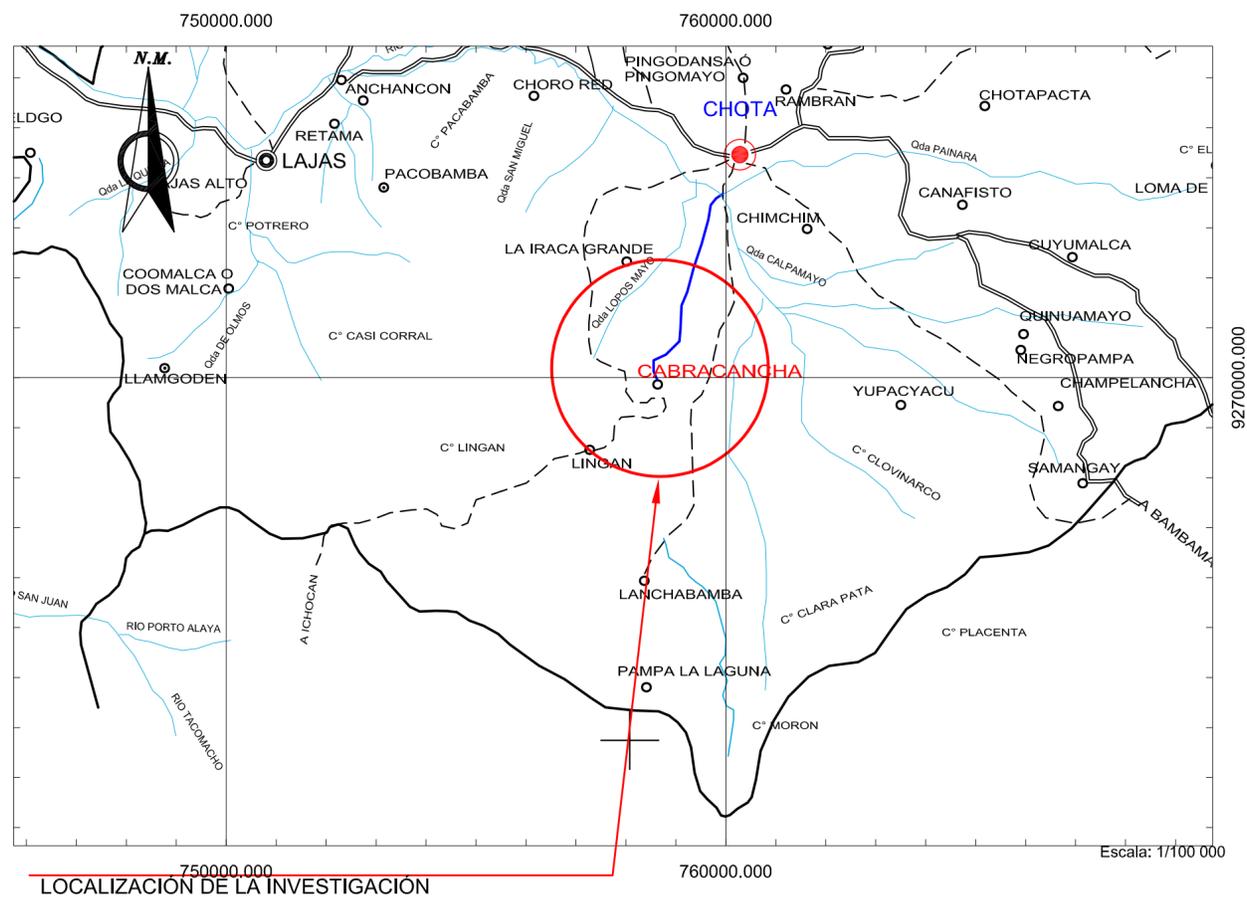
**FUENTE.**

HOJAS CARTA NACIONAL IGN CARTA 1/100000 HOJAS INGEMET -S.I.G.-

ESCALA 1/100000

CUADRÍCULAS 15e, 15f 16e, 16f, 16g

GEOPLANOS	
TIPO DE DOCUMENTO	DPTO. CAJAMARCA
MAPA	PROV. CHOTA
ESCALA:	1/200
FECHA:	COT. 2019

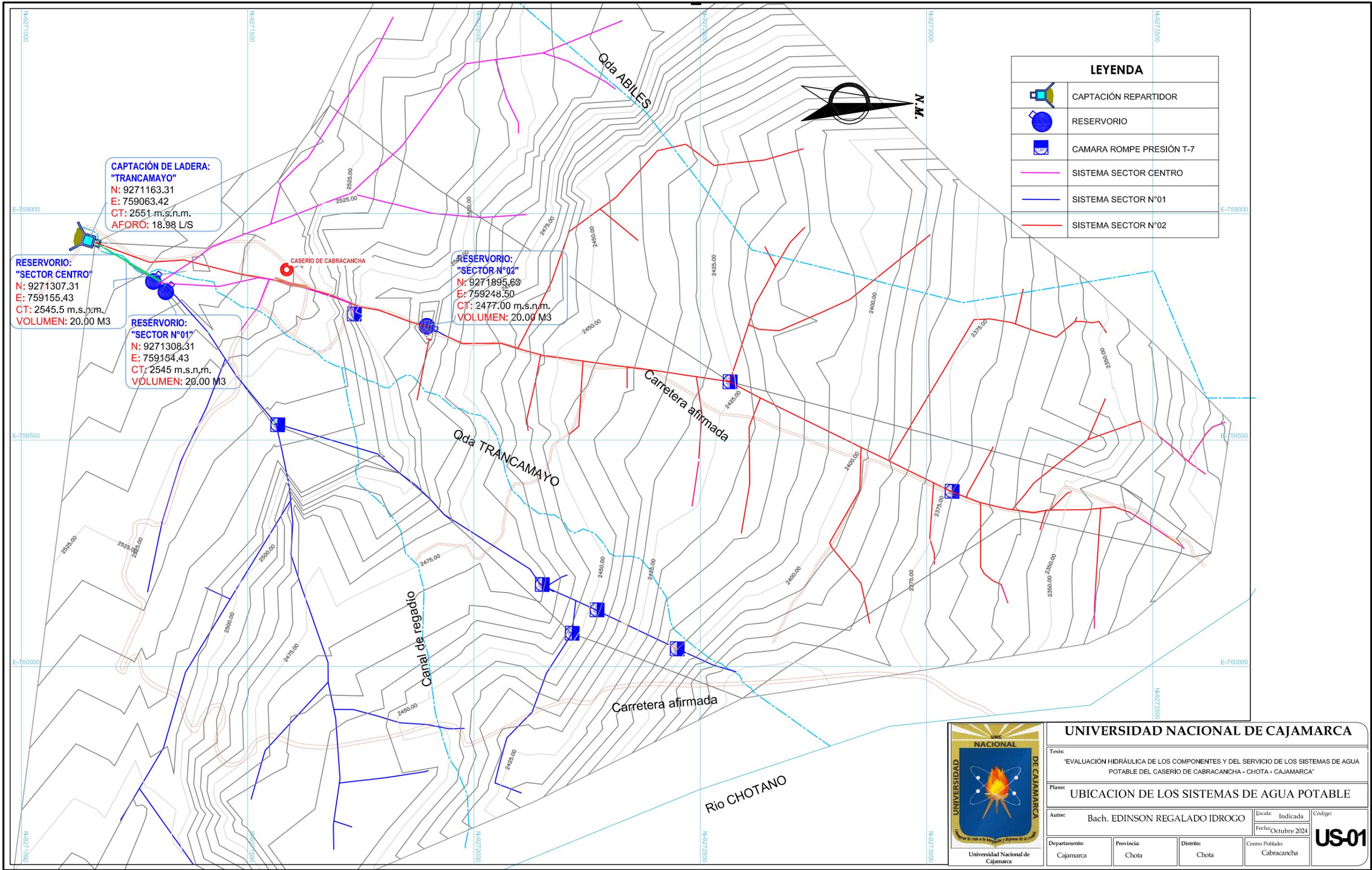


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Tesis:  
"EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LOS COMPONENTES Y DEL SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE CABRACANCHA - CHOTA - CAJAMARCA"

**PLANO DE UBICACIÓN**

Autor:	Bach. EDINSON REGALADO IDROGO	Escala:	Indicada	Código:	<b>PU-01</b>
Fecha:	Octubre 2024	Centro Poblado:	Cabracancha		
Departamento:	Cajamarca	Provincia:	Chota	Distrito:	Chota



LEYENDA	
	CAPTACIÓN REPARTIDOR
	RESERVORIO
	CAMARA ROMPE PRESIÓN T-7
	SISTEMA SECTOR CENTRO
	SISTEMA SECTOR N°01
	SISTEMA SECTOR N°02

**CAPTACIÓN DE LADERA:**  
**"TRANCAMAYO"**  
 N: 9271163.31  
 E: 759063.42  
 CT: 2551 m.s.n.m.  
 AFORO: 18.98 L/S

**RESERVORIO:**  
**"SECTOR CENTRO"**  
 N: 9271307.31  
 E: 759155.43  
 CT: 2545.5 m.s.n.m.  
 VOLUMEN: 20.00 M3

**RESERVORIO:**  
**"SECTOR N°01"**  
 N: 9271308.31  
 E: 759154.43  
 CT: 2545 m.s.n.m.  
 VOLUMEN: 20.00 M3

**RESERVORIO:**  
**"SECTOR N°02"**  
 N: 9271895.60  
 E: 759248.50  
 CT: 2477.00 m.s.n.m.  
 VOLUMEN: 20.00 M3

CASERIO DE CABRACANCHA

Qda TRANCAMAYO

Qda ABILES

Carretera afirmada

Carretera afirmada

Canal de regadío

Río CHOTANO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Tesis: "EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LOS COMPONENTES Y DEL SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE CABRACANCHA - CHOTA - CAJAMARCA"

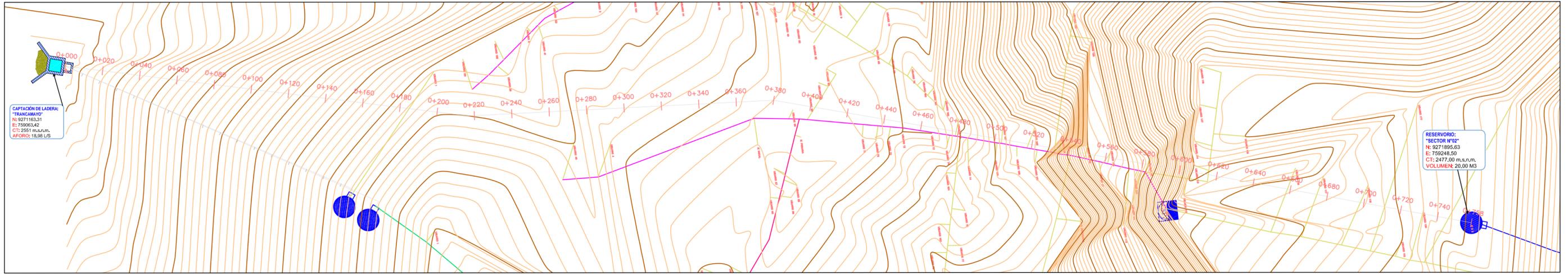
Plano: UBICACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

Autor: Bach. EDINSON REGALADO IDROGO  
 Escala: Indicada  
 Fecha: Octubre 2024

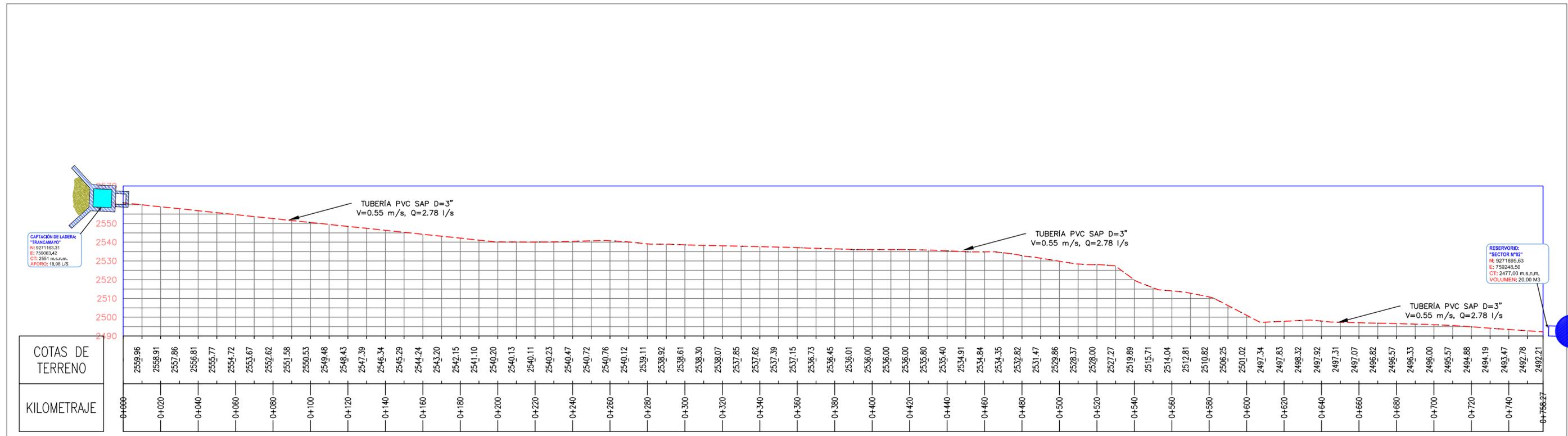
Departamento: Cajamarca  
 Provincia: Chota  
 Distrito: Chota  
 Centro Poblado: CabracanCHA

**US-01**





VISTA EN PLANTA LINEA DE CONDUCCION  
SISTEMA SECTOR N°02  
Esc: 1/1500



VISTA EN PERFIL LINEA DE CONDUCCION  
SISTEMA SECTOR N°02  
Esc: 1/1500

LEYENDA	
	CAPTACION REPARTIDOR
	RESERVORIO
	CAMARA ROMPE PRESION T-7
	CURVA DE NIVEL MAYOR
	CURVA DE NIVEL MENOR



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Tesis:  
"EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LOS COMPONENTES Y DEL SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE CABRACANCHA - CHOTA - CAJAMARCA"

Plano:  
**SISTEMA DE AGUA POTABLE "SECTOR N°02"**

Autor:	Bach. EDINSON REGALADO IDROGO	Escala:	Indicada	Código:	
		Fecha:	Octubre 2024		
Departamento:	Cajamarca	Provincia:	Chota	Distrito:	Chota
		Centro Poblado:	Cabracancha		

**US-01**