

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



**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

PRESENTADO POR:

Bach. José Miguel Cieza Silva.

ASESOR:

Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.

CAJAMARCA, 2021

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Miguel y Elodia, por su apoyo constante en mi formación académica y humana, por ser mis más grandes ejemplos de personas a seguir.

A Adriana y Alejandra, por motivarme e incentivar me a seguir creciendo juntos como familia.

A mi asesor Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz por su tiempo dedicado a la realización de esta tesis con sus amplios conocimientos y criterios sobre el tema.

A la Junta Administrativa del Sistema de Agua Potable de centro poblado Chilimpampa Baja por toda la información brindada y su tiempo en los recorridos de todo el sistema de agua potable.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Alejandra,
Adriana, Elodia, Miguel Hernán,
Alex y Gisela

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE IMÁGENES	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	3
1.4. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	3
1.5. LIMITACIONES	3
1.6. OBJETIVOS	3
1.7. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.2 BASES TEÓRICAS.	8
2.2.1. Evaluación a los sistemas de agua potable para consumo humano	8
2.2.2 Evaluación de los servicios.	8
2.2.2.1 Agua Potable.	9
a. Importancia del agua potable:	9
b. Calidad del agua para el consumo humano	10
c. Cantidad de agua	15
d. Oferta del agua	15
e. Continuidad de servicio.	15
f. Cobertura.	15
g. Costo.	15
2.2.3 Evaluación de la Infraestructura hidráulica.	16
a. Periodo de diseño	16

b. Población futura	16
c. Dotación de agua.....	17
d. Caudales de diseño	18
2.2.3.1. Terminología básica:	18
a. Componentes de un sistema de agua potable por gravedad	18
b. Captación de manantiales	19
c. Línea de conducción.....	19
d. Línea de aducción y red de distribución.....	20
e. Reservorio de regulación	20
2.2.4 Evaluación de la Operación y Mantenimiento.	20
2.2.4.1 Operación y Mantenimiento de Sistemas de agua.....	20
2.2.4.2. Responsabilidad de la operación y mantenimiento.	21
2.2.4.3. Operación y mantenimiento de la captación.....	21
2.2.4.4. Operación y mantenimiento de la Línea de conducción.....	22
2.2.4.5. Operación y mantenimiento del reservorio.	22
2.2.4.6. Operación del sistema de cloración.	23
2.2.4.7. Operación y mantenimiento de la red de distribución.....	24
2.2.4.8. Operación y mantenimiento de las conexiones domiciliarias.....	25
2.2.5 Evaluación de la Gestión Administrativa	26
2.2.6 Sostenibilidad:.....	27
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Descripción del área de estudio	29
3.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio	29
3.1.2. Población	29
3.1.3. Clima	29
3.1.4. Topografía.....	30
3.2. Materiales, equipos y softwares	30
3.3. Metodología	30
3.3.1 Técnicas e Instrumentos de recopilación de información.....	30
3.3.2. Fases de la metodología aplicada	32
3.4. Identificación de la infraestructura existente.....	32
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	40
4.1. EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....	40

4.1.1. Captaciones	40
4.1.2. Línea de conducción.....	48
4.1.3. Cámaras de reunión	48
4.1.4. Reservorios.....	49
4.1.5. Red de distribución	53
4.1.6. Cámaras rompe presión Tipo7.....	53
4.1.7. Piletas domiciliarias	53
4.2. EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:	53
4.2.1. Caudales de servicio	53
4.2.2. Presión de servicio.....	60
4.2.3. Cloración y Ph en el agua	65
4.3. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA:	68
4.4. EVALUACIÓN SITUACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA	71
4.4.1. Disponibilidad del servicio de agua para consumo humano:	71
4.4.4. Calidad del agua:.....	73
4.4.5. Continuidad del servicio:.....	73
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	74
5.1. CONCLUSIONES:	74
5.2. RECOMENDACIONES:	75
BIBLIOGRAFÍA	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Croquis de las captaciones y cámaras de reunión.....	33
Figura 02: Croquis de la red de distribución	34
Figura 03: Mapa de presiones – reservorio 01	60
Figura 04: Mapa de presiones – reservorio 02	61
Figura 05: Mapa de presiones – reservorio 03	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Cobertura de agua potable y servicios básicos de saneamiento a nivel nacional, urbano y rural	07
Tabla 02: Autoridades competentes para la gestión de la calidad del agua para consumo humano	11
Tabla 03: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	13
Tabla 04: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica	13
Tabla 05: Límites máximos permisibles de parámetros químicos orgánicos e inorgánicos	14
Tabla 06: Dotación por número de habitantes.....	17
Tabla 07: Dotación por región	17
Tabla 08: Caudales en las captaciones de manantiales.....	19
Tabla 09: Valores diarios de los micromedidores.....	54
Tabla 10: Gasto diario de usuarios (litros).....	55
Tabla 11: Caudal promedio, caudal medio diario y caudal medio horario.....	56
Tabla 12: Presiones tomadas con manómetro Vs. presiones en EPANET	64
Tabla 13: Caudales aforados	68

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 01: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 01.....	40
Imagen 02: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 02.....	41
Imagen 03: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 03.....	41
Imagen 04: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 04.....	42
Imagen 05: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 05.....	42
Imagen 06: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 06.....	43
Imagen 07: Exterior e interior de la captación Sidano 01.....	43
Imagen 08: Exterior e interior de la captación Sidano 02.....	44
Imagen 09: Exterior e interior de la captación Sidano 03.....	44
Imagen 10: Exterior e interior de la captación Los Pelancones.....	45
Imagen 11: Exterior e interior de la captación Cashalona 01 y 02.....	45
Imagen 12: Cámara de reunión N°01	49
Imagen 13: Cámara de reunión N°02	49
Imagen 14 Reservorio N°01.....	50
Imagen 15: Válvulas del reservorio N°01	50
Imagen 16: Reservorio N°02	51
Imagen 17: Reservorio N°03	51
Imagen 18: Primera muestra de agua para cloro residual y Ph.....	64
Imagen 19: Segunda muestra de agua para cloro residual y Ph.....	65
Imagen 20: Tercera muestra de agua para cloro residual y Ph	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Porcentaje de Captaciones en relación a fisuras.....	46
Gráfico 02: Porcentaje de Captaciones en relación a la pintura	46
Gráfico 03: Porcentaje de Captaciones en relación al cerco perimétrico	46
Gráfico 04: Porcentaje de Captaciones en relación a tapa sanitaria de la cámara colectora	47
Gráfico 05: Porcentaje de Captaciones en relación a la tapa sanitaria dela caja de válvulas	47
Gráfico 06: Porcentaje de Captaciones en relación al dado de protección	47
Gráfico 07: Porcentaje de Captaciones en relación a la canastilla	47
Gráfico 08: Porcentaje de Captaciones en relación a la tubería de rebose	48

RESUMEN

La presente tesis es la evaluación de los sistemas de agua potable de las localidades que conforman el centro poblado Chilimpampa Baja – Cajamarca, la cual nace con la intención de dar a conocer el estado en el que se encuentra la infraestructura hidráulica, operación y mantenimiento; gestión administrativa y caracterizar los sistemas de agua potable de dicho centro poblado. La evaluación se centró fundamentalmente en evaluar hidráulicamente el estado y funcionamiento de cada uno de los componentes como son captaciones, reservorios, cámaras rompe presión, línea de conducción, red de distribución. En todo momento se coordinó con las autoridades de la JASS para poder realizar todos los recorridos necesarios y tomar nota de todos los datos necesarios para la investigación. Se utilizó una metodología descriptiva, haciendo uso de herramientas como GPS, cámara fotográfica, manómetro, micromedidores, comparador de cloro y Ph; así mismo, se utilizó el software Epanet 2.0 para evaluar las presiones de servicio en cierto número de viviendas de la red de distribución, se instalaron micromedidores en diez viviendas en donde se tomaron, diariamente por cuatro días, los datos que marcaba cada micromedidor. Con la información obtenida se calculó el coeficiente k_1 para el caudal medio diario, hallando un valor de 1.622 y la dotación para el sistema de agua potable es de 52.4 L/Hab/D, estos datos se utilizaron para modelar en Epanet considerando la demanda de cada vivienda. Las presiones obtenidas tanto en Epanet como con el manómetro están dentro de los parámetros óptimos, siendo la mayor presión de 56.10m.c.a. y la menor 3.57 m.c.a. Se identificó que el agua no se clora al periodo adecuado y no se encontró cloro residual al momento de utilizar el comparador con reactivos DPD, el análisis físico- químico y bacteriológico identificó coliformes lo que corrobora la falta de cloración de agua. La gestión administrativa es eficiente para dar soluciones a la necesidad de abastecimiento de agua de los usuarios, arreglando y dando mantenimiento a válvulas de los reservorios y captaciones; sin embargo, han descuidado el tema de la calidad de agua.

ABSTRACT

This thesis is the evaluation of the drinking water systems of the localities that make up the Chilimpampa Baja - Cajamarca population center, which was born with the intention of making known the state of the hydraulic infrastructure, operation and maintenance; administrative management and characterize the drinking water systems of said population center. The evaluation was mainly focused on hydraulically evaluating the state and operation of each of the components such as catchments, reservoirs, pressure break chambers, conduction lines, and distribution networks. At all times, he coordinated with the JASS authorities to be able to carry out all the necessary tours and take note of all the necessary data for the investigation. A descriptive methodology was used, making use of tools such as GPS, camera, manometer, micrometers, chlorine and Ph comparator; Likewise, the Epanet 2.0 software was used to evaluate the service pressures in a number of homes in the distribution network, micrometers were installed in ten homes where the data set by each micrometer was taken daily for four days. With the information obtained, the coefficient k_1 was calculated for the average daily flow, finding a value of 1.622 and the provision for the drinking water system is 52.4 L / Hab / D, these data were used to model in Epanet considering the demand for each home. The pressures obtained both in Epanet and with the manometer are within the optimal parameters, with the highest pressure being 56.10m.c.a. and the smallest 3.57 m.c.a. It was identified that the water is not chlorinated for the appropriate period and no residual chlorine was found at the time of using the comparator with DPD reagents, the physical-chemical and bacteriological analysis identified coliforms, which corroborates the lack of chlorination of water. Administrative management is efficient to provide solutions to the need for water supply of users, fixing and maintaining valves in reservoirs and catchments; however, they have neglected the issue of water quality.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Uno de los principales problemas que afronta actualmente el saneamiento básico rural en el Perú, referido a los sistemas de agua potable, es la ausencia de información sobre el estado en que se encuentran dichos sistemas de agua o el nivel de sostenibilidad que han alcanzado en sus años de funcionamiento (Soto et al. 1999). Conocer el estado de los sistemas de agua potable rural es el primer paso para generar una propuesta de política nacional en el sentido de concretizar el mejoramiento, la rehabilitación y/o gestión de los mismos.

Según Almirón (2006), los proyectos de agua potable promueven el crecimiento económico y el desarrollo social de una región. También afecta los patrones de vida y cultura regionales, por lo que se la reconoce como un agente preponderante en el desarrollo de las comunidades. En este sentido, es un factor indispensable en el proceso de desarrollo regional o nacional. Al existir escasez de este líquido vital para los seres vivos, los recursos hídricos disponibles son suficientes para atender las necesidades de todos los seres humanos, pero la distribución de este bien entre las diversas regiones es muy desigual; la demanda de agua es cada vez mayor y su contaminación resulta preocupante.

Según Ampuero (2005): “En zonas rurales y peri urbanas de Latinoamérica y Bolivia existen Sistemas de Agua Potable autogestionarios que funcionan sin apoyo externo y brindando un servicio regular aceptable, pero con problemas en su funcionamiento”.

Según Robison (2006): Respecto a la evaluación de los servicios de agua y saneamiento en el Perú, la Dirección Nacional de Saneamiento del Viceministerio de Construcción y Saneamiento realizó un estudio en 70 comunidades rurales de siete departamentos en costa, sierra y selva, para determinar la situación en que se hallaban los servicios de agua en la zona rural del Perú. Del mismo modo, el Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial (PAS – BM) llevó a cabo un estudio similar en 104 comunidades rurales. Ambos resultados confirman que, en solo 30% pueden ser considerados sostenibles, entre un 65 y 68 % presentan algún nivel de deterioro entre 2 y 3% de los sistemas se encuentran colapsados. Asimismo, indica que, para calificar de sostenible, se tomaron en cuenta aspectos de infraestructura de los sistemas, calidad de agua suministrada, cobertura y continuidad del servicio.

En el ámbito rural la gestión de los servicios de agua y saneamiento está a cargo de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), o comités de Administración, que en su mayoría tienen un insuficiente desarrollo institucional, limitando la autogestión y sostenibilidad de los sistemas; persiste una cultura de no pago por el servicio de agua y en los casos en que se paga una cuota familiar insuficiente para garantizar la sostenibilidad del servicio y la calidad del agua para el consumo humano. (PROPILAS, 2008)

El sistema potable de agua a evaluar ha tenido dos etapas en su construcción. La primera en el año 2002, en donde se construyeron las captaciones de Pucarempampa y los pelancones, los reservorios R1 y R2, red de distribución. La segunda etapa en el 2009, en donde se construyeron las captaciones de Cashalona, reservorio R3 y red de distribución. La mayor parte de su infraestructura pertenece a la primera etapa.

En sectores cercanos a los reservorios y a las cámaras rompe presión de la red de distribución del sistema de agua potable del centro poblado Chilimpampa Baja existen conflictos por la poca presión con la que llega el agua a las viviendas; es por eso, que nace el interés de realizar su evaluación, centrándose no solo en el funcionamiento hidráulico y estructural, sino también, en la operación, mantenimiento y gestión administrativa. Para ello se realizaron varias visitas a campo donde se programaron las diversas actividades para la toma de datos, para luego procesarlos en gabinete.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema principal.

Con lo comentado anteriormente para lograr dar un alcance de solución se formula la siguiente pregunta: ¿Cuál es el estado de los sistemas de agua potable de las localidades que conforman el Centro Poblado Chilimpampa Baja?

1.2.2. Problemas secundarios:

- ¿Cuál es el estado de la infraestructura hidráulica de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja?
- ¿Cuál es el estado de la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja?
- ¿Cuál es el estado de la gestión administrativa de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se realizó con el propósito de tener conocimiento del Estado actual de los servicios de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja, Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, ya que dicho lugar no cuenta con esta información se podrán tomar decisiones para su mejoramiento en los siguientes aspectos: Infraestructura, gestión, operación y mantenimiento; asimismo, contribuirá para que el Centro Poblado de Chilimpampa Baja y los organismos encargados de administrar estos servicios asuman nuevas políticas que direccionen hacia la sostenibilidad de los mismos, teniendo como propuesta que se hagan realidad estudios de este tipo a nivel regional y nacional; y que ello sea sustento para mejorar la política en nuestro país.

1.4. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación se centró en determinar el estado en forma descriptiva del sistema de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, planificado para realizarlo en un periodo de doce meses. Así mismo se limitó al uso de factores que evalúen dicho sistema con un enfoque objetivo de ingeniería civil, evitando alguno de ellos que pudiera tener repercusión subjetiva, ya que ello podría tener resultados negativos que afecten al proyecto de investigación.

1.5. LIMITACIONES

La investigación se limitó a realizar la evaluación en forma descriptiva del estado actual del sistema de abastecimiento de los servicios de agua potable del centro poblado Chilimpampa Baja de la provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca, en un periodo de doce meses, por lo que se hará el diagnóstico de la Infraestructura, gestión, operación y mantenimiento en ese lapso de tiempo, considerando en que tiempo se realizan los aforos y toma de presiones en las viviendas.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general

Evaluar los Sistemas de Agua Potable de las localidades que conforman el Centro Poblado Chilimpampa Baja, Distrito-Provincia-Departamento de Cajamarca.

1.6.2. Objetivos específicos.

- Evaluar la infraestructura hidráulica de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja.

- Evaluar la operación y mantenimiento de los Sistemas de Agua Potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja.
- Evaluar la gestión administrativa de los Sistemas de Agua Potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja.
- Caracterizar los sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja.

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL

La evaluación de los sistemas de agua potable de las localidades que conforman el Centro Poblado Chilimpampa Baja, nos determinará que es deficiente y se encuentran en proceso de deterioro.

1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- La evaluación de la infraestructura hidráulica de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja, nos determinará que se encuentran en proceso de deterioro y su funcionamiento es ineficiente.
- La evaluación de la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja, nos determinará que es ineficiente.
- La evaluación de la gestión administrativa de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja, nos determinará que es ineficiente.
- La Caracterización los Sistemas de agua potable del Centro Poblado Chilimpampa Baja, nos indicará que se trata de un solo sistema interconectado.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Según Medina (2012), en su trabajo de investigación: "**Diagnóstico de la Infraestructura, Gestión, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Agua de Consumo Humano de Cinco Caseríos del Distrito Celendín, Cajamarca 2009**". El estudio tuvo como objetivo realizar el diagnóstico de cinco sistemas que brindan servicio de agua en el distrito de Celendín, pertenecientes al área rural. Para el estudio se consideró: El estado del sistema, la gestión, operación y mantenimiento. Con la metodología del Propilas, la cual se viene usando en la región Cajamarca, Los resultados muestran que respecto, al estado del sistema, sólo el 50% son sostenibles y el otro 50% están en proceso de deterioro, respecto a la gestión, el 100% de los sistemas están en regular estado, y con respecto a la operación y mantenimiento el 100% de los sistemas estudiados están en regular estado.

Según Carmona (2014), en su trabajo de investigación sobre los **sistemas de agua potable del centro Poblado Otuzco – distrito de baños del Inca** menciona: a) El SAP La Shacsha Carahuanga tiene un buen estado de la cobertura, cantidad y continuidad del servicio, sin embargo, en cuanto a la calidad del agua reflejada en el análisis de cloro residual no se encuentra dentro los límites permisibles. En cuanto al estado de la infraestructura se presenta que las tapas sanitarias tanto de las captaciones, cámara de reunión, reservorio y cámaras rompe presión están despintadas y en algunos casos con inicios de oxidación. Cabe mencionar también que la cámara de reunión no cuenta con cerco perimétrico y algunos de los cercos perimétricos de los CRP-7 están en mal estado. b) El SAP Otuzco la Victoria tiene un deficiente estado de la cobertura, cantidad, continuidad y calidad del servicio, debido a que la cantidad de agua ofertada por la fuente es menor a la cantidad demandada por la población, la calidad del agua reflejada en el análisis de cloro residual no se encuentra dentro de los límites permisibles. En cuanto al estado de la infraestructura se presenta que las tapas sanitarias tanto de las captaciones, reservorios y cámaras rompe presión están despintadas y en algunos casos con inicio de oxidación. Algunos tramos de la línea de conducción y distribución se encuentran descubiertos con peligro de rotura, cuanto a las piletas domiciliarias existen algunas que se encuentran en mal estado, los demás componentes del sistema se encuentran en buen estado. c) El SAP Plan Miraflores tiene un buen estado de la cobertura, cantidad y continuidad del servicio, sin embargo, en cuanto a la calidad del agua reflejada en el análisis de cloro residual no se encuentra dentro de los límites permisibles.

En cuanto al estado de la infraestructura se presenta que las tapas sanitarias de un reservorio y cámaras rompe presión están despintadas y en algunos casos con inicio de oxidación. Cabe mencionar que el cerco perimétrico del primer reservorio se encuentra en muy mal estado, los demás componentes del sistema se encuentran en buen estado. d) El SAP Bajo Otuzco tiene un buen estado de la cobertura, cantidad y continuidad del servicio, sin embargo, en cuanto a la calidad del agua reflejada en el análisis de cloro residual no se encuentra dentro de los límites permisibles, es importante mencionar que en el sistema existe una buena oferta de agua, sin embargo, existen usuarios que tienen agua por horas, esto debido a la ubicación de los usuarios en las partes altas del sistema de distribución, por lo que se regula las válvulas de forma periódica para garantizar el abastecimiento de dichos usuarios.

En el 2015, según el Tercer Informe Nacional de Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, menciona que se ha avanzado significativamente en la meta de reducir a la mitad el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento. En el Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015 prevé reducir en más de la mitad los porcentajes de personas sin agua potable y sin alcantarillado, que en 1993 ascendían a 41 y 51%, respectivamente; en 2015 alcanzarían 18 y 23%. Entre 1993 y 2012, la población con acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua aumentó de 58.9% a 82.3%, y la que tiene acceso a servicios de saneamiento mejorados aumentó de 49% a 77.8%. También cabe destacar que, en cuanto a la cobertura de agua potable en área urbana alcanzada en 2012 y que asciende a un 91.6%, esta cifra es mayor a la meta establecida por el Plan Nacional de Saneamiento al año 2015 en 4.6 puntos porcentuales (87%). Lo mismo sucede con cobertura de saneamiento en área urbana alcanzada en 2012 (4.7 puntos porcentuales mayor que la meta al 2015); la cobertura total de agua potable alcanzada en 2012 (0.3 puntos porcentuales mayor que la meta al 2015); y la cobertura total de saneamiento alcanzada en 2012 (0.8 puntos porcentuales mayor que la meta al 2015).

Las coberturas de agua potable y saneamiento alcanzadas en los años 1993, 2017 y 2012 se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 01: Cobertura de agua potable y servicios básicos de saneamiento a nivel nacional, urbano y rural

Indicador	1993	2007	2012	2015
	%	%	%	%
Cobertura de agua potable en el área urbana	81.1	85.3	91.6	87.0
Cobertura de saneamiento en el área urbana	60.0	77.0	88.7	84.0
Cobertura de agua en el área rural	6.9	32.0	54.8	70.0
Cobertura de saneamiento en el área rural	24.6	13.1	45.6	60.0
Cobertura total de agua potable	58.9	69.2	82.3	82.0
Cobertura total de saneamiento	49.4	57.9	77.8	77.0

Fuente: “Perú: Tercer informe de cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio. Pág. 208”

En el ámbito rural, la administración, operación y mantenimiento del abastecimiento de agua potable y saneamiento son atendidas por las comunidades rurales, es decir, en zonas con concentraciones menores a 2 mil habitantes, están 7.9 millones de personas, que son atendidas por 5,084 JASS. En el ámbito urbano, hay una población atendida por 54 EPS's que alcanza el 17,1 millón de personas, en grupos de más de 30 mil habitantes; y no atendidas por EPS's, pero si por municipalidades, que alcanzan los 2.5 millones de personas. (Perú: Tercer Informe Nacional de Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, 2015)

Según Albarrán (2019), en su trabajo de investigación menciona que de la **evaluación del componente de infraestructura (Diagnóstico y operación)**, se concluye que ambos sistemas, Bellavista y San Sebastián, se encuentran en un estado medio desarrollado, siendo los indicadores más desfavorecidos, las altas presiones en la red, el mal estado de las válvulas de purga y de control, falta de mantenimiento, ausencia de análisis bacteriológicos, ineficiente cloración y la falta de micromedición. Los manantiales Pulchac (sector Bellavista) y Shiracpunta (sector San Sebastián), cuentan con un afloramiento continuo cuyos caudales son de 3.2 l/s y 1.5l/s respectivamente, valores suficientes para cubrir la demanda de la población cuyo caudal medio Q_p es de 0.56 l/s en el sector bellavista y 0.24 l/s en el sector San Sebastián. Los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac, tienen zonas de elevadas presiones que deben ser solucionadas ya que afectan a la calidad de la prestación del servicio, reduciendo la vida útil de las llaves y grifos. El sistema de agua potable Bellavista cuenta con una presión máxima de 115.09 mH₂O que corresponde a la vivienda C-179. En el sistema San Sebastián, la vivienda C-72 tiene la mayor presión con un valor de 99.04 mH₂O.

2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1. Evaluación a los sistemas de agua potable para consumo humano

- **El estado del sistema:** Evalúa primordialmente el estado de la infraestructura en todas sus partes. Se analiza la relación que tiene con la continuidad del servicio, la cantidad del recurso hídrico y la calidad del agua; así como la cobertura del servicio y su evolución. (PROPILAS, 2008)
- **La gestión de los servicios:** La gestión comprende la administración del sistema tanto en los aspectos organizacionales, económicos e Inter-institucionales. (PROPILAS, 2008)
- **Gestión Comunal:** Busca el cumplimiento de obligaciones y exigencias de sus derechos, hacia la apropiación del sistema. La participación de los usuarios en la operación y mantenimiento, pago de cuotas, participación en asambleas, buen uso de la conexión domiciliaria o el apoyo que brindan a las directivas. (PROPILAS, 2008)
- **Gestión Dirigencial:** Referida a la administración de los servicios, legalización de su organización, manejo económico, búsqueda de asesoramiento o conformación de organizaciones mayores como comités distritales, provinciales o regionales. Gestiones ante otras instituciones (control de la calidad del agua), conformaciones de empresas, etc. Cumplimiento de sus obligaciones y respeto a los derechos de los usuarios. (PROPILAS, 2008)
- **La operación y mantenimiento:** referida a una buena operación y mantenimiento del servicio, distribución de caudales, manejo de válvulas, limpieza, cloración del sistema, desinfección, reparaciones, presencia de un operador y sectorización, como también, la disponibilidad de herramientas, repuestos y accesorios para reemplazos o reparaciones; protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento y el servicio que se brinda a domicilio. (PROPILAS, 2008)

2.2.2 Evaluación de los servicios.

- **Evaluación de los servicios de agua potable:** evalúa la operación de la infraestructura existente del sistema de agua potable y analiza la calidad del agua, la continuidad del servicio, cobertura, principales problemas y las necesidades de rehabilitación o ampliación del sistema. (PROPILAS, 2008)
- **Evaluación del servicio de saneamiento:** evalúa cómo se realiza la evacuación de

excretas por parte de la población. Incluye la evaluación de la infraestructura y operación del servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, en caso existieran. (PROPILAS, 2008)

- **Evaluación de la gestión del servicio:** evalúa la información sobre la gestión del sistema, aspectos financieros y administrativos, cobro de las cuotas (pueden ser por mes u otro período), procesos de operación, mantenimiento y nivel de participación de la comunidad.

En términos generales, para hacer una evaluación casi siempre se realizan las siguientes acciones:

- a) Recolección de información o datos sujeto a la evaluación y la realidad circundante.
- b) Análisis de la información recolectada para descubrir los problemas.

2.2.2.1 Agua Potable.

En base a la información tomada en campo se describe en forma general el estado físico y las condiciones de operación de la infraestructura hidráulica del sistema de agua potable, considerando las partes que le competen como: captación, conducción, almacenamiento de agua y distribución; del mismo modo, la calidad, cantidad, cobertura, continuidad y costo.

a. Importancia del agua potable:

Según García (2009), Disponer de agua potable es vital. Sin este elemento, las personas no pueden llevar una vida sana y productiva. Por ejemplo, se calcula que cada año 900 millones de personas sufren de enfermedades diarreicas relacionadas con el agua y 2 millones mueren por falta de agua o por consumir agua contaminada.

Por lo general, las mejoras en los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado conducen a mejoras en la salud de la población y en la calidad de vida. A lo largo de la historia se ha visto que cuando una población cuenta con suficiente abastecimiento de agua potable y pone en práctica las normas recomendadas de higiene, el estado de salud de sus integrantes mejora y, por ende, éstos tienen mayores posibilidades de gozar de una vida más larga.

Por otro lado, el acceso al agua potable también es crucial para la economía. Sin un abastecimiento adecuado de agua, las fábricas que dependen de este líquido, como las textiles y las agroindustriales, verían perjudicada su producción, lo que repercutiría de una u otra forma en la estabilidad económica de la sociedad.

Por ello, la población debe cumplir un papel protagónico en el cuidado del agua; asimismo, debe exigir a la empresa prestadora que le proporcione agua potable de calidad. En dos encuestas de opinión realizadas en julio y diciembre del 2003 por encargo de la SUNASS en las ciudades de Lima, Piura y Arequipa por la Empresa de Investigación de Mercado y Consultoría Ad-Rem, se evaluó el servicio que brindaban las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) de esas ciudades. Analizando los resultados de estas encuestas, podemos observar que a los usuarios les interesa el aspecto más pragmático y operacional del servicio de agua potable y, tal vez por falta de conocimiento, no les preocupa tanto la calidad de este elemento; sin embargo, cuando se han presentado problemas en este aspecto, las protestas no se han hecho esperar. A la gran mayoría le interesa, ante todo, que el servicio sea continuo, que el agua llegue con una buena presión, que el costo sea bajo y que la empresa prestadora proporcione un trato no arbitrario, reclamo que debe interpretarse como un pedido de mayor tolerancia de la entidad prestadora para evitar los cortes de suministro.

Por su parte, la población tiene el deber y el derecho de conocer los problemas que tienen sus fuentes de agua y participar en el cuidado de ellas. Requerir un buen servicio es derecho del usuario, mientras que pagar por él constituye su deber. De esa manera, todos los ciudadanos contribuimos activamente a mejorar la calidad de agua potable que bebemos y, a la vez, la calidad de vida en el Perú.

b. Calidad del agua para el consumo humano

En el 2010, con el objetivo de proteger y promover la salud y bienestar en la población, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), elaboró el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

Este reglamento determina los valores máximos (o más conocidos como los límites máximos permisibles) que puede tener el agua de elementos físicos, químicos y microbiológicos, para ser considerada potable y por tanto bebible por el ser humano. También, se establecieron las autoridades encargadas de dirigir y supervisar la gestión de la calidad del agua para consumo humano, el papel de los gobiernos regionales y locales; además de fortalecer la posición de DIGESA, como autoridad sanitaria, entre otros. (Informe Quincenal de la SNMPE. Feb. 2012)

Tabla N°02: Autoridades competentes para la gestión de la calidad del agua para consumo humano:

Entidad	Funciones
Dirección General de Salud (DIGESA)	<p>Establecer la Política Nacional de Calidad del Agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Diseñar la Política Nacional de Calidad del Agua para el consumo Humano. ❖ Elaborar las guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físico, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano. ❖ Normar los requisitos (límites máximos permisibles) químicos, físicos y microbiológicos que el agua para consumo humano debe cumplir. ❖ Normas de vigilancia sanitaria y los procedimientos técnicos-administrativos, entre otras.
Dirección Regional de Salud (DIRESA), Gerencias Regionales de Salud (GRS) y las Direcciones de Salud (DISA)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vigilar la calidad del agua en su jurisdicción. ❖ Elaborar y aprobar planes operativos anuales de seguimiento a la calidad del agua. ❖ Consolidar y reportar la información de vigilancia a entidades del Gobierno Nacional, Regional t Local ❖ Aprobar el plan de control de calidad del agua, entre otras responsabilidades.
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Generar las condiciones necesarias para el acceso a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en concordancia a las disposiciones sanitarias, en especial de los sectores de menores recursos económicos, entre otras responsabilidades.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)

- ❖ Formular los instrumentos de supervisión a las normas sanitarias
- ❖ Supervisar el cumplimiento de las disposiciones sanitarias
- ❖ Informar a la Autoridad de Salud correspondiente las faltas de los proveedores de agua potable, en los requisitos de calidad sanitaria.

Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales (provincias y distritos)

- ❖ Velar por la sostenibilidad de los sistemas de agua.
- ❖ Supervisar el cumplimiento de las normas sanitarias.
- ❖ Informar a la autoridad de salud de la jurisdicción cuando los proveedores de su ámbito de competencia no estén cumpliendo los requisitos de calidad sanitaria.

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Dirección General de Salud (DIGESA)

Se considera agua apta para el consumo humano, toda aquella que no dañe la salud de las personas, pueden provenir de fuentes naturales o haber sido tratadas específicamente para el uso humano. En el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, se especifican los parámetros microbiológicos, organolépticos y químicos, que debe cumplir el agua para ser considerada bebible por el ser humano. Se describen a continuación:

➤ **Parámetros microbiológicos**

Referido a los seres microbiológicos, tales como: bacterias heterotróficas, virus, huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; así mismo, organismos de vida libre, como: algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos. (Ministerio de Salud, 2010)

Tabla N°03: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidades de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	0

2.	E. Coli	UFC/100mL a 44.5°C	0
3.	Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100mL a 44.5°C	0
4.	Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5.	Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6.	Virus	UFC/mL	0
7.	Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano
(Ministerio de Salud, 2010)

UFC= Unidad formadora de colonias.

➤ Parámetros organolépticos

Referido a los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial. (Ministerio de Salud, 2010)

Tabla N°04: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

Parámetros	Unidades de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	-----	Aceptable
2. Sabor	-----	Aceptable
3. Color	UCV escala P1/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1000
8. Cloruros	mg Cl-L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ =L ⁻¹	250
10. Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500

11. Amoniac	mg N L ⁻¹	1.5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0.3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0.4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0.2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2.0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3.0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano
(Ministerio de Salud, 2010)

UCV= Unidad de color verdadero.

UNT= Unidad nefelométrica de turbiedad

➤ **Parámetros químicos orgánicos e inorgánicos**

Referido a las cantidades máximas permisibles de ciertos elementos en el agua, como el arsénico, mercurio, plomo, boro, etc. Además, limita la concentración de sustancias orgánicas, como los hidrocarburos disueltos, el benceno, aldrín, cloruro de vinilo, etc. (Ministerio de Salud, 2010)

Tabla N°05: Límites máximos permisibles de parámetros químicos orgánicos e inorgánicos

Parámetros	Unidades de medida	Límite máximo permisible
1. Arsenio	mg As-L ⁻¹	0.01
2. Cloro	mg-L ⁻¹	5
3. Mercurio	mg Hg-L ⁻¹	0.001
4. Plomo	mg Pb-L ⁻¹	0.01

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano
(Ministerio de Salud, 2010)

➤ **Parámetros de control obligatorio**

Los parámetros de control obligatorio (PCO) son aquellos que todo proveedor de agua debe realizar obligatoriamente al agua para consumo humano, tales como:

1. Coliformes Totales.
2. Coliformes termotolerantes.
3. Color.

4. Turbiedad.
5. Residual de desinfectante.
6. pH.

c. Cantidad de agua

Referida a la necesidad que las personas tengan acceso a agua potable basada en una dotación, de tal manera que satisfagan sus necesidades básicas de bebida, cocina, higiene personal, limpieza de vivienda, lavar ropa, etc. (García, 2009)

d. Oferta del agua

La oferta se entiende como la disponibilidad de recursos naturales e infraestructura para agua potable y saneamiento, entendiéndose por recursos naturales, cauces de ríos, manantiales, lagos, etc. Y su ubicación en la microcuenca, entendiéndose por esta el almacenamiento del agua que cubre a varias comunidades. (García, 2009)

e. Continuidad de servicio.

Expresado en el tiempo efectivo durante el cual se dispone de suministro de agua en forma permanente, siendo lo ideal disponer de agua las 24 horas del día. (García, 2009)

f. Cobertura.

Referida a la proporción de la población que habita en la zona evaluada, que tiene acceso al servicio de agua potable, ya sea mediante una conexión domiciliaria o una pileta pública.

Un indicador cercano al 100 % significa que la mayor parte de la población cuenta con acceso al servicio de agua potable, por el contrario, si este indicador es bajo significa que buena parte de la población no cuenta con el servicio, lo cual repercute en la salud de la población. (García, 2009)

g. Costo.

Referido al gasto económico que representa la prestación del servicio de agua, el cual implica: el tratamiento, el mantenimiento, y la reparación de las instalaciones, así como los gastos administrativos que el buen servicio exige y que el usuario debe retribuir al prestador que brinda dicho servicio. (García, 2009)

2.2.3 Evaluación de la Infraestructura hidráulica.

Se evaluará la infraestructura hidráulica existente, los ensayos y/o análisis respectivos, esto servirá para formular programas de mejoramiento; así mismo, se agregarán fotografías e imágenes donde se refleje la situación actual en la que se encuentra la infraestructura hidráulica.

a. Periodo de diseño

Según los parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, los diferentes componentes del sistema se determinarán considerando los siguientes factores:

- a) Vida útil de las estructuras y equipos.
- b) Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura.
- c) Crecimiento poblacional
- d) Economía de escala.

Los periodos de diseño máximo recomendables son los siguientes:

- a) Capacidad de las fuentes de abastecimiento: 20 años
- b) Obras de captación: 20 años
- c) Pozos: 20 años
- d) Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio: 20 años
- e) Tubería de conducción, impulsión, distribución: 20 años
- f) Equipos de bombeo: 10 años
- g) Caseta de bombeo: 20 años

b. Población futura

Según Agüero (2012), el método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético. Este método se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que estas van

cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.

La Fórmula de crecimiento aritmético es:

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r \cdot t}{1000} \right)$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes (En el caso de la región Cajamarca el coeficiente de crecimiento lineal = 25)

t = Tiempo en años

c. Dotación de agua

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes localidades rurales; se asignan las dotaciones en base al número de habitantes y a las diferentes regiones del país. (Ministerio de Salud, 2010)

Tabla N°06: Dotación por número de habitantes

POBLACIÓN (habitantes)	DOTACIÓN (l/hab./día)
Hasta 500	60
500 - 1000	60 - 80
1000 - 2000	80 - 100

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

Tabla N°07: Dotación por región.

REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab./día)
SELVA	70

COSTA	60
SIERRA	50

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

d. Caudales de diseño

En el Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales del Ing. Eduardo García, se define los parámetros para un proyecto de agua potable:

- Caudal medio diario (Q_m)
- Caudal máximo diario ($Q_{max.d}$)
- Caudal máximo horario ($Q_{max.h}$)

Para el cálculo, se considera las relaciones siguientes:

$$Q_m = \frac{\text{módulo de consumo } \times \text{ población futura}}{86.400 \text{ seg (24 hrs)}}$$

$$Q_{max.d} = 1.3 Q_m$$

$$Q_{max.h} = 1.5 Q_m$$

$Q_{max.d}$: Servirá para el diseño de Captación, línea de Conducción y reservorio.

$Q_{max.h}$: Servirá para el diseño de línea de aducción y sistema de distribución.

2.2.3.1. Terminología básica:

a. Componentes de un sistema de agua potable por gravedad

Según García (2009), los componentes de un sistema de agua potable por gravedad deben ser los siguientes:

- Captación.
- Línea de conducción – tubería entre captación y planta de tratamiento o reservorio de almacenamiento.
- Planta de tratamiento para mejorar la calidad de agua.
- Reservorio de almacenamiento.
- Línea de aducción – tubería entre reservorio e inicio de la red de distribución.
- Red de distribución – tuberías que distribuye el agua en la población.
- Piletas públicas o domiciliarias.

b. Captación de manantiales

Según García (2009), la captación de manantiales se realiza mediante una estructura de concreto armado, conformado por 2 cajas, siendo la primera para el ingreso del agua y la segunda como caja de válvulas. Ambos deben tener tapas metálicas herméticas.

La caja de ingreso deberá tener orificios que permiten el ingreso del agua a la caja y tener un relleno de grava entre la caja y el terreno donde se ubica el manantial.

El objetivo es que el agua ingrese a la caja lo más directamente posible sin recibir contaminación del medio ambiente.

De acuerdo con el caudal de captación DIGESA clasifica las cajas de captación en 3 tipos, con dimensiones de acuerdo con el caudal.

Tabla N°08: Caudales en las captaciones de manantiales.

TIPO	CAUDAL (l/seg.)
C-1	Hasta 2.5
C-2	0.7 – 0.8
C-3	Hasta 6

Fuente: Manual de agua potable en poblaciones rurales (2009)

Los componentes que debe tener la estructura son los siguientes: a) Caja de captación y caja de válvulas, b) Rejilla en la entrada de la tubería, c) Vertedor de excedencias y tubería de limpia, d) Válvulas para línea de conducción y tubo de limpieza, e) Tubo de ventilación, f) Tapas de las cajas de 0.80 X 0.60m. con cierres herméticos, g) En manantiales dispersos utilizar galerías colectoras hasta la caja, h) Cerco perimétrico.

c. Línea de conducción

Según García (2009). Es la línea que transporta el agua desde la captación hasta el punto de entrega, que usualmente es el reservorio de regulación, pero eventualmente puede ser la planta de tratamiento o puede ser directamente a la red de distribución cuando el caudal de conducción corresponde al caudal máximo horario, lo que hace innecesario el reservorio de regulación.

El caudal de diseño usual corresponde al caudal máximo diario. Eventualmente caudal máximo horario si se tiene disponibilidad hídrica y se justifica económicamente esta

solución, comparando el costo adicional por mayor diámetro de tubería y el ahorro de no construir el reservorio.

d. Línea de aducción y red de distribución

La línea de aducción es la línea entre el reservorio y el inicio de la red de distribución. El caudal de conducción es el máximo horario. (García, 2009)

La red de distribución es el conjunto de líneas destinadas al suministro de agua a los usuarios, que debe ser adecuada en cantidad y calidad. En poblados rurales no se incluye dotación adicional para combatir incendios. (García, 2009)

Los parámetros de diseño de la línea de aducción serán los mismos que para la línea de conducción excepto el caudal de diseño. (García, 2009)

e. Reservorio de regulación

Es una estructura de concreto armado cilíndrica o cúbica en algunos casos, la cual suministra el caudal máximo horario a la red de distribución, debe mantener las presiones adecuadas en la red de distribución, debe tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción. (García, 2009)

2.2.4 Evaluación de la Operación y Mantenimiento.

2.2.4.1 Operación y Mantenimiento de Sistemas de agua.

OPERACIÓN

Referido al funcionamiento correcto del sistema de abastecimiento de agua a través de acciones en forma permanente y sistemática en las instalaciones y equipos para asegurar a la comunidad agua de buena calidad, servicio y cantidad suficiente.

MANTENIMIENTO

Referido a las acciones que se deben de realizar en las instalaciones y equipos para prevenir o reparar daños de estos, existen dos tipos de mantenimiento:

- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** Es la reparación de daños causados por accidentes o desgaste en las instalaciones del sistema de agua.
- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** Es el conjunto de acciones que se realizan rutinariamente antes de que se produzcan daños en el sistema de agua con el fin de evitarlos. El mantenimiento preventivo disminuye costos y garantiza un servicio de agua constante.

2.2.4.2. Responsabilidad de la operación y mantenimiento.

El responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable es la JASS (Junta Administradora de Servicios de Saneamiento) **Art.167 Ley de Servicios de Saneamiento N° 26338.**

El operador u operadora designada por esta junta, es la persona calificada, responsable de la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema de agua potable.

Sus principales responsabilidades son:

- Operar y mantener adecuadamente el servicio.
- Inspeccionar periódicamente cada componente del sistema.
- Responder ante la JASS sobre el estado general del sistema.
- Llevar un registro y control de la operación y mantenimiento, haciendo un reporte mensual del mismo.
- Informar a la JASS sobre las necesidades de adquisición de materiales, herramientas, repuestos e insumos para el buen funcionamiento del sistema.
- Maniobrar las válvulas de control del sistema de agua potable como único autorizado.

2.2.4.3. Operación y mantenimiento de la captación.

OPERACIÓN

- Para poner en marcha la captación, después de cada mantenimiento, abrir la válvula de salida cuando el agua ha llegado al nivel de rebose.
- Para realizar trabajos de mantenimiento cerrar la válvula de salida de la captación.

MANTENIMIENTO

- Inspeccionar el área de influencia del manantial para detectar posibles fuentes de contaminación como presencia de animales, letrinas, pozos ciegos, etc.
- Revisar periódicamente la estructura de la captación, si es que hubiera rajaduras o fugas de agua, reparar las partes dañada con mortero de cemento.
- Realizar la limpieza de la cuneta de protección y el área adyacente al manantial, quitando plantas, piedras, tierra o cualquier otro material extraño.
- Proteger las tuberías de rebose y desagüe con malla de alambre para evitar la entrada de insectos u otros animales.
- Hacer la desinfección de la cámara de captación.
- Reparar el cerco de alambre de púa y repintar los postes.

- Lubricar y repintar los pernos, tapas metálicas y válvulas.

2.2.4.4. Operación y mantenimiento de la Línea de conducción.

OPERACIÓN:

- Para poner en marcha la captación, abrir la válvula de salida de la captación para que el agua fluya por la tubería de conducción.
- Para eliminar sedimentos y residuos: abrir la válvula de purga en la línea de conducción, luego cerrarla.

MANTENIMIENTO:

- Inspecciona la línea para detectar posibles fugas y repararlas
- Inspeccionar el interior de las cámaras de reunión, cámaras rompe presión.
- Limpieza y desbroce de la línea de conducción.
- Revisión de válvulas y reparación de ser el caso.

2.2.4.5. Operación y mantenimiento del reservorio.

OPERACIÓN:

- Para la operatividad: abrir las válvulas de entrada y salida, cerrar las válvulas del bypass y de limpia.
- Para la instalación de cloración: instalar el hipocloro, abrir la válvula de ingreso al máximo y cerrar las válvulas de salida, limpia y bypass hasta que llene el tanque, luego cerrar la válvula de ingreso.
- Para el mantenimiento interno del tanque de almacenamiento: cerrar la válvula de ingreso y de salida, abrir las válvulas del bypass y limpia.

MANTENIMIENTO:

- Limpiar con escobillas y escobas de plástico, espátulas y badilejos las paredes, piso, partes internas del reservorio.
- Abrir la válvula de ingreso de agua, lo suficientemente como para enjuagar, con abundante agua, el tanque de almacenamiento y dejar salir el agua sucia por el tubo de limpia.

- Desinfectar el tanque de almacenamiento periódicamente.
- Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores eliminando hierbas, piedras y otros materiales extraños.
- Lubricar los pernos, tuercas válvulas, bisagras de las tapas sanitarias y la puerta del cerco perimétrico.
- Profundizar y limpiar los canales de coronación y de limpia.

2.2.4.6. Operación del sistema de cloración.

El manual de operación del sistema de cloración mejorado (2018), menciona lo siguiente:

DEMANDA DE CLORO: La dosis de cloro que debe aplicarse debe ser suficiente para satisfacer su demanda y dejar un residual óptimo de cloro de hasta 1mg/l, en cualquier punto de la red de distribución a un mínimo de 0.5 mg/l en los puntos extremos de la red.

El volumen de cloro que se aplica al agua debe ser igual a la demanda de cloro más el cloro residual que se desee dejar, o sea:

$$\text{Volumen de Cloro} = \text{Demanda de Cloro} + \text{Cloro Residual}$$

Solamente existe garantía de desinfección en aquellas aguas en las que se determina presencia de cloro residual libre. El cloro se asume a medida que entra en contacto con sustancias orgánicas disueltas en el agua oxidándolas para luego tomar acción en contra de los microorganismos patógenos, como bacterias, virus, protozoarios y otros, eliminándolos. Cuanto más limpia sea el agua, mayor eficiencia tendrá la cloración.

Si una cantidad suficiente de cloro ha sido adicionada al agua habrá cloro sobrante en el agua. Este cloro puede dispersarse en el agua matando nuevos microorganismos que entren en contacto con el agua, a través de tuberías rotas, tanques de almacenamiento, reparaciones defectuosas y falta de mantenimiento en general.

A este cloro se conoce como cloro residual libre o cloro residual y es el cloro remanente después de que el agua ha satisfecho su demanda de cloro (ha oxidado el cloro). Este cloro continua desinfectando a lo largo del sistema de agua por un periodo posterior a la aplicación de cloro al tanque.

Si medimos y encontramos cloro residual en el agua, esto nos indica que los microorganismos patógenos (por ejemplo: bacterias) que pueden producir enfermedades han sido eliminados y por lo tanto, esto constituye un buen indicador de que el agua puede ser ingerida sin riesgos para la salud.

MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL EN EL AGUA: Material necesario para medir el cloro residual:

- Comparador de cloro residual de disco o artesanal.
- Pastillas DPD: son unas pastillas que producen una reacción al ponerse en contacto con el cloro, cambiando el color del agua (rosado).

¿Cómo medir el cloro residual?

Para medir el cloro residual proceder de la siguiente manera:

1ro Tomar la muestra en 3 sitios diferenciados de la red de distribución:

- Uno cerca del reservorio.
- Uno en la parte intermedia.
- Uno en la parte más baja o última conexión domiciliaria.

2do Enjuagar 2 veces el comparador de cloro residual.

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

4to Echar el agua contenida en el comparador 1 o 1/2 pastilla DPD.

5to Tapar el comparador.

6to Agitar el comparador y esperar 60 segundos.

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

2.2.4.7. Operación y mantenimiento de la red de distribución.

OPERACIÓN:

- Para poner en funcionamiento a la red de distribución, en el reservorio se debe abrir la válvula de ingreso y de salida, cerrar las válvulas de limpia y bypass.
- Para el mantenimiento de la línea de aducción y red de distribución mantener cerradas las válvulas de ingreso, salida y bypass, terminado las actividades abrir las válvulas de ingreso y salida, mantener cerradas las válvulas de bypass y limpia.
- Para el mantenimiento y abastecimiento de agua en las cámaras rompe presión tipo 7, abrir y graduar la válvula de ingreso a la cámara húmeda.
- Abrir la válvula de purga de agua y de aire para eliminar sedimentos y aire acumulados en las tuberías, luego cerrarlos.
- Abrir y calibrar las válvulas de control de acuerdo a la demanda de cada sector.
- Al final de los trabajos de desinfección de la línea de aducción y red de distribución

abrir las válvulas de purga para eliminar el agua con el desinfectante de las tuberías.

MANTENIMIENTO:

- Comunicar a la población con la debida anticipación el trabajo de mantenimiento y la interrupción temporal en el servicio de abastecimiento de agua. pedir a la población que cierren sus llaves de paso.
- **ACTIVIDADES EN LAS CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO 7**
 - Limpiar la parte externa, canal de coronación, retirando hierbas y todo material extraño.
 - Lubricar los pernos y tuercas de las tapas sanitarias y bisagra de la puerta de ingreso.
 - Reparar el cerco perimétrico (alambre de púas y postes)
 - Resanar las partes dañadas utilizando mortero cemento- arena.
 - Limpiar con escobilla y/o badilejo las paredes, piso, accesorios y parte interna de la tapa metálica.
 - Desinfectar las cámaras.
- **ACTIVIDADES EN LAS VÁLVULAS DE PURGA Y DE AIRE**
 - Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores.
 - Abrir la tapa sanitaria, engrasar los pernos y las tuercas.
 - Resanar las grietas en caso de fugas.
 - Limpiar la parte interna retirando hierbas, agua acumulada y otros materiales extraños.

2.2.4.8. Operación y mantenimiento de las conexiones domiciliarias.

OPERACIÓN:

- Para poner en funcionamiento abrir y regular el ingreso de agua con la llave de paso.
- En caso de mantenimiento de las conexiones domiciliarias externas, cerrar el agua en la válvula de control próxima y terminada la actividad abrirla.

MANTENIMIENTO:

- Verificar el buen funcionamiento de la llave de paso, grifos y accesorios.
- Detectar fugas de agua y repararlos.

- Limpiar externamente la caja de paso retirando hierbas, piedras y otros materiales extraños.
- En caso de grietas en la estructura resanar con mortero.

2.2.5 Evaluación de la Gestión Administrativa

La Evaluación de la Gestión Administrativa está en función a los siguientes puntos:

- La Ley N°26338, Ley General de Servicios de Saneamiento y el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley de Servicios de Saneamiento aprobado con DS N°023 – 2005 – VIVIENDA, rigen la prestación de los servicios de saneamiento, en el Título VII del ámbito rural y de pequeñas ciudades, aquellos que se consideran bajo los siguientes rangos:
 - Centro Poblado del ámbito rural es aquel que no sobrepase de dos mil (2,000) habitantes.
 - Pequeña ciudad aquella que tenga entre dos mil uno (2,001) y treinta mil (30,000) habitantes.
- Según el Decreto Ley N°26338, Decreto Supremo N°24 – 94 -PRES), las JASS se constituye como una asociación civil, con personería jurídica, por cuanto puede suscribir convenios de cooperación, contratos, prestamos con otras instituciones.
- La Asamblea General es la autoridad máxima de decisión de la JASS, lo conforman todos los usuarios y sus funciones principales son:
 - Aprobar el estatuto. Reglamento interno, plan de trabajo, presupuesto anual y la cuota familiar.
 - Supervisar y evaluar las actividades realizadas por el Consejo Directivo.
 - Designar el Comité Electoral
 - Confirmar o revocar las sanciones impuestas por el Consejo Directivo, además de otras funciones que por su naturaleza le corresponde como máxima autoridad de las JASS.
- El Consejo Directivo es la instancia responsable de la Administración de la JASS, lo integran: El presidente(a), el secretario(a), el tesorero(a) y dos vocales. Sus principales funciones son:
 - Administrar el servicio de saneamiento.
 - Elaborar el plan anual de trabajo, presupuesto y cálculo de la cuota familiar.
 - Cautelar el patrimonio de la JASS.
 - Aprobar la solicitud de inscripción de nuevos socios(as)

- Aplicar sanciones a los asociados(as)
- Contratación de personal.
- Supervisión de las obras y mejoramiento del servicio.
- Coordinación con diversas instituciones.
- Elaborar el informe final.
- Elaborar campañas de limpieza comunal y otras funciones.
- Mediante DECRETO SUPREMO N°002-2012 – VIVIENDA, se crea el PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL, con fecha 06 de enero del 2012; bajo el ámbito del Vice ministerio de Construcción y Saneamiento, orientado a posibilitar el acceso de la población del ámbito rural, al agua y saneamiento de calidad y sostenible, cuyos objetivos son:
 - a) Construcción, rehabilitación y/o ampliación de infraestructura de agua y saneamiento.
 - b) Implementación de soluciones tecnológicas no convencionales para el acceso al agua potable.
 - c) Instalación de sistemas de disposición sanitarias de excretas.
 - d) Fortalecimiento de capacidades en los gobiernos regionales y locales, las organizaciones comunales y la población, para la gestión, operación y mantenimiento de los servicios.
 - e) Fortalecer de capacidades en los gobiernos regionales y locales para la identificación, formulación y ejecución de planes, programas y proyectos de inversión en saneamiento rural.
 - f) Fortalecimiento de la educación sanitaria en la población beneficiaria.

2.2.6 Sostenibilidad:

La sostenibilidad hoy se ha convertido en un requisito indispensable para la generación de desarrollo, así que, el Banco Mundial define la sostenibilidad como: “La habilidad de un proyecto para mantener un nivel aceptable del flujo de beneficios a través de su vida económica, el cual puede ser expresado en términos cuantitativos y cualitativos” (Valdez et al. 1997)

En el caso de servicios de agua, es sostenible cuando su periodo de diseño proyectado suministra el nivel deseado de servicio con criterio de calidad y eficiencia.

En agua y saneamiento, se busca:

- **Sostenibilidad Técnica:** que tiene como objetivo la de ofertar e implementar infraestructura y tecnología adecuada, accesible al usuario en su manejo, aplicación y utilidad. (PROPILAS CARE – PERÚ 2007)
- **Sostenibilidad Social:** que permita generar competencias en los actores sociales para la autogestión, administración y uso del servicio y recursos hídricos, propiciando la reversión de la resistencia al pago del servicio, la cultura al ahorro y uso del agua. (PROPILAS CARE – PERÚ 2007)
- **Sostenibilidad Económica:** al buscar estrategias de gestión que les permita reducir los costos por administración, recaudar fondos para el mantenimiento de la infraestructura y asegurar la calidad del servicio, la continuidad y uso adecuado del agua o la implementación de modalidades del costo compartido que permite valorar el esfuerzo desplegado por la familia y garantiza la sostenibilidad de las obras. (PROPILAS CARE – PERÚ 2007)
- **Sostenibilidad ambiental:** que busca la conservación del recurso hídrico y minimizar los efectos e impactos en el medio ambiente. (PROPILAS CARE – PERÚ 2007)
- **Sostenibilidad Institucional:** al generar el soporte participativo inter institucional adecuado en el periodo de post intervención, que vigile la continuidad de la calidad de los servicios y el cambio de conductas saludables en las familias usuarias. (PROPILAS CARE – PERÚ 2007)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El Centro Poblado de Chilimpampa Baja se ubica en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca. Se encuentra a 3469 m.s.n.m. (Altitud a la que se encuentran el colegio y la escuela) según la clasificación de las regiones naturales del Perú sustentado por el Dr. Javier Pulgar Vidal, Chilimpampa Baja se encuentra en la región quechua, pero si consideramos las zonas altas encontramos viviendas a mas de 3500 m.s.n.m. siendo la región suni, por lo que, Chilimpampa Baja se encuentra tanto en la región natural quechua y suni.

COORDENADAS UTM: E: 767538.00 m.

N: 9217907.00 m.

Acceso desde la ciudad de Cajamarca: El Centro Poblado de Chilimpampa Baja se encuentra al norte de la ciudad de Cajamarca, recorreremos por la carretera 3N que conecta Cajamarca con Bambamarca aproximadamente 23 km. con un tiempo de viaje en automóvil de 45 minutos.

3.1.2. Población

Según el Censo Nacional 2017 realizado por el INEI, el centro poblado de Chilimpampa Baja cuenta con 330 habitantes de los cuales 169 son hombres y 161 son mujeres. Según estudios del INEI la tasa de crecimiento del departamento de Cajamarca es de -0.3% (2007-2017), eso indica la migración que se produce hacia otros departamentos. El centro poblado de Chilimpampa Baja también cuenta con una tasa de crecimiento negativo, ya que gran parte de su población a migrado hacia la ciudad de Cajamarca en busca de mejoras de su calidad de vida, la mayoría de su población son niños(as) y personas adultas mayores, las personas jóvenes tienden a migrar. Se optará por considerar una tasa de crecimiento nulo según lo indica el MVCS.

3.1.3. Clima

Chilimpampa Baja presenta un clima templado – frío, característico de las zonas altas. La temperatura media anual fluctúa entre 7 °C y 10 °C. Las temperaturas máximas son superiores a 20 °C, y las mínimas oscilan entre -1 °C a -16 °C. Las precipitaciones son abundantes entre los meses de enero y abril.

3.1.4. Topografía

La topografía del área de estudio es mayormente accidentada, con pendientes mayores de 30% incluso, pero también existen zonas onduladas y llanas.

3.2. Materiales, equipos y softwares

3.2.1. Materiales

- Guías de observación, formatos para encuestas para los usuarios y/o para la junta de administración.
- Formatos para la recopilación de datos de las características o cualidades de las diversas estructuras de sistema de agua potable.

3.2.2. Equipos

- Manómetro
- Micromedidores de 3/4" marca ELSTER M170
- GPS – Aplicación móvil GPS Status.
- Cámara fotográfica
- Laptop Lenovo Y50
- Comparador visual para cloro residual y Ph - Reactivos DPD.

3.2.3. Softwares

- Autocad Civil 3D – 2018
- Microsoft Office 2016
- Epanet v.2.0
- Google Earth

3.3. Metodología

El tipo de investigación es aplicada que se desarrolla dentro del nivel descriptivo, utilizando el método científico y con el alcance de análisis, deductivo, descriptivo. Como estrategia se ha considerado una metodología hipotética.

3.3.1 Técnicas e Instrumentos de recopilación de información

El presente trabajo se realizó utilizando los siguientes instrumentos:

- **OBSERVACIÓN DE CAMPO Y FICHA DE RECOJO:** Utilizando el FORMATO N°01 (Estado del sistema de abastecimientos de agua), se obtuvo información sobre el estado actual de cada uno de los componentes de los sistemas, se realizó a través de la observación directa y manipuleo, haciendo el recorrido de todo el sistema acompañado del técnico encargado por la JASS y autoridades del centro poblado.
- **ENCUESTAS:** Utilizando el FORMATO N°03 (Encuesta sobre gestión de servicios), se obtuvo información sobre la gestión de los dirigentes y sobre la operación y mantenimiento del sistema de agua potable. Estas encuestas se aplicaron a miembros de la JASS.
- **ENTREVISTA A USUARIOS(AS):** Utilizando el FORMATO N°02 (Encuestas a los usuarios), se obtuvo la opinión cualitativa de parte de los usuarios del agua potable, así como recoger información sobre la instalación de los servicios en la vivienda.
- **MODELAMIENTO EN EPANET:** Se tomaron diversos puntos con GPS de las viviendas y de las estructuras hidráulicas presentes en el sistema de distribución, se modeló en Epanet para obtener las presiones de cada punto de la red de distribución y generar un mapa de presiones.
- **TOMA DE PRESIONES:** Haciendo uso de un manómetro adaptado a los grifos de los usuarios, se tomó la presión del agua en diferentes puntos de la red de distribución, considerando el mapa de presiones generado por Epanet en donde se identificaron las áreas con mayor y menor presión.
- **INSTALACIÓN DE MICROMEDIDORES:** Para evaluar el consumo diario de agua por parte de los usuarios, se instalaron micromedidores en diversos puntos de la red de distribución, de ellos solo cinco (05) usuarios estuvieron de acuerdo y apoyaron a la investigación.
- **MUESTRAS DE AGUA:** Se tomaron tres (03) muestras de agua perteneciente a la red de distribución en puntos estratégicos, al inicio, al centro y al final, para posteriormente llevarlos a un laboratorio en donde se determinaron sus parámetros de control obligatorios.

- **COLORO RESIDUAL Y PH:** Se tomaron tres (03) muestras de agua de la red de distribución, Uno cerca a los reservorios, el segundo en la parte intermedia y el tercero en la parte más baja de la red de distribución, se determinó el cloro residual y el Ph del agua haciendo uso de un comparador visual para cloro residual y Ph.

3.3.2. Fases de la metodología aplicada

Primera fase: Se efectuó una primera evaluación de la problemática, elaborando preguntas claves que facilitarían el recojo de información, entre las que se destacan:

- ¿Cuál es el estado en que se encuentran los servicios de agua en el Centro Poblado de Chilimpampa Baja?
- ¿Cuáles son los principales problemas que atraviesan los usuarios que utilizan los servicios de agua?
- ¿Cuáles son las deficiencias de la infraestructura de los servicios de agua?
- ¿Cómo se maneja la operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento?

Segunda fase: Como es característico en la zona rural, las viviendas del centro poblado Chilimpampa Baja se encuentran dispersas, por lo que se coordinó con las autoridades de la JASS para que nos den la facilidad de poder hacer el recorrido, para ello se programaron cuatro (04) visitas de campo con el técnico capacitado de la JASS, recogiendo información de los sistemas de agua potable y de la población respecto al servicio que se les brinda. Así mismo, se instalaron micromedidores en diez (10) usuarios para evaluar el consumo diario, para ello se brindó una pequeña capacitación de cómo se deben tomar los datos de la micromedición, indicándoles que se debe tomar nota del número que marca el micromedidor a las 8:00am de cada día. Se tomaron los datos de cloro residual y pH con el reactivo DPD en viviendas ubicadas estratégicamente de cada uno de los reservorios.

3.4. Identificación de la infraestructura existente

A continuación, vamos a describir los diferentes elementos de que forman parte del sistema de agua potable, producto de diversos recorridos para la toma de datos y verificación de los planos proporcionados por la JASS.

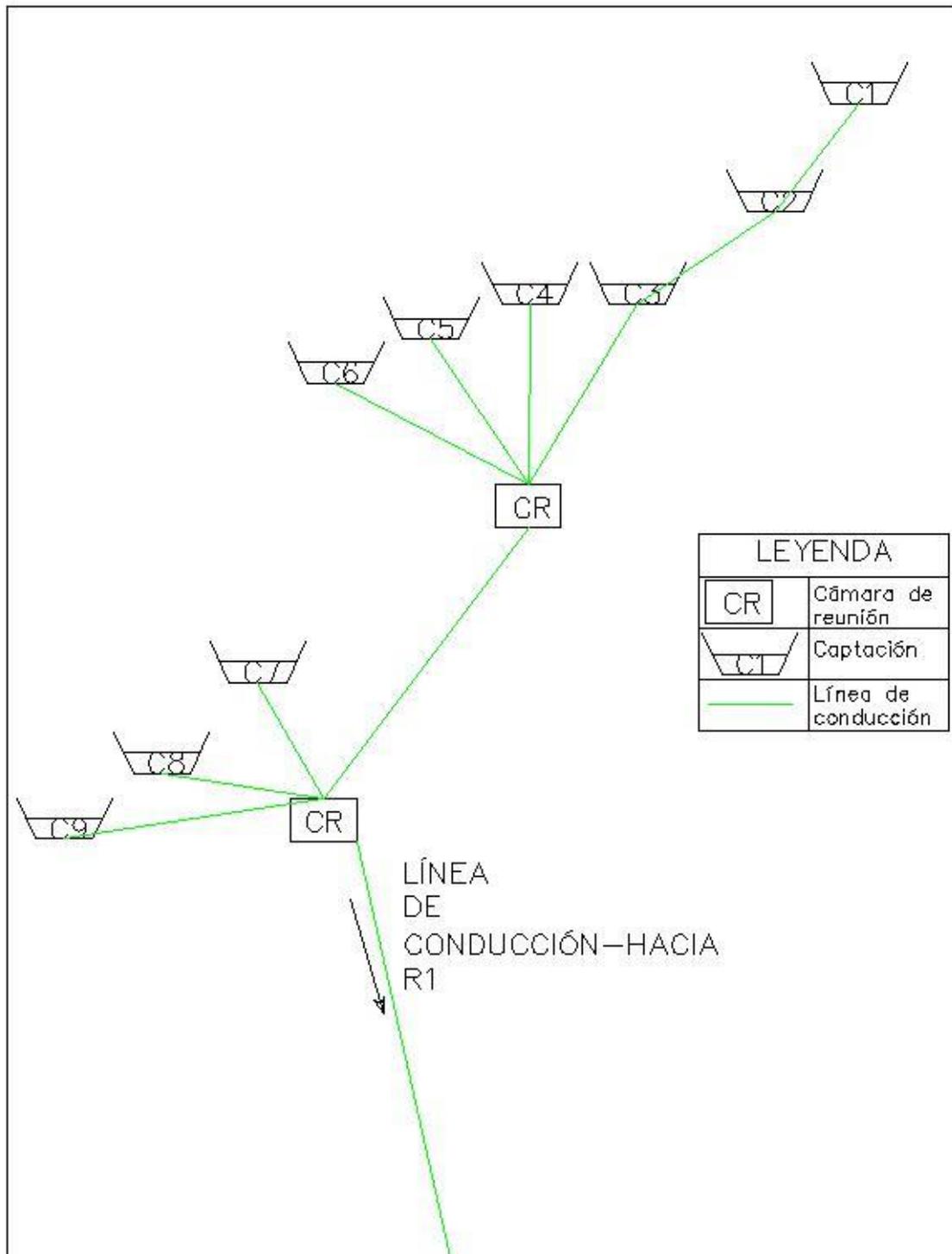


Fig. 01: Croquis de las captaciones y cámaras de reunión

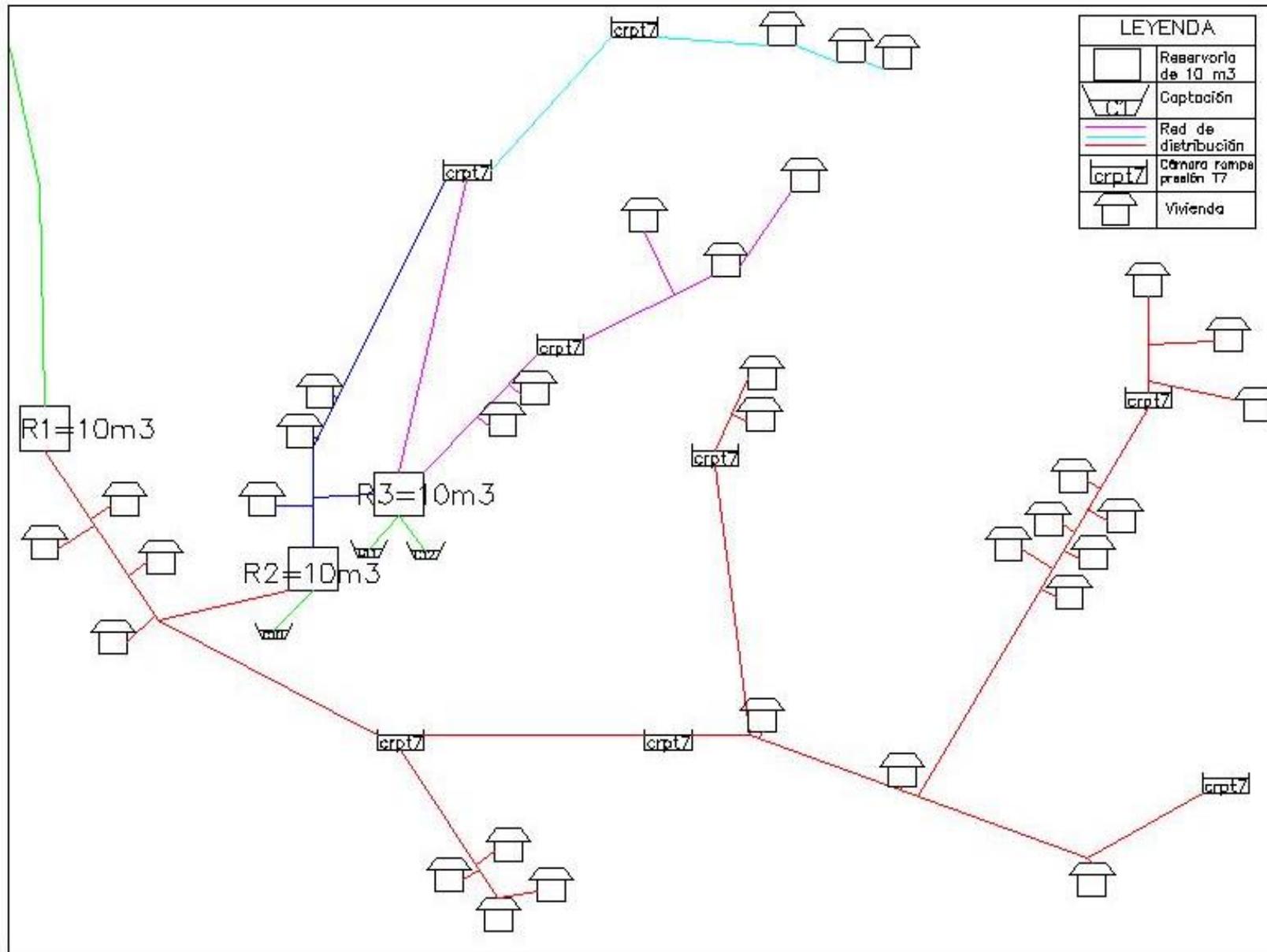


Fig. 02: Croquis de la red de distribución.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

4.1. EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

4.1.1. Captaciones

- a) **Captación N°01: “Pucarapampa 01”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3661 m.s.n.m., su infraestructura presenta fisuras, su pintura es escasa, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; la canastilla está en buen estado al igual que la tubería de rebose.



Img. 01: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 01.

- b) **Captación N°02: “Pucarapampa 02”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3659m.s.n.m., su infraestructura presenta fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; la canastilla está en buen estado al igual que la tubería de rebose.



Img. 02: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 02.

- c) **Captación N°03: “Pucarapampa 03”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3662m.s.n.m., su infraestructura presenta fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; la canastilla está en buen estado al igual que la tubería de rebose.



Img. 03: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 03.

- d) **Captación N°04: “Pucarapampa 04”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3663m.s.n.m., su infraestructura presenta fisuras,

mantiene la mayoría de su pintura, no tiene cerco perimétrico, su dado de protección está en mal estado, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; la canastilla está en mal estado al igual que la tubería de rebose.



Img. 04: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 04.

- e) **Captación N°05: “Pucarapampa 05”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3663 m.s.n.m., su infraestructura presenta fisuras, su pintura es escasa, no tiene cerco perimétrico, su dado de protección está en mal estado, la tapa sanitaria de la cámara colectora se mantiene en buen estado y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; no tiene canastilla y la tubería de rebose está en buen estado



Img. 05: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 05.

- f) **Captación N°06: “Pucarapampa 06”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3664m.s.n.m., su infraestructura presenta fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; la canastilla está en buen estado al igual que la tubería de rebose.



Img. 06: Exterior e interior de la captación Pucarapampa 06.

- g) **Captación N°07: “Sidano 01”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3613m.s.n.m., su infraestructura presenta pequeñas fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; la canastilla está en buen estado al igual que la tubería de rebose.



Img. 07: Exterior e interior de la captación Sidano 01.

- h) **Captación N°08: “Sidano 02”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3612m.s.n.m., su infraestructura presenta pequeñas fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; la canastilla está en buen estado al igual que la tubería de rebose.



Img. 08: Exterior e interior de la captación Sidano 02.

- i) **Captación N°09: “Sidano 03”:** Tiene una antigüedad de 18 años aproximadamente, está ubicada a 3611m.s.n.m., su infraestructura presenta pequeñas fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; la canastilla está en buen estado al igual que la tubería de rebose.



Img. 09: Exterior de la captación Sidano 03.

- j) **Captación N°10: “Los Pelancones”:** Tiene una antigüedad de 10 años aproximadamente, está ubicada a 3538m.s.n.m., su infraestructura presenta pequeñas fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y no cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas; no cuenta con canastilla, la tubería de rebose está en buen estado.



Img. 10: Exterior e interior de la captación Los Pelancones.

- k) **Captación N°11: “Cashalona 01”:** Tiene una antigüedad de 10 años aproximadamente, está ubicada a 3507m.s.n.m., su infraestructura presenta pequeñas fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas en buen estado, al igual que la tubería de rebose.



Img. 11: Exterior e interior de las captaciones Cashalona 01 y 02

- 1) **Captación N°12: “Cashalona 02”:** Tiene una antigüedad de 10 años aproximadamente, está ubicada a 3507m.s.n.m., su infraestructura presenta pequeñas fisuras, mantiene la mayoría de su pintura, tiene cerco perimétrico en mal estado al igual que su dado de protección, la tapa sanitaria de la cámara colectora se encuentra oxidada y cuenta con tapa sanitaria de la caja de válvulas en buen estado, al igual que la tubería de rebose.

RESUMIENDO: de las 12 captaciones que cuenta el sistema de agua potable de Chilimpampa Baja, sus principales características son:

Gráfico 01: Porcentaje de Captaciones en relación a fisuras.

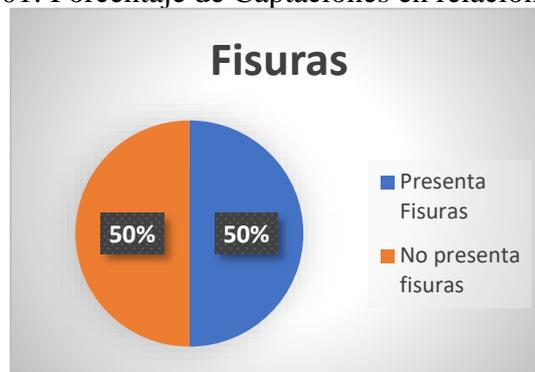


Gráfico 02: Porcentaje de Captaciones en relación a la pintura.



Gráfico 03: Porcentaje de Captaciones en relación al cerco perimétrico.



Gráfico 04: Porcentaje de Captaciones en relación a tapa sanitaria de la cámara colectora.

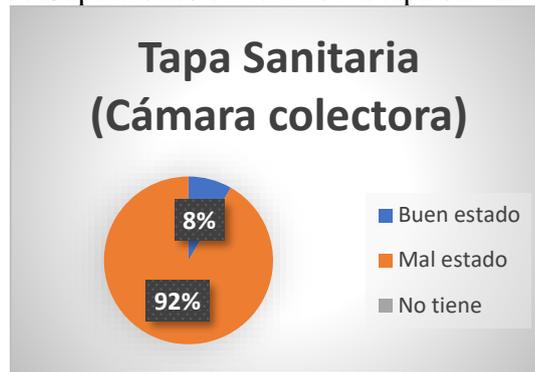


Gráfico 05: Porcentaje de Captaciones en relación a la tapa sanitaria de la caja de válvulas.

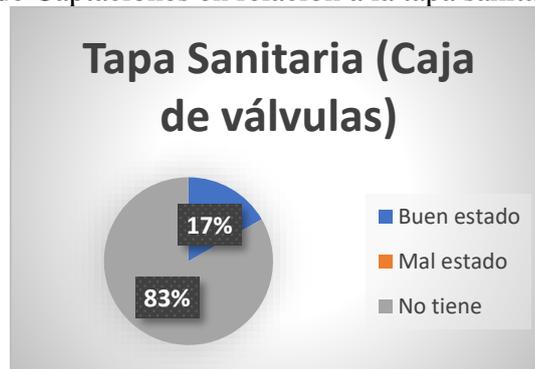


Gráfico 06: Porcentaje de Captaciones en relación al dado de protección.



Gráfico 07: Porcentaje de Captaciones en relación a la canastilla.

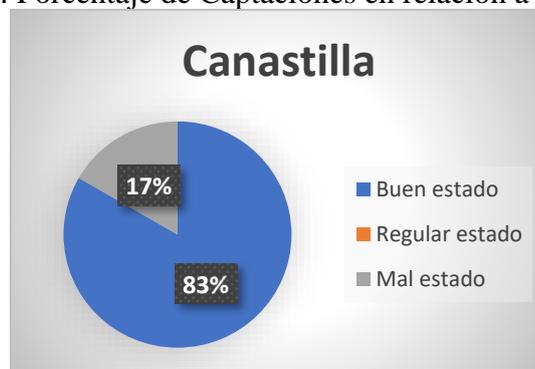
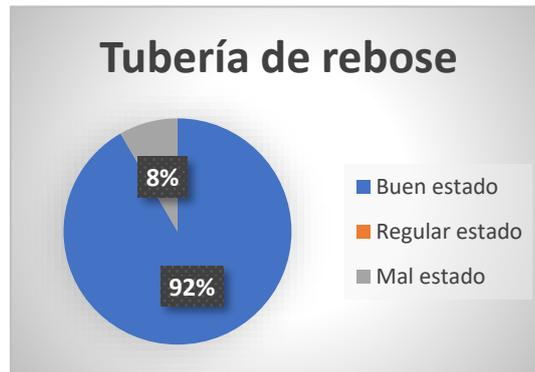


Gráfico 08: Porcentaje de Captaciones en relación a la tubería de rebose.



DISCUSIÓN DE RESULTADOS: Las captaciones más antiguas tienen alrededor de 18 años por lo que se debe plantear un cambio a un futuro inmediato, ya que dichas estructuras tienen un periodo de diseño de 20 años. Como el 50% de las captaciones presentan fisuras, se sugiere parcharlas, especialmente en las captaciones de 10 años de antigüedad. Se sugiere pintar las captaciones que tienen escasa pintura y las que no tienen, ya que estas representan el 50% y 17% respectivamente. Como el 83% cuenta con cerco perimétrico en mal estado se sugiere repararlos o reconstruirlos. Las tapas sanitarias de la cámara colectora y la caja de válvulas están en mal estado en su mayoría, se propone limpiar el oxido y pintarlas, o de ser necesario cambiarlas. La mayoría de canastillas y tubería de rebose están en buen estado, se propone inspeccionarlas cada cierto tiempo para ver en que estado se encuentran.

4.1.2. Línea de conducción

La línea de conducción del sistema de agua potable se encuentra totalmente enterrada, cuenta con dos cámaras de reunión, pero no cuenta con cámaras rompe presión, un pequeño tramo de tubería cruza la carretera 3N a lado de una alcantarilla.

4.1.3. Cámaras de reunión

- a) **Cámara de reunión N°01:** Está ubicada en la zona llamada Pucarapampa y reúne el agua de las captaciones “Pucarapampa 01” al “Pucarapampa 07”. Está ubicada a 3659m.s.n.m., cuenta con cerco perimétrico en mal estado, su estructura presenta grietas y su pintura es escasa; la tapa sanitaria está en buen estado y las válvulas de control se encuentran expuestas y en mal estado.



Img. 12: Cámara de reunión N°01

b) Cámara de reunión N°02: Está ubicada en la zona llamada Sidano y reúne tanto el agua de la primera cámara de reunión como la de las captaciones “Sidano 01” al “Sidano 03”. Está ubicada a 3616m.s.n.m., cuenta con cerco perimétrico en mal estado, su estructura presenta grietas y su pintura es escasa; las tapas sanitarias están en buen estado y las válvulas de control se encuentran en mal estado.



Img. 13: Cámara de reunión N°02

4.1.4. Reservorios

a) Reservorio N°01: Tiene una altitud de 3590m.s.n.m., tiene forma cúbica y su volumen es de 10m³, está construida de concreto armado, presenta fisuras en sus paredes y bastante humedad en las zonas bajas de las paredes; se conserva la mayoría de pintura,

la caseta de válvulas presenta ligeros agrietamientos, no cuenta con tubería de ventilación, la tubería de limpia y rebose están deterioradas, al igual que las válvulas de entrada, salida y desagüe; no cuenta con dado de protección. Una parte de agua abastece al reservorio N°02.



Img. 14: Reservorio N°01



Img. 15: Válvulas del reservorio N°01

- b) **Reservorio N°02:** Tiene una altitud de 3556m.s.n.m., tiene forma cúbica y su volumen es de 10m^3 , está construida de concreto armado, una parte de su infraestructura está enterrada, presenta fisuras en sus paredes (visibles) y bastante humedad; su pintura es escasa, la caseta de válvulas se mantiene en buen estado, no cuenta con tubería de ventilación, la tubería de limpia y rebose están deterioradas al igual que las válvulas de

entrada, salida y desagüe; no cuenta con dado de protección. Una parte de agua abastece al reservorio N°03.



Img. 16: Reservorio N°02

- c) **Reservorio N°03:** Tiene una altitud de 3528m.s.n.m., tiene forma cúbica y su volumen es de 10m^3 , está construida de concreto armado, presenta ligeros agrietamiento en la loza superior por escases de pintura y bastante humedad en las zonas bajas de las paredes; se conserva la mayoría de pintura en las paredes y casi nada en la loza superior, la caseta de válvulas no presenta agrietamientos, tiene boya en buen estado y funcional, la tubería de limpia y rebose se mantienen funcionales, al igual que las válvulas de entrada, salida y desagüe; no cuenta con dado de protección. Tiene cerco perimétrico junto con las captaciones aledañas. Toda su agua se distribuye en la red de distribución.



Img. 17: Reservorio N°03

ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LOS RESERVORIOS:

Se trata de un sistema de distribución en donde los reservorios se interconectan; es decir, R1 abastece tanto a R2 como a R3 y a la vez R2 abastece a R3.

Se ha calculado el tiempo más óptimo para la distribución del agua, considerando el funcionamiento de los tres reservorios al mismo tiempo y la cantidad de usuarios a los que abastece, el valor fue de **8hrs.**

Funcionamiento hidráulico del R3:

Total de Viviendas/Usuarios = 30

Caudal de salida del R3 = 5609.5 L/día,

Distribución en 8Hrs = 1869.84 L

Podemos comentar que con el caudal calculado el reservorio no tendría problemas en distribuir a los 30 usuarios durante 8hr. ya que, su capacidad es de 10 000 L. Incluso se podría optar por distribuir por más tiempo durante el día, siempre y cuando, el caudal de entrada sea el adecuado para el abastecimiento.

Funcionamiento hidráulico del R2:

Total de Viviendas/Usuarios = 128 (Incluyendo R3)

Caudal de salida del R2 = 22 353.1 L/día,

Distribución en 8Hrs = 7451.03 L

Podemos comentar que con el caudal calculado el reservorio no tendría problemas en distribuir a los 128 usuarios durante 8hr. ya que, su capacidad es de 10 000 L.

Funcionamiento hidráulico del R1:

Total de Viviendas/Usuarios = 158 (Incluyendo R3 y R2)

Caudal de salida del R1 = 28 047.6 L/día,

Distribución en 8Hrs = 9349.2 L

Podemos comentar que con el caudal calculado el reservorio no tendría problemas en distribuir a los 128 usuarios durante 8hr. ya que, su capacidad es de 10 000 L.

4.1.5. Red de distribución

La red de distribución es de sistema abierto y enterrada en su totalidad, a lo largo de los años se han cambiado tramos de tuberías para mejorar el servicio.

4.1.6. Cámaras rompe presión Tipo7

El sistema de agua potable cuenta con un total de ocho (08) cámaras rompe presión ubicadas estratégicamente a altitudes de: 3507, 3455, 3497, 3544, 3507, 3458, 3453, 3456 m.s.n.m. respectivamente, todas ellas cuentan con escasa pintura, por lo que presentan ligeros agrietamientos en su infraestructura, en las partes bajas de sus paredes hay presencia de humedad; algunas cuentan con cerco perimétrico y en mal estado; las canastillas, tubería de rebose, válvulas flotadoras se encuentran en buen estado.

4.1.7. Piletas domiciliarias

La mayoría de los grifos y válvulas de paso se encuentran en buen y todas son funcionales.

4.2. EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:

4.2.1. Caudales de servicio

A continuación, se presentan los datos obtenidos con los micromedidores respecto al consumo diario de diez usuarios, instalados de martes a domingo (5 días); la toma de datos se realizó a las 8:00 horas de cada día

Tabla N°09: Valores diarios de los micromedidores.

Medidor	Usuario	Marcador del micromedidor por día (8:00 am) en litros					
		MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Medidor 01	Pedro Valdéz	688	713	721	829	888	894
Medidor 02	Meregildo Valdéz	1119	1782	1829	1875	2053	2057
Medidor 03	Mónica Valdéz	616	644	666	677	677	677
Medidor 04	María Ayay Calua	1000	1055	1126	1167	1263	1437
Medidor 05	Maria Lorenza Cueva Chilón	1358	1617	1761	2100	2203	2233
Medidor 06	Manuel Chilón	787	853	999	1221	1285	1385
Medidor 07	Juan Chilón Zambrano	158	266	288	301	389	399
Medidor 08	José Valdez	2105	2358	2669	2898	3001	3033
Medidor 09	María Pompa Chilón	1221	1255	1268	1415	1445	1488
Medidor 10	Jorge de la Cruz Chilón	235	359	398	588	651	662

Tabla N°10: Gasto diario de usuarios (litros).

MEDIDOR	USUARIO	MARTES - MIÉRCOLES	MIÉRCOLES -JUEVES	JUEVES - VIERNES	VIERNES - SÁBADO	SÁBADO - DOMINGO	TOTAL (L)	PROMEDIO (L)	PERSONAS POR FAMILIA
Medidor 01	Pedro Valdéz	25	8	108	59	6	206	41.20	1
Medidor 02	Meregildo Valdéz	663	47	46	178	4	938	187.60	3
Medidor 03	Mónica Valdéz	28	22	11	0	0	61	12.20	1
Medidor 04	María Ayay Calua	55	71	41	96	174	437	87.40	2
Medidor 05	Maria Lorenza Cueva Chilón	259	144	339	103	30	875	175.00	2
Medidor 06	Manuel Chilón	66	146	222	64	100	598	119.60	2
Medidor 07	Juan Chilón Zambrano	108	22	13	88	10	241	48.20	1
Medidor 08	José Valdez	253	311	229	103	32	928	185.60	4
Medidor 09	María Pompa Chilón	34	13	147	30	43	267	53.40	1
Medidor 10	Jorge de la Cruz Chilón	124	39	190	63	11	427	85.40	2
	TOTAL (M3)	1615	823	1346	784	410	4978	995.60	19
	PROMEDIO (M3)	161.5	82.3	134.6	78.4	41		99.56	1.9

CÁLCULO DEL COEFICIENTE K1:

Para calcular el K1 se divide el promedio del día en donde la demanda de agua ha sido mayor (de martes a miércoles=161.5 L.) entre el promedio del consumo diario de los usuarios (de todos los días = 99.56 L.)

$$k1 = \frac{161.5 L.}{99.56 L.}$$

$$k1 = 1.622$$

*NOTA: El valor de k2 se ha asumido: **k2=2**

CÁLCULO DE LA DOTACIÓN

La dotación se calcula dividiendo el consumo promedio (99.56 L.) entre el promedio de personas por familia (1.9 hab.); todo eso considerando que el consumo será en un día.

$$Dotación = \left(\frac{99.56 L.}{1.9 hab.} \right) / 1$$

$$Dotación = 52.4 L./Hab./D.$$

Tabla N°11: Caudal promedio, caudal medio diario y caudal medio horario.

Vivienda	Elevación (m.s.n.m.)	N° Personas	Dotación (l/día/persona)	Qp(l/día)	Qp(l/s)	Qmd(l/día)	Qmh(l/día)
V1	3575	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V2	3569	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V3	3562	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V4	3569	5	52.4	262	0.0030	0.0049	0.0061
V5	3575	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V6	3575	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V7	3571	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V8	3569	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V9	3560	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V10	3566	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V11	3563	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V12	3566	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V13	3554	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V14	3562	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V15	3553	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V16	3553	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V17	3553	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V18	3541	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036

V19	3538	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V20	3538	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V21	3538	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V22	3538	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V23	3534	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V24	3534	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V25	3534	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V26	3534	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V27	3534	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V28	3534	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V29	3534	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V30	3534	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V31	3554	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V32	3552	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V33	3554	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V34	3554	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V35	3552	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V36	3552	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V37	3544	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V38	3544	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V39	3544	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V40	3528	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V41	3528	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V42	3528	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V43	3528	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V44	3520	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V45	3476	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V46	3476	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V47	3457	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V48	3457	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V49	3501	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V50	3501	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V51	3501	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V52	3500	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V53	3493	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V54	3488	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V55	3488	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V56	3486	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V57	3486	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V58	3484	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V59	3484	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V60	3482	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V61	3482	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V62	3482	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V63	3482	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V64	3479	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036

V65	3479	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V66	3475	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V67	3475	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V68	3471	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V69	3471	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V70	3471	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V71	3471	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V72	3466	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V73	3466	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V74	3461	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V75	3461	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V76	3461	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V77	3458	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V78	3458	4	52.4	209.6	0.0024	0.0039	0.0049
V79	3458	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V80	3455	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V81	3455	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V82	3455	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V83	3455	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V84	3455	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V85	3455	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V86	3455	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V87	3500	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V88	3500	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V89	3500	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V90	3500	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V91	3500	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V92	3500	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V93	3500	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V94	3498	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V95	3498	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V96	3498	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V97	3498	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V98	3498	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V99	3498	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V100	3498	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V101	3498	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V102	3498	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V103	3485	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V104	3485	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V105	3485	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V106	3452	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V107	3477	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V108	3457	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V109	3457	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V110	3457	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024

V111	3457	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V112	3452	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V113	3452	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V114	3452	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V115	3452	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V116	3452	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V117	3452	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V118	3452	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V119	3452	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V120	3452	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V121	3452	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V122	3557	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V123	3554	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V124	3554	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V125	3554	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V126	3554	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V127	3555	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V128	3546	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V129	3503	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V130	3503	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V131	3474	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V132	3474	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V133	3474	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V134	3474	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V135	3474	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V136	3454	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V137	3454	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V138	3454	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V139	3454	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V140	3454	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V141	3454	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V142	3529	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V143	3529	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V144	3529	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V145	3528	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V146	3514	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V147	3513	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V148	3513	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V149	3496	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V150	3496	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V151	3496	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V152	3496	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V153	3496	1	52.4	52.4	0.0006	0.0010	0.0012
V154	3496	3	52.4	157.2	0.0018	0.0030	0.0036
V155	3496	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V156	3496	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024

V157	3496	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
V158	3496	2	52.4	104.8	0.0012	0.0020	0.0024
TOTAL		330		17292	0.2001	0.3246	0.4003

CALCULO DE VOLUMEN DE EQUILIBRIO DE LOS RESERVORIOS:

Considerando el caudal medio horario (el de valor más alto) = 0.4003 l/s para verificar el volumen de equilibrio que deben tener los reservorios que son de 10 m³ cada uno. Considerando que el Manual de proyectos de agua potable para poblaciones rurales recomienda que su capacidad sea el 25% del volumen de abastecimiento medio horario, que equivale a un almacenamiento de 6 horas por día.

$$\text{Volumen de equilibrio} = (0.4003 \text{ l/s} \times 86400 / 1000) / 4$$

$$\text{Volumen de equilibrio} = 8.646 \text{ m}^3$$

Al haber calculado el volumen de equilibrio = 8.646 m³, esto nos indica que es suficiente tener reservorios de 10 m³ para almacenar el agua y que no es necesario construir más, aunque el sistema cuenta con tres reservorios, pero se sustenta por la cantidad de agua que tienen de sus captaciones de manantial.

4.2.2. Presión de servicio

MODELAMIENTO EN EPANET:

Para modelar en EPANET se tomaron las coordenadas UTM y cotas con GPS en las viviendas de cada usuario de la red de distribución y en algunos puntos por donde pasa la tubería, considerando cada uno de los reservorios que abastecen. Se obtuvieron los siguientes mapas de presiones:

a) Reservorio 01:

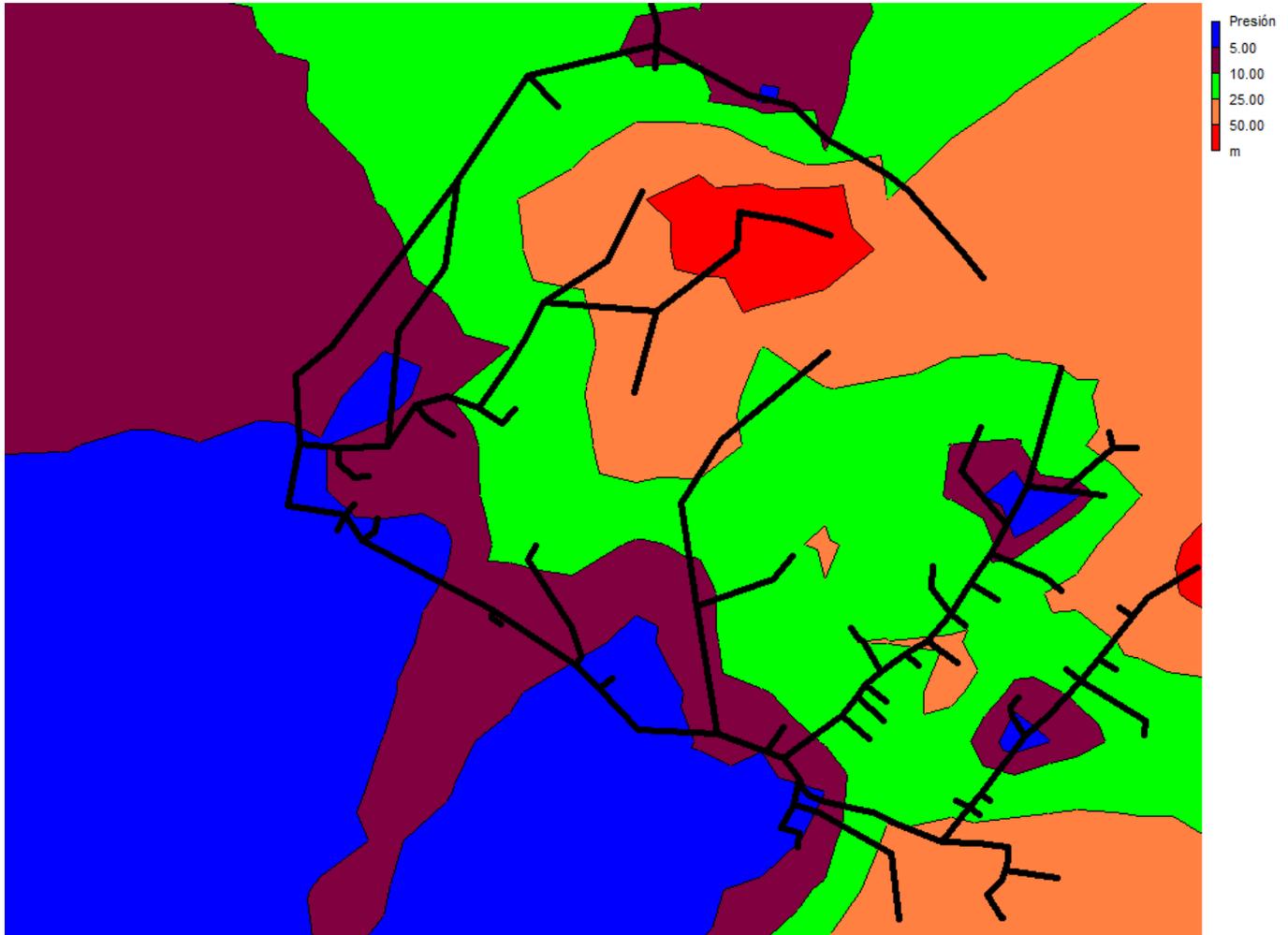
Fig.03: Mapa de presiones – reservorio 01



Del mapa anterior podemos observar que las presiones críticas son las de color azul y las de color rojo, siendo sus presiones menores a 5 m.c.a. y mayores a 50 m.c.a. respectivamente. Con estas consideraciones se tomaron las presiones en las viviendas ubicadas en esas zonas haciendo uso del manómetro.

b) Reservorio 02:

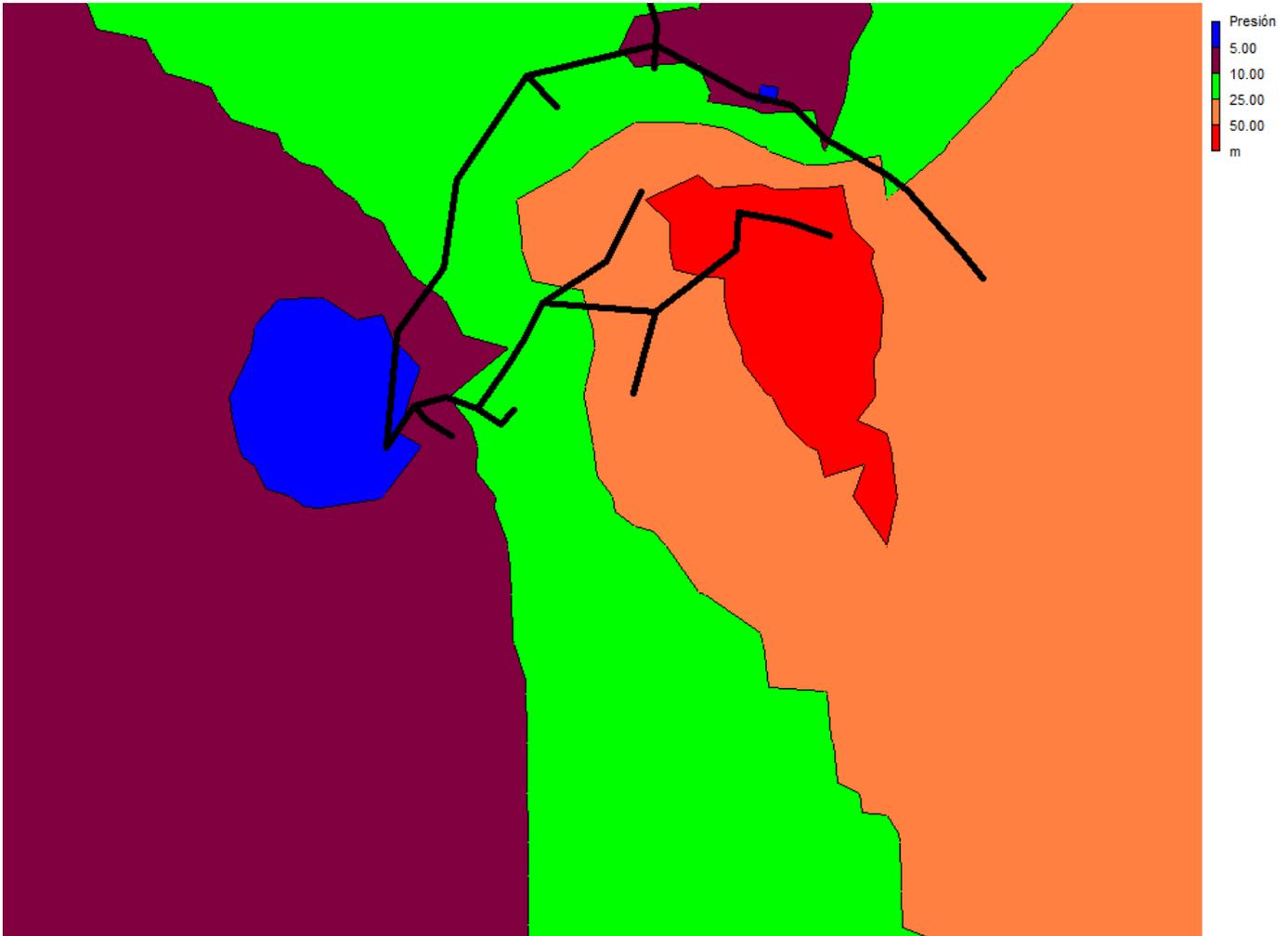
Fig.04: Mapa de presiones – reservorio 02



Del mapa anterior podemos observar que las presiones críticas son las de color azul y las de color rojo, siendo sus presiones menores a 5m.c.a. y mayores a 50m.c.a respectivamente. Con estas consideraciones se tomaron las presiones en las viviendas ubicadas en esas zonas haciendo uso del manómetro.

c) Reservorio 03:

Fig.05: Mapa de presiones – reservorio 03



Del mapa anterior podemos observar que las presiones críticas son las de color azul y las de color rojo, siendo sus presiones menores a 5m.c.a. y mayores a 50m.c.a. respectivamente. Con estas consideraciones se tomaron las presiones en las viviendas ubicadas en esas zonas haciendo uso del manómetro.

PRESIONES CON MANÓMETRO:

La toma de presiones con manómetro se realizó en viviendas de las zonas más críticas, es decir, donde la presión era menor a 5m.c.a. y donde es mayor a 50m.c.a. Los resultados son los siguientes:

Tabla N°12: Presiones tomadas con manómetro Vs. presiones en EPANET.

Punto	Presión con manómetro (Bar)	Presión con manómetro (mca)	Presión en Epanet (mca)	Nudo en Epanet
1	0.4	4.08	2.5	4
2	0.8	8.16	5.3	3
3	0.8	8.16	4.88	113
4	0.5	5.10	3.58	123
5	0.8	8.16	5.00	50
6	4.5	45.9	56.51	182
7	0.35	3.57	2.88	75
8	4.8	48.96	60.34	130
9	5.4	55.08	66.33	131
10	5.5	56.10	70.33	132

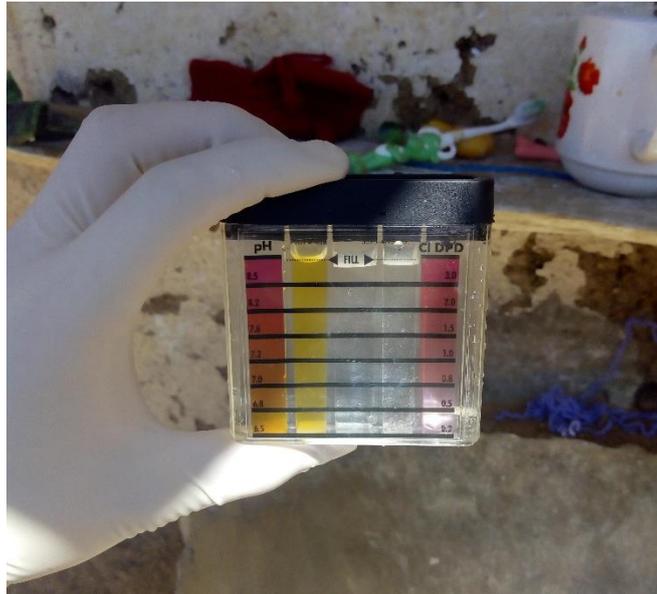
De la Tabla N°12 podemos comprobar que las presiones no se asemejan y hay mucha diferencia entre sus valores, puesto que en Epanet un nudo se considera como un conjunto de puntos (viviendas) y al momento de medir en campo existe muchas diferencias de cotas, lo que provoca un dato diferente con el manómetro. El modelamiento en Epanet en el punto 10 nos arrojó un valor de 70.33 m.c.a, sin embargo, la toma de presión con manómetro nos dio un valor de 56.1m.c.a. esto nos lleva a pensar que no es necesario construir una cámara rompe presión para esa vivienda.

4.2.3. Cloración y Ph en el agua

Se tomaron tres muestras de agua para medir el cloro residual, utilizando un comparador de cloro residual y Ph con sus respectivos reactivos.

PRIMERA MUESTRA:

La primera muestra se tomó de una vivienda cerca al reservorio R2:



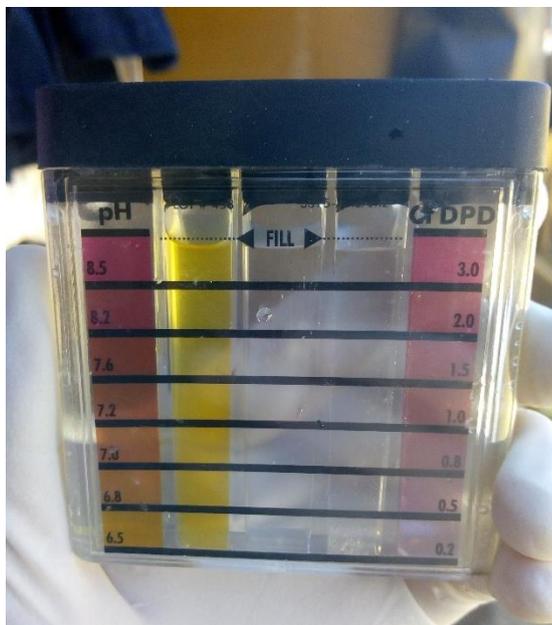
Img. 18: Primera muestra de agua para cloro residual y Ph.

De la imagen anterior podemos observar que la muestra de agua no presenta cloro residual, dado que mantiene su color blanco (transparente) obteniendo un valor menor a 0.2; esto nos indica que no se a clorado en mucho tiempo. Según el Manual de operaciones del sistema de cloración mejorada el valor óptimo debe estar entre 0.5 y 1. Del análisis físico – químico y bacteriológico de agua realizado en los laboratorios de SEDACAJ se identificaron la presencia de coliformes; por lo tanto, la cloración no es la apropiada y se debe clorar con más frecuencia.

El Ph según el comparador es de color amarillento ligeramente oscuro por lo que se encuentra en un valor mayor a 6.5 y del análisis físico – químico y bacteriológico de agua realizado en los laboratorios de SEDACAJ nos da un valor de 6.68, por lo tanto, se encuentra dentro de los parámetros permitidos según el Ministerio de Salud.

SEGUNDA MUESTRA:

La segunda muestra se tomó de una vivienda en un tramo intermedio de la red de distribución:



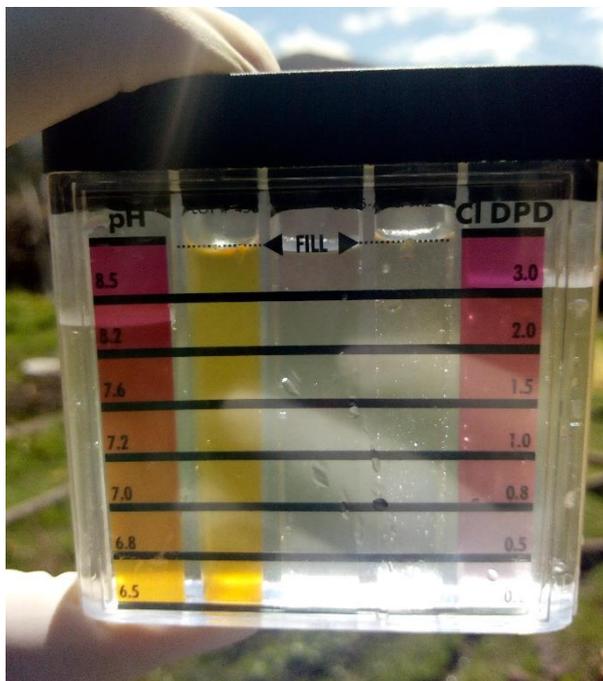
Img. 19: Segunda muestra de agua para cloro residual y Ph.

De la imagen anterior podemos observar que la muestra de agua no presenta cloro residual, dado que mantiene su color blanco (transparente) obteniendo un valor menor a 0.2; esto nos indica que no se ha clorado en mucho tiempo. Según el Manual de operaciones del sistema de cloración mejorada el valor óptimo debe estar entre 0.5 y 1. Del análisis físico – químico y bacteriológico de agua realizado en los laboratorios de SEDACAJ se identificaron la presencia de coliformes; por lo tanto, la cloración no es la apropiada y se debe clorar con más frecuencia.

El Ph según el comparador es de color amarillento ligeramente oscuro por lo que se encuentra en un valor mayor a 6.5 y del análisis físico – químico y bacteriológico de agua realizado en los laboratorios de SEDACAJ nos da un valor de 6.54, por lo tanto, se encuentra dentro de los parámetros permitidos según el Ministerio de Salud.

TERCERA MUESTRA:

La tercera muestra se tomó de una vivienda en un tramo final, en la zona baja de la red de distribución:



Img. 20: Tercera muestra de agua para cloro residual y Ph.

De la imagen anterior podemos observar que la muestra de agua no presenta cloro residual, dado que mantiene su color blanco (transparente) obteniendo un valor menor a 0.2; esto nos indica que no se ha clorado en mucho tiempo. Según el Manual de operaciones del sistema de cloración mejorada el valor óptimo debe estar entre 0.5 y 1. Del análisis físico – químico y bacteriológico de agua realizado en los laboratorios de SEDACAJ se identificaron la presencia de coliformes; por lo tanto, la cloración no es la apropiada y se debe clorar con más frecuencia.

El Ph según el comparador es de color amarillento ligeramente oscuro por lo que se encuentra en un valor mayor a 6.5 y del análisis físico – químico y bacteriológico de agua realizado en los laboratorios de SEDACAJ nos da un valor de 6.63, por lo tanto, se encuentra dentro de los parámetros permitidos según el Ministerio de Salud.

4.3. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA:

La administración del sistema de agua potable de Chilimpampa Baja se encuentra bajo una JASS, que cuenta con sus respectivas autoridades como son: presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocales. Ellos se encargan de que el servicio sea el más óptimo en calidad, cantidad, continuidad, cobertura y costo.

En las visitas realizadas se conversó con las autoridades quienes brindaron información sobre su labor y la gestión que vienen realizando:

- La JASS fue construida conjuntamente con la creación del sistema de agua potable y cuenta con más de 18 años de creación.
- Se cobra 1 sol a cada usuario mensualmente por el servicio prestado.
- Todo el registro de pagos y adeudas se apuntan en un cuaderno y libro de actas.
- Cada año se actualiza el padrón de beneficiarios.
- Se clora cada 3 meses.
- No son capacitados y actualizados, ellos tienen que salir a otras ciudades a capacitarse.
- Están buscando actualizar los papeles de nuevos manantiales ante la ANA.

Tabla N°13 Gestión Administrativa

ITEM DE EVALUACIÓN	Puntaje bajo (0 puntos)	Puntaje Intermedio (1.5 puntos)	Puntaje alto (2.5 puntos)	PUNTAJE
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	2.5
¿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	1.5
El número de personal asignado es el adecuado.	No se tiene personal	Se requiere de más personal	Se cuenta con personal suficiente	1.5

El personal ha sido capacitado previamente	Menos del 20%	$\geq 20\%$ y $< 40\%$	$\geq 40\%$	0
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	1.5
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
Se tiene implementados estatutos y reglamentos	No se tiene	Están en proceso de implementación	Sí se tienen y se implementan	0
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	1.5
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	1.5
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	1.5
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
Existen políticas públicas institucionalizadas.	No existen políticas	Existen al menos dos políticas, pero sin institucionalizar	Más de dos políticas institucionalizadas y con su	0

			respectivo plan de acción.	
La Entidad dispone de un plan de contingencias frente a la producción de eventos que interrumpan 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

4.4. EVALUACIÓN SITUACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA

4.4.1. Disponibilidad del servicio de agua para consumo humano:

Tabla N°14: Caudales aforados de las captaciones

Captación	T1 (seg)	T2(seg)	T3(seg)	T4(seg)	T5(seg)	Tiempo medio (seg)	Caudal promedio (Lts/seg)	Caudal en estiaje (Lts/seg)
Pucarapampa 01	12.5	11.9	12.3	52.0	53.9	28.524	0.140	0.076
Pucarapampa 02	10.5	10.8	10.5	50.9	49.6	26.456	0.151	0.080
Pucarapampa 03	13.9	13.8	13.8	58.2	57.6	31.468	0.127	0.069
Pucarapampa 04	13.1	13.3	13.2	53.3	54.1	29.392	0.136	0.075
Pucarapampa 05	14.2	14.5	14.4	60.3	60.0	32.684	0.122	0.066
Pucarapampa 06	10.5	10.1	10.2	53.4	54.1	27.664	0.145	0.074
Sidano 01	16.6	16.9	16.7	48.8	49.0	29.592	0.135	0.082
Sidano 02	17.0	16.8	16.9	50.4	50.9	30.396	0.132	0.079
Sidano 03	18.8	18.6	18.6	48.2	48.0	30.432	0.131	0.083
Los Pelancones	10.5	10.8	10.5	50.9	49.6	26.456	0.151	0.080
Cashalona 01	35.8	35.9	35.8	107.0	106.7	64.252	0.062	0.037
Cashalona 02	41.2	41.3	41.0	114.4	113.6	70.300	0.057	0.035
Total							1.490	0.836

- Los tiempos T1,T2 y T3 fueron tomados con un depósito de 4L. y en época de lluvias:
14/04/2018

- Los tiempos T4 y T5 fueron tomados con un depósito de 4L. y en época de estiaje:
22/08/2018

De la Tabla N°13 podemos observar que los caudales aforados son considerables aún en época de estiaje, lo que indica que el sistema de agua potable no puede sufrir de escasez de agua. Según indican las autoridades de la JASS, ellos se encargan de dar el mantenimiento pertinente a cada una de las captaciones y cámaras de reunión, limpiándolas y cambiando los accesorios cada cierto tiempo, este es uno de los principales factores por los que “siempre” hay agua.

Tabla N°15: Caudales aforados de los reservorios.

Reservorio	T1 (seg)	T2(seg)	T3(seg)	T4(seg)	T5(seg)	Tiempo medio (seg)	Caudal promedio (Lts/seg)
R1	3.1	3.3	3.1	3.4	3.3	3.240	1.235
R2	4.8	4.7	4.8	4.9	4.9	4.820	0.830
R3	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.800	0.588

- Los tiempos para el reservorio R1 y R2 fueron tomados con un depósito de 4L y en la fecha: **12/05/2018**.
- Los tiempos para el reservorio R3 fueron tomados con un depósito de 4L y en la fecha: **19/05/2018**.

Tabla N°16: Caudales aforados de viviendas.

Viviendas	T1 (seg)	T2(seg)	T3(seg)	T4(seg)	T5(seg)	Tiempo medio (seg)	Caudal promedio (Lts/seg)
V1	33.10	33.00	33.30	33.40	33.20	33.200	0.120
V2	19.80	19.70	19.70	20.00	19.70	19.780	0.202
V3	20.20	19.90	20.00	20.20	20.20	20.100	0.199
V4	32.20	32.10	32.00	32.30	32.50	32.220	0.124
V5	19.00	18.90	18.90	19.10	19.00	18.980	0.211
V6	6.70	6.80	6.80	7.00	6.80	6.820	0.587
V7	35.60	35.80	36.00	35.80	35.80	35.800	0.112
V8	6.50	6.60	6.70	6.60	6.80	6.640	0.602
V9	6.40	6.30	6.40	6.30	6.20	6.320	0.633
V10	6.00	6.30	6.20	6.30	6.00	6.160	0.649

- Los tiempos de todas las viviendas fueron tomadas con un depósito de 4L, conjuntamente con la toma de presiones con manómetro en la fecha: **22/08/2018**

4.4.4. Calidad del agua:

El análisis Físico-químico y Bacteriológico del agua se realizó en los laboratorios de la EPS Sedacaj S.A., los resultados se muestran en el ANEXO N°04, cuyo comentario para cada muestra es el siguiente:

MUESTRA DEL R1: Los parámetros fisicoquímicos evaluados, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP), dados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Sin embargo, se recomienda desinfectar el agua (clorar), para remover los coliformes y hacerla apta para el consumo humano.

MUESTRA DEL R2: Los parámetros fisicoquímicos evaluados, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP), dados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Sin embargo, se recomienda desinfectar el agua (clorar), para remover los coliformes y hacerla apta para el consumo humano.

MUESTRA DEL R3: Los parámetros fisicoquímicos evaluados, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP), dados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Sin embargo, se recomienda desinfectar el agua (clorar), para remover los coliformes y hacerla apta para el consumo humano.

4.4.5. Continuidad del servicio:

En base a la información de los directivos de la JASS, la continuidad en el servicio de agua potable en el centro poblado de Chilimpampa Baja son las 24 horas del día, pero se programa la distribución para 8hrs. al día.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES:

1. De la evaluación a los sistemas de agua potable que conforman las localidades del centro poblado Chilimpampa Bajo, se concluye que es funcional, pero está en proceso de deterioro; puesto que, gran parte de la infraestructura tiene una antigüedad de más de 18 años.
2. En las captaciones, el 50% presenta fisuras, el 100% de sus dados de protección se encuentran deteriorados, el 83% de los cercos perimétricos se encuentran en mal estado, el 83% de las canastillas se encuentran en buen estado, el 92% de las tapas sanitarias de la cámara colectora se encuentra en mal estado, el 92% de las tuberías de rebose se encuentran funcionales y en buen estado. En época de estiaje las captaciones producen agua en promedio 0.836 L/s.; y 1.490 L/s en condiciones normales.
3. De los micromedidores instalados se calculó el factor $k_1 = 1.62$ que se utilizó para calcular el caudal medio diario (Qmd) de cada vivienda en función de cantidad de personas por vivienda. Se calculó una Dotación = 52.4 L/Hab/día. y $Q_{md} = 0.3246$ L/día.
4. De la evaluación de la operación y mantenimiento se tiene una presión mínima de servicio es de 3.57 m.c.a y máxima es de 56.10 m.c.a. Se obtuvo un valor de cloro residual de 0.2, lo que indica que no se clora adecuadamente y un valor promedio de 6.68 de Ph, que se encuentra dentro los parámetros permitidos por el Ministerio de Salud. Se da un mantenimiento a las captaciones y a las cámaras de reunión, garantizando la continuidad del servicio, pero se descuida la red de distribución y las instalaciones domiciliarias.
5. De la evaluación de la gestión administrativa del sistema de agua potable del centro poblado Chilimpampa Baja, determinamos que es eficiente al momento de dar soluciones a la necesidad de abastecimiento, pero tiene debilidades al momento de brindar un servicio de calidad del agua, dado que no se clora en el periodo recomendados (mensual o quincenal). La cuota mensual es de 1 sol y esto ha servido para dar mantenimiento a la infraestructura como captaciones y reservorios. Toda actividad se registra en un libro de actas. Cada año hay nuevos usuarios y se actualiza el padrón de beneficiarios.

6. De la caracterización de los sistemas de agua potables, los tres reservorios son de 10m^3 . y se encuentran interconectados; es decir, R1 abastece tanto a R2 como a R3 y a la vez R2 abastece a R3. Cuyos caudales de salida son: $R1=28\ 047.6\ \text{L/día}$, $R2 = 22\ 353.1\ \text{L/día}$ y $R3 = 5\ 609.5\ \text{L/día}$, los cuales abastecen a 158, 128 y 30 usuarios respectivamente. El tiempo óptimo para la distribución es de 8hrs interrumpidas, sin que se produzca un desabasto en los reservorios.

5.2. RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda realizar un análisis bacteriológico con más frecuencia, del mismo modo la cloración debe ser más frecuente para evitar la presencia de coliformes y brindar un agua de calidad a los usuarios.
2. Se recomienda realizar un mantenimiento correctivo al sistema de agua potable cada tres meses por un personal calificado, por lo que para cubrir los gastos se debe recalcular la cuota mensual para el soporte técnico.
3. Gestionar capacitaciones tanto para las autoridades de la JASS como para los usuarios para mejorar la calidad del servicio.
4. Para tener un conocimiento más amplio del sistema de agua potable se recomienda realizar un análisis de riesgos de desastres frente a eventos que puedan afectar al servicio de agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agenda del Agua de las Américas. (2012). Marseille .
2. Agüero Pittman, R. (1997). Agua Potable para Poblaciones Rurales. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales.
3. CARE - PROPILAS . (2002). Lecciones aprendidas del Proyecto Piloto de Agua y Saneamiento Rural PROPILAS en Cajamarca - Perú . Lima.
4. CARE - PROPILAS. (2008). El sistema de información sectorial en agua y saneamiento en la región Cajamarca. Lima: LEDEL S.A.C.
5. Carmona Mantilla, Natividad (2014). Sostenibilidad de los sistemas de agua potable del Centro Poblado Otuzco - Distrito de Baños del Inca. Cajamarca
6. Cornejo Alva, W. D. (2017). Análisis de la Intervención Social para la mejora de las Prácticas en el uso del Agua Potable y Alcantarillado de la Población Beneficiaria del Proyecto de Rehabilitación de Redes de Agua Potable y Alcantarillado lote 3 de SEDAPAL, comas, Lima. Lima.
7. David, H., Philipp, T., & Olivier, H. (2009). Gestión pública y progresista. Transnational Institute.
8. García Trisolini, E. (2009). Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales. Lima.
9. Global Water Partnership. (2003). La Gobernabilidad de la Gestión del Agua en el Ecuador.
10. Gobierno del Perú. (2004). Parámetros de diseños de Infraestructura de agua y Saneamiento para centro poblados rurales. Lima.
11. Hachfeld, D., Terhorst, P., & Hoedeman, O. (2009). Gestión pública y Progresista del Agua en Europa.
12. INEI. (2017). Directorio Nacional de Centros Poblados. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm

13. Ministerio de Salud. (2010). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima.
14. Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural. (2004). Parámetros de diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales. Lima.
15. Soto Gamarra, A. R. (2014). La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito la Encañada - Cajamarca, 2014. Cajamarca.
16. SUNASS. (2004). Análisis de la Calidad del Agua Potable en las Empresas Prestadoras del Perú: 1995 - 2003 . Lima.
17. Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2017). Informe de Coberturas Sanitarias 2017. Santiago de Chile.
18. UNICEF y World Health Organization. (2015). 25 years Progress on Sanitation and Drinking Water. Estados Unidos.
19. Vergés, J. -F. (2010). Servicios de Agua Potable y Alcantarillado: lecciones de las experiencias de Alemania, Francia e Inglaterra. Santiago de Chile.
20. Vergès, J.-F. (2010). Servicios de agua potable y alcantarillado: Lecciones de las experiencias de Alemania, Francia e Inglaterra. Santiago de Chile: Naciones Unidas.