

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación de la calidad del agua suministrada por la  
Jass Cullpa Alta a la población del anexo Incho y  
propuesta de rediseño en la provincia de Huancayo,  
2023**

Carlos Fabricio Ricaldi Lopez

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Jose Vladimir Cornejo Tueros  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 2 de Junio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LA JASS CULLPA ALTA A LA POBLACIÓN DEL ANEXO INCHO Y PROPUESTA DE REDISEÑO EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2023

**Autores:**

1. Carlos Fabricio Ricaldi Lopez – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 10 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**Asesor**

Dr. Jose Vladimir Cornejo Tueros

## **DEDICATORIA**

Dedico este a trabajo a Dios, a mis padres y familiares, quienes confiaron plenamente en mí y brindaron muchas energías para no desistir de alcanzar mi objetivo. Y a la comunidad de Cullpa Alta, por apoyarme durante toda esta etapa de investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por guiarme, iluminarme y no abandonarme durante el desarrollo de la presente investigación

Es necesario agradecer también a mis padres, familiares y seres queridos, por apoyarme en cuanto necesitara y no dejar de creer en mí.

Quiero agradecer a la Universidad Continental, por permitirme realizarme de manera profesional en sus instalaciones y brindarme muchas facilidades para cumplir con mis metas.

Agradezco a la JASS Cullpa Alta y a Don Rolando Veliz Salomé, por brindarme todas las facilidades para desarrollar la investigación en sus instalaciones.

Mis agradecimientos al Dr. José Vladimir Cornejo Tueros, por asesorarme e ilustrarme antes y durante el desarrollo de la investigación.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	14
ABSTRACT .....	15
INTRODUCCIÓN .....	16
CAPÍTULO I-PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	17
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema .....	17
1.1.1. Planteamiento del Problema .....	17
1.1.2. Formulación del problema.....	18
1.2. Formulación de objetivos .....	18
1.3. Justificación e importancia .....	19
1.3.1. Justificación Ambiental .....	19
1.3.2. Justificación Social.....	19
1.3.3. Justificación Tecnológica .....	19
1.4. Hipótesis y variables .....	20
1.4.1. Hipótesis general .....	20
1.4.2. Hipótesis específicas .....	20
1.4.3. Variables .....	20
1.5. Operacionalización de variables .....	21
CAPÍTULO II-MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes del problema .....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	23
2.1.3. Antecedentes locales .....	24
2.2. Bases teóricas .....	25
2.2.1. El Agua .....	25
2.2.2. Clasificación del Agua según su uso .....	26
2.2.3. Agua Potable .....	27
2.2.4. Calidad del Agua Potable .....	27
2.2.5. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano .....	28
2.2.6. Servicios de Saneamiento en el Perú .....	36
2.2.7. Sistemas de Abastecimiento de Agua.....	37
2.2.8. Norma OS.020.....	38
2.2.9. Siembra y Cosecha de Agua.....	40
CAPÍTULO III-METODOLOGÍA .....	41
3.1. Método, tipo y nivel de investigación.....	41

3.1.1.	Metodología de la investigación.....	41
3.1.2.	Tipo de la investigación.....	41
3.1.3.	Nivel de la investigación .....	41
3.2.	Diseño de la investigación.....	42
3.3.	Población y muestra .....	43
3.3.1.	Población.....	43
3.3.2.	Muestra.....	43
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.4.1.	Técnicas .....	44
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	45
3.5.	Metodología de la experimentación.....	45
3.5.1.	Ubicación geográfica.....	45
3.5.2.	Coordinación con la JASS Cullpa Alta.....	46
3.5.3.	Aplicación de la metodología.....	48
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		68
4.1.	Aplicación de la metodología.....	68
4.1.1.	Identificación de problemas.....	76
4.2.	Interpretación de los resultados de laboratorio .....	76
4.3.	Diagnóstico del problema.....	84
4.4.	Análisis preliminar del desarrollo de la propuesta de rediseño .....	86
4.5.	Propuesta de rediseño.....	88
4.5.1.	Análisis demográfico.....	88
4.5.2.	Análisis geográfico.....	89
4.5.3.	Disposición de tratamientos.....	91
4.5.4.	Adecuación de la etapa de pre tratamiento .....	92
4.5.5.	Adecuación de la etapa de desinfección .....	92
4.6.	Cálculos de rediseño.....	93
4.6.1.	Rediseño de la etapa de tratamiento .....	93
4.6.2.	Rediseño de la etapa de desinfección .....	97
4.7.	Propuesta de siembra y cosecha de agua .....	99
4.8.	Discusión de resultados .....	103
CAPÍTULO V-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		105
5.1.	Conclusiones .....	105
5.2.	Recomendaciones.....	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		107
ANEXOS.....		111

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de Variables.....	21
Tabla 2: límites máximos permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.....	29
Tabla 3: límites máximos permisibles de Calidad Organoléptica.....	30
Tabla 4: límites máximos permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos.....	31
Tabla 5: límites máximos permisibles de Parámetros de Control Obligatorio (PCO) .....	34
Tabla 6: límites máximos permisibles de Parámetros Adicionales de Control Obligatorio (PACO) .....	34
Tabla 7: Composición y Organización de las juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS) .....	37
Tabla 8: Tipología de Aguas Naturales para Abastecimiento Público Fuente: OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano (34). .....	38
Tabla 9: Cuadro 1 para la Tipología según Parámetros. Fuente: OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano (34). .....	39
Tabla 10: Tratamiento mínimo según tipología de aguas naturales Fuente: OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano (34). .....	39
Tabla 11: Definición de los tipos de tratamientos Fuente: OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano (34). .....	39
Tabla 12: Ubicación de los principales componentes de la JASS Cullpa Alta .....	45
Tabla 13: Procesamiento de las encuestas mediante el software IBM SPSS Statics ©.....	52
Tabla 14: Puntos establecidos para monitoreo de la calidad del agua .....	53
Tabla 15: Procesamiento estadístico de la pregunta 1 .....	68
Tabla 16: Procesamiento estadístico de la pregunta 2 .....	69
Tabla 17: Procesamiento estadístico de la pregunta 3 .....	71
Tabla 18: Procesamiento estadístico de la pregunta 4 .....	72
Tabla 19: Procesamiento estadístico de la pregunta 6 .....	73
Tabla 20: Procesamiento estadístico de la pregunta 7 .....	75
Tabla 21: Resultados de la evaluación de Coliformes Fecales .....	76
Tabla 22: Resultados de la evaluación de Coliformes Totales .....	77
Tabla 23: Resultados de la evaluación de Nitratos .....	77
Tabla 24: Resultados de la evaluación de Sulfatos.....	77
Tabla 25: Resultados de la evaluación de Cloro Libre .....	78
Tabla 26: Resultados de la evaluación de Temperatura.....	78
Tabla 27: Resultados de la evaluación de pH.....	78
Tabla 28: Resultados de la evaluación de turbidez.....	79
Tabla 29: Resultados de la evaluación de color.....	79

Tabla 30: Datos respecto al Sistema de Filtros.....	87
Tabla 31: Datos respecto al proceso de Cloración.....	87
Tabla 32: Datos sobre el funcionamiento de la Poza de Cloración.....	87
Tabla 33: Coordenadas UTM del área propuesta para la adecuación de componentes.....	91
Tabla 34: Registros de precipitación mensual y anual-E.M. Huaytapallana Fuente: SENAMHI .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Ubicación de los principales componentes de la JASS Cullpa Alta .....	45
Ilustración 2: Mapa de la ubicación de la JASS Cullpa Alta Fuente: Elaboración propia .....	47
Ilustración 3: Visita guiada en compañía del técnico encargado de la JASS Cullpa Alta.....	48
Ilustración 4: Poza de adecuación y Sistema de filtro de la JASS Cullpa Alta.....	48
Ilustración 5: Entrada de agua al Sistema (Captación) de la JASS Cullpa Alta.....	49
Ilustración 6: Captación antigua (en desuso) de la JASS Cullpa Alta .....	49
Ilustración 7: Poza de Cloración (Salida del sistema) de la JASS Cullpa Alta.....	49
Ilustración 8: Tanque Rotoplast utilizado para el proceso de cloración.....	50
Ilustración 9: Revisión del proceso de cloración por goteo .....	50
Ilustración 10: Coordinación en la oficina de la JASS Cullpa Alta .....	51
Ilustración 11: Aplicación de la encuesta a los usuarios del servicio de agua .....	51
Ilustración 12: Identificación de coordenadas de la Salida del Tratamiento .....	55
Ilustración 13: Trabajo colaborativo con el técnico encargado de la JASS Cullpa Alta.....	55
Ilustración 14: Recolección de la muestra para parámetros biológicos .....	56
Ilustración 15: Recolección de la muestra para parámetros físicos y químicos .....	56
Ilustración 16: Etiquetado de los frascos para la entrega al laboratorio.....	57
Ilustración 17: Preservación de las muestras en el cooler acondicionado.....	57
Ilustración 18: Identificación de coordenadas a la Entrada del Sistema .....	58
Ilustración 19: Medición de la temperatura a la Entrada del Sistema .....	58
Ilustración 20: Recolección de muestra para parámetros biológicos .....	59
Ilustración 21: Recolección de muestra para parámetros físicos y químicos.....	59
Ilustración 22: Preservación de la muestra en el cooler acondicionado.....	60
Ilustración 23: Medición de la temperatura en el Domicilio 1 .....	60
Ilustración 24: Recolección de la muestra para parámetros biológicos .....	61
Ilustración 25: Recolección de la muestra para parámetros físicos y químicos .....	61
Ilustración 26: Medición de la temperatura en el Domicilio 2 .....	62
Ilustración 27: Recolección de muestra para parámetros biológicos .....	62
Ilustración 28: Recolección de muestra para parámetros físicos y químicos.....	62
Ilustración 29: Medición de la temperatura en el Domicilio 3 .....	63
Ilustración 30: Recolección de muestra para parámetros biológicos .....	63
Ilustración 31: Recolección de muestra para parámetros físicos y químicos.....	63
Ilustración 32: Entrega de cooler con muestras y relleno de la cadena de custodia .....	64
Ilustración 33: Calibración del Multiparámetro .....	64
Ilustración 34: Registro del valor de 7.73 en Multiparámetro .....	65
Ilustración 35: Disposición de las muestras recolectados por separado.....	65

Ilustración 36: Evaluación del pH por cada muestra .....	65
Ilustración 37: Calibración del turbidímetro .....	66
Ilustración 38: Evaluación de turbidez por cada muestra .....	66
Ilustración 39: Evaluación de la calibración del colorímetro por parte del encargado.....	66
Ilustración 40: Evaluación del color por cada muestra .....	67
Ilustración 41: Registro de los valores de color por cada muestra.....	67
Ilustración 42: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 1 .....	68
Ilustración 43: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 1 .....	69
Ilustración 44: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 2.....	70
Ilustración 45: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 2.....	70
Ilustración 46: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 3.....	71
Ilustración 47: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 3.....	71
Ilustración 48: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 4.....	72
Ilustración 49: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 4.....	72
Ilustración 50: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 6.....	74
Ilustración 51: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 6.....	74
Ilustración 52: Gráfica circular correspondiente a la pregunta 7 .....	75
Ilustración 53: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 7.....	75
Ilustración 54: Resultados de la evaluación de Coliformes Fecales .....	80
Ilustración 55: Resultados de la evaluación de Coliformes Totales.....	80
Ilustración 56: Resultados de la evaluación de Nitratos .....	81
Ilustración 57: Resultados de la evaluación de Sulfatos.....	81
Ilustración 58: Resultados de la evaluación de Cloro Libre .....	82
Ilustración 59: Resultados de la evaluación de Temperatura.....	82
Ilustración 60: Resultados de la evaluación de pH.....	83
Ilustración 61: Resultados de la evaluación de Turbidez.....	83
Ilustración 62: Resultados de la evaluación de Color.....	84
Ilustración 63: Esquema de distribución de agua según la evaluación de los PCO .....	85
Ilustración 64: Concentración de Coliformes Fecales por Horario de muestreo.....	86
Ilustración 65: Diagrama de flujo de los actuales componentes de la JASS Cullpa Alta.....	86
Ilustración 66: Presencia de árboles, pastizales y animales.....	89
Ilustración 67: Topografía del terreno dispuesto por la JASS Cullpa Alta .....	90
Ilustración 68: Límites del área propuesta para la adecuación de componentes.....	91
Ilustración 69: Diagrama de flujo adecuado a la propuesta de rediseño.....	91
Ilustración 70: Tecnología de Filtración Lento en Arena (FLA) Fuente: Filtración en Múltiples Etapas; Universidad del Valle, 1999 (46). .....	92

Ilustración 71: Diseño de Sistema de Cloración por tramos Autor: Ordinola Evelyn; Tesis de grado (47). .....	93
Ilustración 72: Experiencias de Siembra y Cosecha de Agua desarrolladas Fuente: MIDAGRI (51). .....	100
Ilustración 73: Qochas de almacenamiento de agua. Fuente: PACC Perú (53). .....	103

## RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la calidad del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del anexo Incho en la provincia de Huancayo, 2023, así como presentar una propuesta de rediseño con el fin de mejorar sus procesos y brindar agua de calidad. Se utilizó como referencia el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. Asimismo, el método utilizado fue el científico, debido a que se enfocó en el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta y se contrastó con la normativa mencionada. Además, este método permitió identificar cuáles son las características del efluente de agua que consume la población del anexo Incho a través de la medición de los parámetros. Con ello, se determinó cuáles son las etapas en las cuales la calidad del agua presenta deficiencias para el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental vigente. Finalmente, se desarrolló y presentó una propuesta de rediseño de los componentes identificados como deficientes con el fin de optimizar las actividades de la JASS Cullpa Alta y mejorar la calidad del agua suministrada a la población del anexo Incho. Así como una alternativa para atender la problemática relacionada a la escasez de agua en épocas de estiaje.

**Palabras clave:** calidad del agua, agua para consumo humano, componentes de la JASS, rediseño.

## ABSTRACT

The main objective of the research was to evaluate the quality of the water supplied by the JASS Cullpa Alta to the population of the anexo Incho in the province of Huancayo 2023, as well as to present a redesign proposal in order to improve its processes and provide quality water. The Water Quality Regulation for Human Consumption, approved by Supreme Decree N.° 031-2010-SA, was used as a reference. The method used was the scientific method, since it focused on the analysis of the physical, chemical and biological parameters of the water supplied by the JASS Cullpa Alta and was contrasted with the aforementioned regulations. This method made it possible to identify the characteristics of the effluent water consumed by the population of anexo Incho by measuring the parameters. Thus, it was determined which are the stages in which the water quality is deficient in order to comply with current environmental regulations. Finally, a proposal was developed and presented for redesigning the components identified as deficient in order to optimize the activities of the JASS Cullpa Alta and improve the quality of the water supplied to the population of anexo Incho. As well as an alternative to address the problem related to water scarcity during dry periods.

**Key words:** water quality, drinking water, JASS components, redesign.

## INTRODUCCIÓN

Existe una íntima relación entre el acceso al agua potable de calidad y el desarrollo humano, pues es de conocimiento general que este es el recurso más importante y que permite preservar la vida en el planeta. A partir de esta premisa, es necesario resaltar que el acceso al agua potable de calidad es considerado un derecho humano, el cual es avalado por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas desde el 2002 que, a su vez, es respaldado por los artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales adoptado en el 1966 (1). En nuestro país se promulgó la Ley N.º 30588, la cual reconoce el derecho que posee toda persona de acceder al agua potable, priorizando el consumo humano (2).

Sobre la base de la premisa mencionada, es importante señalar que el abastecimiento de agua potable para el consumo humano debe ser considerado como una obligación, además debe ser evaluada y monitoreada a fin de asegurar su calidad.

En nuestro país, el abastecimiento de agua potable está a cargo de organismos estatales; como el caso de SEDAPAL en nuestra capital o de asociaciones particulares como empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS); como la EPS Mantaro en nuestra región. Estas captan el agua a partir de fuentes naturales que en ocasiones se encuentran expuestas a agentes contaminantes de origen natural y antropogénico, por lo que asegurar la calidad del recurso suele ser compleja debido a los diversos procesos de depuración a los que puedan ser sometidos y los costos que contempla (3).

En la región Junín, el abastecimiento de agua potable está a cargo de 5 EPS (4) y de juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS), las cuales son asociaciones encargadas de prestar servicios de saneamiento a sectores de menor densidad poblaciones y extensión territorial, como es el caso de la JASS Cullpa Alta (5).

El presente trabajo de investigación se plantea como objetivo el determinar si la JASS CULLPA ALTA suministra agua de calidad a la población del anexo Incho con el fin de identificar los componentes que disponen para esta actividad y presentar una propuesta de rediseño para la optimización del servicio.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

#### 1.1.1. Planteamiento del Problema

De acuerdo con el Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), publicado en el 2020, el uso del agua a nivel mundial se ha multiplicado seis veces durante el último siglo, y sigue en aumento debido al crecimiento de la población. También destacan que es probable que la disponibilidad estacional de este recurso sea alterada en múltiples lugares debido al cambio climático (6).

Según los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas (AG-ONU) proyectados al 2030. El objetivo número 6 “Agua limpia y saneamiento” es relevante, pues la UNESCO reporta que la calidad del agua será afectada de forma negativa por el incremento de la temperatura, disminución de la cantidad de oxígeno disuelto y la disminución de la capacidad de autodepuración (7).

En nuestro país, tal como señala Villena, la calidad de agua potable se relaciona con el estado en el que se encuentran las fuentes de captación que, en muchas ocasiones, se encuentran expuestas a agentes contaminantes difíciles de tratar (3).

Según reporta la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) en nuestro país operan 50 empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) con diversas características e infraestructura, los cuales son los responsables de suministrar agua potable en su jurisdicción. De esta forma, las EPS están en la obligación de ofrecer un producto de calidad, cumpliendo con requisitos de carácter bacteriológicos, físicos y químicos (8).

Sobre la base de esta premisa, es evidente la importancia que tiene el agua potable y la calidad de la misma en el desarrollo humano, y lo vital que es procurar su conservación.

Con respecto al abastecimiento de este importante recurso, según señala el Plan Regional de Saneamiento Junín 2018-2021, en nuestra región existen 5 EPS, las cuales son encargadas de abastecer a las provincias de Huancayo, Jauja, Concepción, Chupaca, Yauli, Tarma, Chanchamayo y Satipo (4).

Las juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS) son organizaciones comunales elegidas por la propia comunidad a la que pertenecen y se encargan de la prestación de servicios de agua y saneamiento en comunidades rurales y centros poblados (5). Precisamente, la Jass Cullpa Alta es la encargada de brindar agua potable al anexo Incho.

Teniendo en cuenta el importante rol que cumple la JASS con la población y el tiempo que lleva operando, es necesario realizar un análisis de caracterización del efluente con el fin de determinar si la calidad y caudal del agua que la población aprovecha se ajusta a la normativa

nacional. Así como el desarrollo de una propuesta de reingeniería para optimizar sus procesos y cumplir con las expectativas.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **1.1.2.1. Problema general**

¿La JASS Cullpa Alta suministra agua de calidad a la población del anexo Incho?

#### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿La calidad del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del anexo Incho cumple con los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano?
- ¿Cuáles son procesos de tratamiento que dispone JASS Cullpa Alta para abastecer de agua a la población del anexo Incho?
- ¿Los procesos de tratamiento que dispone la JASS Cullpa Alta son adecuados para el abastecimiento de agua de calidad a la población del anexo Incho?
- ¿La elaboración de una propuesta de rediseño permite adecuar los procesos de tratamiento deficientes de la JASS Cullpa Alta?

### **1.2. Formulación de Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar si la JASS Cullpa Alta suministra agua de calidad a la población del anexo Incho

#### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano
- Identificar los procesos de tratamiento que dispone la JASS Cullpa Alta para abastecer de agua a la población del anexo Incho.
- Determinar si los procesos de tratamiento que dispone la JASS Cullpa Alta son adecuados para el abastecimiento del agua de calidad a la población del anexo Incho.
- Elaborar una propuesta de rediseño que permita adecuar los procesos de tratamiento deficientes de la JASS Cullpa Alta.

### **1.3. Justificación e Importancia**

#### **1.3.1. Justificación ambiental**

Respecto a la calidad del agua en nuestro país, según un estudio realizado por la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH) de la ANA, se identificó un total de 41 unidades hidrográficas cuya calidad no se ajusta a lo estipulado por el ECA para agua, esto debido al vertimiento de aguas residuales producto de actividades antropogénicas (9).

En nuestra región, respecto al abastecimiento de agua potable, la Dirección Regional de Salud Junín (DIRESA-JUNÍN) reportó la evaluación de 123 distritos en el año 2016. Llegaron a la conclusión que el 40 % de la población no tiene acceso al consumo de agua potable segura vigilada, y atribuyen este porcentaje a la falta de tratamientos y procesos de cloración del agua (10).

Asimismo, la población reporta que el acceso al agua es escaso en ciertas épocas del año, así como que solo se encuentra disponible por algunas horas del día. Por ello, es necesario identificar el caudal de agua necesario y disponible para la población.

#### **1.3.2. Justificación Social**

Según describe Obando, la calidad del agua potable es considerada como un tema de interés y preocupación a nivel global, pues repercute en el desarrollo de la población que aprovecha dichos recursos (11).

Villena menciona que la calidad del agua se ve muy relacionada con el estado de salud de una determinada población y, a su vez, con su impulso económico, pues estos son considerados los pilares fundamentales para lograr el bienestar humano y el desarrollo sostenible (3).

Salas destaca la importancia de consumir agua, ya que considera a este recurso como un nutriente esencial para nuestro desarrollo, puesto que es el componente principal en nuestro organismo y que estudios clínicos sostienen que es necesario mantener una hidratación adecuada, pues aportan grandes beneficios a nuestra salud, pero conlleva grandes prejuicios si presenta desequilibrios (12).

La JASS Cullpa Alta no realiza un control estricto del efluente de agua, por lo que se desconoce si cumple con los parámetros señaladas en la normativa nacional y sean aptos para el consumo humano.

#### **1.3.3. Justificación Tecnológica**

El uso y aplicación de tecnologías para asegurar la calidad del agua que es suministrada a la población debe ser el principal objetivo por cumplir por parte de las instituciones

encargadas de este servicio. En el caso de la JASS Cullpa Alta, es importante mencionar que el inicio de sus operaciones fue en 2012, y que la última captación se encuentra en funcionamiento desde 2018.

La gestión de este aspecto se ve limitada por los recursos económicos que dispone la JASS Cullpa Alta, debido a que depende del aporte constante de los usuarios. Así también, la falta de un especialista dedicado al control de las actividades no contribuye en su mantenimiento ni mejora.

#### **1.4. Hipótesis y Variables**

##### **1.4.1. Hipótesis general**

La JASS Cullpa Alta suministra agua de calidad a la población del anexo Incho

##### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- El agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del anexo Incho cumple con los parámetros establecidos en el ECA.
- El segundo objetivo específico, no se necesita establecer una hipótesis dado a que obedece a una descripción.
- La JASS Cullpa Alta cuenta con óptimos procesos de tratamiento para el abastecimiento de agua a la población del anexo Incho.
- La propuesta de rediseño permite optimizar los procesos de tratamiento deficientes de la JASS Cullpa Alta

##### **1.4.3. Variables**

###### **1.4.3.1. Variables independientes**

Calidad del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del anexo Incho

###### **1.4.3.2. Variable dependiente**

Propuesta de rediseño para los procesos de tratamiento de la JASS Cullpa Alta identificados como deficientes.

## 1.5. Operacionalización de Variables

Tabla 1. *Matriz de operacionalización de variables*

Tipo de Variables		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala
Variable Independiente	Calidad del agua suministrada por la JASS Culpa Alta a la población del anexo Incho	Se resume como las condiciones en las que se encuentra el agua respecto a las características físicas, químicas y biológicas	Se realizará un análisis de las muestras de agua con el fin de poder analizar sus parámetros físicos, químicos y biológicos del, a fin de determinar su calidad.	Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano	Título IX “Requisitos de Calidad del Agua para Consumo Humano” - Artículo 63°. - “Parámetros de control obligatorio (PCO)”	Cuantitativa	Intervalo
Variable Dependiente	Propuesta de rediseño para los procesos de tratamiento de la JASS Culpa Alta identificados como deficientes	Se resume como la alternativa de solución desarrollada a partir de las deficiencias identificadas en la evaluación de la calidad del agua	Se realizará el cálculo y diseño de los componentes identificados como deficientes con el fin de mejorar la calidad del agua abastecida a la población del Anexo Incho	OS. 020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano	Disposiciones específicas para diseños definitivos	Cualitativa	Ordinal

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del Problema

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Artículo:** “Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo” (13). **Con objetivo general:** “Evaluar la potabilidad del agua para consumo humano en la comunidad de San Valentín”. **Materiales y métodos:** “Se realizó un diagnóstico participativo comunitario que permitió determinar en la comunidad campesina San Valentín para identificar las principales fuentes de abasto de agua para consumo humano. Se tomaron en total diez muestras: siete en los pozos artesanales ubicados dentro de distintas granjas en la comunidad, una del agua embotellada, otra en la tubería de aducción, y una en un drenaje natural. El análisis fisicoquímico y bacteriológico se realizó en el laboratorio de calidad de agua Alonso de Ojeda, siguiendo la metodología establecida en el método estándar para el análisis de aguas y aguas residuales”. **Conclusión:** “Las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad de las aguas de consumo humano en la comunidad de San Valentín son las actividades agropecuarias y los procesos naturales. Los resultados de los análisis fisico-químicos y bacteriológicos demuestran que el agua de la tubería de aducción requiere tratamiento convencional completo para su potabilización”.

**Tesis:** “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón” (14). **Con objetivo general:** “Formular una propuesta que brinde alternativas tendientes a mejorar la situación actual del agua para consumo humano y su calidad, en la comunidad de 4 Millas de Matina, Limón, usando un enfoque participativo”. **Metodología propuesta:** “El estudio fue parcialmente descriptivo porque parte de una realidad, situación que fue necesario diagnosticar y caracterizar, de esta manera permitió crear una descripción de las fuentes de agua para consumo humano, así como los focos o fuentes de contaminación cercanas a los suministros de agua y los tipos de contaminantes, estado de las fuentes de abastecimiento de agua, las actividades socioeconómicas, y otras características relevantes de la comunidad. Se realizó una encuesta para recabar información sobre la población, la zona y el estado de los pozos estudiados y se analizó la calidad del agua con base al Reglamento para Calidad de Agua Potable de Costa Rica”. **Conclusión:** “Se concluye que los factores que influyen en la calidad del agua pueden deberse a varios motivos: desde razones naturales y geológicas, tal como la presencia de Mn en el suelo, hasta acciones antropogénicas, entre estas la escasa planificación urbana, una pobre inversión en infraestructura de fuentes, pocas medidas de higiene, así como la contaminación proveniente posiblemente del uso extensivo de plaguicidas en las fincas aledañas. De acuerdo a estos

resultados, y basándonos en el Reglamento Nacional para la Calidad del Agua Potable, se concluye que el agua de los pozos de 4 Millas no es apta para consumo humano”.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

**Tesis:** “Análisis de la Calidad del Agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco-2018” (15). **Con objetivo general:** “Determinar la calidad del agua para consumo humano y la percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar-2018”. **Metodología:** “Se ubicaron los puntos de muestreo en la captación, a la salida del sistema de tratamiento de agua, a la salida del reservorio y en áreas intermedias y extremas de la red de distribución. Realizó una encuesta dirigida a la población para recabar su percepción respecto al servicio y consumo del agua. El tratamiento estadístico de los datos se realizó en una Hoja de Cálculo de Excel”. **Muestra:** “Se optó por la toma de tres muestras teniendo en cuenta ciertas consideraciones para el análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos”. **Conclusión:** “Se determinó que la captación del tipo manantial y las cajas de reunión para el agua se encuentran en malas condiciones y no cuentan con tratamiento alguno. La evaluación de los resultados de los parámetros físicos, químicos y metales totales se encuentra en el rango permitido por el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua”. Sin embargo, no son aptas para consumo humano por la presencia de coliformes totales y fecales superiores a lo señalado por las normas mencionadas. La percepción de la población respecto a la cantidad de agua es positiva, pero desconocen la calidad de la misma y señalan que no hay alguna institución que pueda informarles sobre ello”.

**Tesis titulada:** “Evaluación de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfacción en la población de Olleros Huaraz, periodo 2015-2016” (16). **Con el objetivo general:** “Determinar y evaluar la calidad del agua potable y su relación con el grado de satisfacción por parte de la población de Olleros, provincia de Huaraz”. **Metodología:** “Se obtuvieron muestras de la captación, reservorio y tres zonas por donde confluye el agua. Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos y biológicos de manera In Situ y en el laboratorio de la UNMSM para determinar la calidad del agua potable y se encuestó a la población para recabar el grado de satisfacción respecto al servicio”. **Conclusiones:** “Los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua, con excepción de los parámetros microbiológicos. Se debe realizar un proceso de desinfección para que el agua sea apta para el consumo humano y la población de Olleros se encuentra satisfecha con la calidad y el servicio de abastecimiento”.

**Tesis titulada:** “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor-Moyobamba” (17). **Con el objetivo general:** “Evaluar la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado Pomalca, distrito de Soritor-Moyobamba”. **Metodología:** “Se realizó un análisis de dispersión fisicoquímico-biológica a la salida del reservorio de agua, la primera vivienda y la última vivienda, durante el último trimestre del año y el mes de enero. El análisis de dispersión fue utilizado de manera predictiva, aplicando una ecuación de regresión lineal simple, coeficiente de correlación y de determinación. Los parámetros fueron contrastados con lo establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano.” **Conclusiones:** Los parámetros que sobrepasan los límites permisibles fueron turbiedad, cloro residual, bacterias heterotróficas, coliformes totales, coliformes fecales y escherichia coli. Se aplicó un proceso de cloración, los parámetros deficientes permitieron ajustar los resultados a lo establecido por la norma.

**Tesis titulada:** “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del sector Fila Alta, perteneciente a la provincia de Jaén-Cajamarca” (18). **Con el objetivo general:** “Evaluar la calidad de agua para consumo humano en el sector Fila Alta-Jaén, desde mayo 2018 hasta septiembre del 2019”. **Metodología:** “Se procedió a recopilar información respecto al monitoreo de la calidad del agua en el reservorio de Fila Alta y 3 familias ubicadas estratégicamente a lo largo de la zona de estudio, los datos fueron recopilados por DISA-Jaén y comprenden desde mayo de 2018 a septiembre de 2019 y se contrastaron con los parámetros de control obligatorio establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, los resultados fueron contrastados entre sí mediante un historial”. **Conclusión:** “Se establece que la calidad del agua no es apta para consumo humano, con excepción de los registros de los meses de agosto de 2018 y julio de 2019 en los que sí cumplen”.

### 2.1.3. Antecedentes locales

**Tesis titulada:** “Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable para consumo humano en los distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca en el año 2014” (19). **Con objetivo general:** “Determinar la calidad del agua potable para consumo humano de los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca de la provincia de Huancayo, en el año 2014.”. **Metodología:** “Se realizó la medición de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua según el Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano. Las muestra se obtuvo en el distrito de Huancayo, en los reservorios de Vilcacoto, San Antonio, Cerrito; en el distrito de El Tambo en los reservorios de Vilcacoto, Urpaicancha, San Pedro, Aza, Castilla, La Florida, agua de Las Vírgenes, La Esperanza; y en el distrito de Chilca en el reservorio de Leoncio Prado. Los análisis se realizaron en el laboratorio de la empresa SEDAM (Huancayo)”. **Conclusión:** “Los resultados del análisis físico, químico y microbiológicos del agua potable de los distritos de

Huancayo, El Tambo y Chilca se encontraron por debajo de los límites máximos permisibles considerando los parámetros de control obligatorio en la parte fisicoquímica y en la parte microbiológica se evaluó con base a los coliformes totales y termotolerantes como indicadores de contaminación del agua potable.”

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El Agua**

El agua es el recurso más abundante en la tierra. Se encuentra en ríos, lagos, océanos, glaciares, en las profundidades subterráneas y en la atmósfera. Fernández destaca que más del 95 % de este recurso se encuentra en el océano, clasificado como agua salada, siendo el porcentaje restante clasificado como agua dulce. De este pequeño porcentaje, el 80 % está disponible en los glaciares y los casquetes polares, el 19 % está disponible bajo tierra y el 1 % restante se considera disponible y accesible para los humanos. Ubicado en pantanos, ríos y pantanos (20). Desde un punto de vista general, el agua se considera el recurso más importante para el desarrollo de la vida en la tierra. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) destaca la importancia de este recurso para el desarrollo socioeconómico sostenible de la humanidad. Con base en esta premisa, el acceso al agua ha sido visto como un derecho humano desde que la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció en 2010 que todas las personas tienen libre acceso a este recurso (21).

#### **A. Objetivos de desarrollo sostenible y el agua**

En 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas propuso un total de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para abordar una variedad de necesidades humanas relacionadas con la conservación y gestión de recursos. Estos objetivos incluyen el ODS 6: Agua limpia y saneamiento, que se relaciona con la calidad del agua a la que tenemos acceso. Esta meta se enfoca en ampliar el acceso a este recurso, asegurando la calidad y la rendición de cuentas (22).

En materia legal, en nuestro país se promulgó la Ley N.º 30588 denominada “Ley de Reforma Constitucional que reconoce el Derecho de Acceso al Agua como Derecho Constitucional”, la cual reafirma lo expresado por en el ODS 6 priorizando el uso del agua para consumo humano y atribuyendo responsabilidades al Estado peruano, resaltando el manejo sustentable del recurso, considerándolo como un bien público y de dominio inalienable (2).

#### **B. Agua y Saneamiento**

Según un informe publicado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), 30 millones de personas en América Latina carecen de acceso a fuentes de agua potable y aproximadamente de 80 millones carecen de acceso a saneamiento. Más del 20 % de las personas carecen de acceso a agua potable las 2 horas del día y el 30 % de la población carece de acceso a

alcantarillado y saneamiento (23). En este sentido, es importante asegurar que las personas tengan acceso a servicios de calidad para mejorar sus condiciones de vida y asegurar el cumplimiento del derecho al agua establecido por la Comisión de Derechos Económicos, Sociales y Culturales y reforzado en la Ley N.º 30588 (24).

### **2.2.2. Clasificación del Agua según su uso**

De acuerdo con lo establecido en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM denominado “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”, en el artículo 3 “Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua” detallan cuatro categorías, de las cuales, la Categoría 1: Poblacional y recreacional, se enfoca en el uso para consumo humano de dicho recurso (25).

#### **A. Categoría 1: Poblacional y recreacional**

Esta categoría se enfoca en el uso destinado al consumo humano del agua y cuenta con dos subcategorías de las cuales, la subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable brinda mayor alcance respecto al tratamiento y adecuación del recurso para consumo humano (25).

- **Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Esta subcategoría destaca a las aguas que son destinada para el consumo humano una vez sean sometidas a un tratamiento previo. En relación a los tratamientos que pueden ser considerados, la norma plantea 3 métodos.

- **A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**

Este tratamiento sugiere que el recurso debe someterse a un simple proceso de desinfección debido a sus características de calidad iniciales

- **A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**

Para este tratamiento se sugiere someter al recurso a uno o varios procesos para adecuarse a los parámetros de calidad. Estos procesos pueden ser de coagulación, decantación, floculación, filtración o sedimentación según sea el caso. Además de contar con una desinfección adicional.

- **A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado**

El tratamiento menciona que el recurso debe someterse a procesos que incluyan procesos de carácter físicoquímicos avanzados como carbón activado, filtración o ultra filtración, nanofiltración, ósmosis inversa o percloración (25).

### **2.2.3. Agua potable**

De acuerdo con la Guía del Participante desarrollada por el Ministerio de Salud (MINSA), el agua potable, también denominada como segura, es considerada apta para el consumo humano, presenta características agradables y que no son nocivas (26). También, el Glosario de Términos en Gestión de los Servicios de Saneamiento presentado por SUNASS define que el agua potable es aquella que cumple con los parámetros de carácter físico, químico y bacteriológico definidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, así como aquellas aguas que fueron sometidas a un tratamiento con el fin de cumplir con los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos con el fin de ser inocuo para el consumo humano (27).

### **2.2.4. Calidad del agua potable**

La Asamblea General de la ONU destacó el tema del abastecimiento de agua y saneamiento. Para abordar este problema, la organización decretó en 2003 que el período de 2005 a 2015 debería ser considerado como la Década de Acción Internacional “La Fuente de la Vida”. La calidad del agua encabeza la lista de los temas a tratar considerados durante la década, destacando la importancia de mantener la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Para determinar la calidad del agua se deben analizar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de este recurso; así como compararlos con las normas aplicables. Esto se debe realizar con el fin de asegurar que este recurso sea apto para el consumo humano (28).

#### **A. Parámetros físicos del agua**

Los parámetros físicos del agua son un conjunto de propiedades presentes en su composición. Se considera un parámetro fácil de medir porque el procedimiento es preciso y los resultados suelen ser inmediatos, dependiendo del equipo utilizado. Los más destacados parámetros son el color, olor, sabor, temperatura y claridad por citar algunos ejemplos (29).

#### **B. Parámetros químicos del agua**

Los parámetros químicos son un conjunto de indicadores presentes en su composición. Se consideran los más importantes, ya que revelan una gran cantidad de información sobre su calidad. La búsqueda y medición de cada parámetro utilizado requiere el uso de equipos avanzados y especializados, por lo que estas tareas se realizan principalmente en laboratorios y requieren mucho tiempo.

Ejemplos de estos parámetros son el oxígeno disuelto, los compuestos de azufre, el cloro, el fósforo, la demanda química de oxígeno, la demanda bioquímica de oxígeno, la dureza, la turbidez y el contenido total de sólidos disueltos o suspendidos (29).

### **C. Parámetros microbiológicos del agua**

Los parámetros microbiológicos del agua están relacionados con la composición de organismos como virus, bacterias y protozoos.

Sus conocimientos e investigaciones se relacionan con aspectos de salud debido a que su presencia en grandes cantidades puede ocasionar enfermedades que atenten contra el bienestar de los usuarios y consumidores. Los parámetros más considerados son los coliformes totales y fecales, así como la escherichia coli (29).

#### **2.2.5. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**

El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano fue aprobado el 26 de septiembre del 2010, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental con la finalidad de actualizar el Reglamento de los Requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que entró en vigencia en 1946.

Este reglamento cuenta con 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones y 5 anexos en los cuales se estipulan los límites máximos permisibles (LMP) a los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y radiactivos. Además, dota de nuevas responsabilidades a los gobiernos regionales en relación con la conservación y vigilancia del recurso (30).

De los 10 títulos considerados en el Reglamento, aquel que detalla los parámetros a contemplar con el fin de determinar la calidad del agua es el Título IX: Requisitos de Calidad del Agua para Consumo Humano, el cual cuenta con 17 artículos enfocados a la aplicación del Plan de Control de Calidad (PCC), control de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, así también el muestreo y análisis que deberán aplicarse.

### **A. Parámetros microbiológicos y otros organismos**

El artículo 60° del Reglamento hace énfasis en asegurar la no presencia de organismos como virus, bacterias u organismo de vida libre, tal como lo detalla la tabla del anexo I (30).

Tabla 2: límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

<b>ANEXO I</b>		
<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
1. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
2. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
4. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	0
5. Virus	UFC/mL	0
6. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estados evolutivos	Nº org/L	0
UFC = Unidad formadora de colonias (*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml		

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (30).

### **B. Parámetros de calidad organoléptica**

El artículo 61.º detalla que del total de muestras que se obtenga de la red de distribución de agua en cada monitoreo según lo establecido en el Plan de Control de Calidad (PCC), el 90 % debe cumplir con los límites señalados en la tabla del anexo II. Mientras que el 10 % que sobra se debe evaluar las causas del porque no se cumple con lo establecido (30).

Tabla 3: *límites máximos permisibles de Calidad Organoléptica*

<b>ANEXO II</b>		
<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/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	mg L <sup>-1</sup>	1000
8. Cloruros	mg Cl - L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> = L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoniaco	mg N L <sup>-1</sup>	1.5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0.3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0.4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0.2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2.0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3.0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200
UCV = Unidad de color verdadero		
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad		

*Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (30).*

### **C. Parámetros inorgánicos y orgánicos**

El artículo 62.º menciona que estos parámetros no deben ser excedidos teniendo en cuenta la tabla del anexo III (30).

Tabla 4: límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

<b>ANEXO III</b>		
<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS</b>		
<b>Parámetros Inorgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0.020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0.010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0.700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1.500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0.003
6. Cianuro	mg CN- L <sup>-1</sup>	0.070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0.7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0.7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0.050
11. Fluor	mg F- L <sup>-1</sup>	1.000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0.001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0.020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50.00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3.00 Exposición corta 0.20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0.010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0.010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0.07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0.015
<b>Parámetros Inorgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Trihalometanos totales (nota 3)	mg L <sup>-1</sup>	1.00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mg L <sup>-1</sup>	0.01
3. Aceites y grasas	mg L <sup>-1</sup>	0.5
4. Alacloro	mg L <sup>-1</sup>	0.020
5. Aldicarb	mg L <sup>-1</sup>	0.010
6. Aldrin y dieldrin	mg L <sup>-1</sup>	0.00003
7. Benceno	mg L <sup>-1</sup>	0.010
8. Clordano (total de isómeros)	mg L <sup>-1</sup>	0.0002
9. DDT (total de isómeros)	mg L <sup>-1</sup>	0.001
10. Endrin	mg L <sup>-1</sup>	0.0006
11. Gamma HCH (lindano)	mg L <sup>-1</sup>	0.002
12. Hexaclorobenceno	mg L <sup>-1</sup>	0.001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mg L <sup>-1</sup>	0.00003
14. Metoxicloro	mg L <sup>-1</sup>	0.020
15. Pentaclorofenol	mg L <sup>-1</sup>	0.009

16. 2,4-D	mg L <sup>-1</sup>	0.030
17. Acrilamida	mg L <sup>-1</sup>	0.0005
18. Epiclorhidrina	mg L <sup>-1</sup>	0.0004
19. Cloruro de vinilo	mg L <sup>-1</sup>	0.0003
20. Benzopireno	mg L <sup>-1</sup>	0.0007
21. 1,2-dicloroetano	mg L <sup>-1</sup>	0.03
22. Tetracloroetano	mg L <sup>-1</sup>	0.04
23. Monocloramina	mg L <sup>-1</sup>	3
24. Tricloroetano	mg L <sup>-1</sup>	0.07
25. Tetracloruro de carbono	mg L <sup>-1</sup>	0.004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mg L <sup>-1</sup>	0.008
27. 1,2-Diclorobenceno	mg L <sup>-1</sup>	1
28. 1,4-Diclorobenceno	mg L <sup>-1</sup>	0.3
29. 1,1-Dicloroetano	mg L <sup>-1</sup>	0.03
30. 1,2-Dicloroetano	mg L <sup>-1</sup>	0.05
31. Diclorometano	mg L <sup>-1</sup>	0.02
32. Acido edético (EDTA)	mg L <sup>-1</sup>	0.6
33. Etilbenceno	mg L <sup>-1</sup>	0.3
34. Hexaclorobutadieno	mg L <sup>-1</sup>	0.0006
35. Acido Nitrilotriacético	mg L <sup>-1</sup>	0.2
36. Estireno	mg L <sup>-1</sup>	0.02
37. Tolueno	mg L <sup>-1</sup>	0.7
38. Xileno	mg L <sup>-1</sup>	0.5
39. Atrazina	mg L <sup>-1</sup>	0.002
40. Carbofurano	mg L <sup>-1</sup>	0.007
41. Clorotolueno	mg L <sup>-1</sup>	0.03
42. Cianazina	mg L <sup>-1</sup>	0.0006
43. 2,4-DB	mg L <sup>-1</sup>	0.09
44. 1,2-Dibromo-3-Cloropropano	mg L <sup>-1</sup>	0.001
45. 1,2-Dibromostano	mg L <sup>-1</sup>	0.0004
46. 1,2-Dicloropropano (1,2-DCP)	mg L <sup>-1</sup>	0.04
47. 1,3-Dicloropropeno	mg L <sup>-1</sup>	0.02
48. Dicloroprop	mg L <sup>-1</sup>	0.1
49. Dimetato	mg L <sup>-1</sup>	0.006
50. Fenoprop	mg L <sup>-1</sup>	0.009
51. Isoproturon	mg L <sup>-1</sup>	0.009
52. MCPA	mg L <sup>-1</sup>	0.002
53. Mecoprop	mg L <sup>-1</sup>	0.01
54. Metolacoloro	mg L <sup>-1</sup>	0.01
55. Molinato	mg L <sup>-1</sup>	0.006
56. Pendimetalina	mg L <sup>-1</sup>	0.02
57. Simazina	mg L <sup>-1</sup>	0.002
58. 2,4,5-T	mg L <sup>-1</sup>	0.009
59. Terbutilazina	mg L <sup>-1</sup>	0.007

60. Trifluralina	mg L <sup>-1</sup>	0.02
61. Cloropirifos	mg L <sup>-1</sup>	0.03
62. Piriproxifeno	mg L <sup>-1</sup>	0.3
63. Microcistin-LR	mg L <sup>-1</sup>	0.001
<b>Parámetros Orgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
64. Bromato	mg L <sup>-1</sup>	0.01
65. Bromodichlorometano	mg L <sup>-1</sup>	0.06
66. Bromoformo	mg L <sup>-1</sup>	0.1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mg L <sup>-1</sup>	0.01
68. Cloroformo	mg L <sup>-1</sup>	0.2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mg L <sup>-1</sup>	0.07
70. Dibromoacetnitrilo	mg L <sup>-1</sup>	0.07
71. Dibromoclorometano	mg L <sup>-1</sup>	0.1
72. Dicloroacetato	mg L <sup>-1</sup>	0.05
73. Dicloroacetnitrilo	mg L <sup>-1</sup>	0.02
74. Formaldehído	mg L <sup>-1</sup>	0.9
75. Monocloroacetato	mg L <sup>-1</sup>	0.02
76. Tricloroacetato	mg L <sup>-1</sup>	0.2
77. 2,4,6- Triclorofenol	mg L <sup>-1</sup>	0.2
<p><b>Nota 1:</b> En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mg L<sup>-1</sup>.</p> <p><b>Nota 2:</b> Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mg L<sup>-1</sup>.</p> <p><b>Nota 3:</b> La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:</p> $\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{LMP_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$		

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (30).

#### D. Parámetros de Control Obligatorio (PCO)

El artículo 63.º del Reglamento señala 6 parámetros que, sin excepción, todos los encargados de proveer agua deben de considerar y controlar de manera obligatoria y permanente (30).

Tabla 5: *límites máximos permisibles de Parámetros de Control Obligatorio (PCO)*

<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO (PCO)</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Coliformes totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. Residual de desinfectante	mg L <sup>-1</sup>	0.5
6. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5

*Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (30).*

Es importante destacar que, en caso que la prueba de coliformes termotolerantes supere los límites estipulados se deberá realizar una prueba de los parámetros *Escherichia Coli* con el fin de confirmar la presencia de contaminación fecal.

#### **E. Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO)**

El artículo 64° hace referencia a la comprobación de los resultados de los muestreos de caracterización del agua que, en caso excedan los límites, se deberá incluir los Parámetros de Adicionales de Control Obligatorio (PACO) hasta que el proveedor de agua compruebe que los parámetros cumplen con los límites señalados (30).

Tabla 6: *límites máximos permisibles de Parámetros Adicionales de Control Obligatorio (PACO)*

<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS ADICIONALES DE CONTROL OBLIGATORIO (PACO)</b>		
<b>Parámetros microbiológicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
2. Virus	UFC/mL	0
3. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estados evolutivos	N° org/L	0

<b>Parámetros organolépticos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Sólidos totales disueltos	mg L <sup>-1</sup>	1000
2. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1.5
3. Cloruros	mg Cl - L <sup>-1</sup>	250
4. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> = L <sup>-1</sup>	250
5. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
6. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0.3
7. Manganeseo	mg Mn L <sup>-1</sup>	0.4
8. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0.2
9. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2.0
10. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200
11. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3.0
12. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
<b>Parámetros inorgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0.010
2. Arsénico	mg As L <sup>-1</sup>	0.010
3. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0.001
4. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0.003
5. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0.050
6. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0.020
7. Niquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0.020
8. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0.010
9. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0.700
10. Flúor	mg F- L <sup>-1</sup>	1.000
11. Cianuros	mg CN- L <sup>-1</sup>	0.070
12. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50.00
13. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1.500
14. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0.7
15. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0.7
16. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0.07
17. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0.015
<b>Parámetros radiactivos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Dosis de referencia total	mSv/año	0.1
2. Actividad global α	Bq/L	0.5
3. Actividad global β	Bq/L	1.0

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (30).

## F. Control de desinfectante

El artículo 65° menciona que previo al proceso de abastecimiento de agua, el proveedor está encargado de realizar un proceso de desinfección utilizando un desinfectante adecuado con el objetivo de evitar la presencia de microorganismos y conservar una porción residual para protección del recurso.

Detalla que en caso del uso de cloro o alguna solución clorada, las muestras no deben exceder los 0.5 mg L<sup>-1</sup> de cloro residual libre en el 90 % de las muestras, mientras que el 10 % restante debe contener una cantidad menor o igual a 0.3 mg L<sup>-1</sup>. Además, la turbiedad no debe sobrepasar las 5 Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT) (30).

### **2.2.6. Servicios de saneamiento en el Perú**

A través de la historia de nuestro país existieron diferentes entidades encargadas de regular el sector saneamiento. En 1969, la encargada fue la Dirección General de Obras Sanitarias, en 1981 pasó a manos del Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (SENAPA) y cuya filial en Lima fue denominada Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL). A partir de 1990, SENAPA empezó a colaborar con las autoridades locales con el fin de que se brinde asistencia en ese sector y para 1992, se da la creación de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) (8).

#### **A. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)**

SUNASS es un organismo estatal encargado de fiscalizar, supervisar y regular la correcta prestación de servicios de saneamiento a nivel nacional, busca garantizar que los usuarios reciban estos servicios bajo las mejores condiciones y contribuir con la preservación del medio ambiente y el bienestar de la población (8).

Dentro del marco regulativo de SUNASS, las empresas encargadas de brindar el servicio de saneamiento son constituidas con el objeto de abastecer de agua apta para el uso humano y asegurar su calidad a través de una gestión adecuada, En ese aspecto destacan como ejemplos las Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS) o la Junta de Control del Servicio de Saneamiento (JASS) (31).

#### **B. Empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS)**

Las EPS son empresa de carácter público, privada o mixta encargada de la prestación servicios de agua potable, saneamiento municipal o tratamiento de aguas residuales municipales para asegurar su adecuada disposición final o reutilización, o tejido mixto. Las EPS se encuentran bajo la fiscalización y supervisión de SUNASS (32). Según el último reporte, actualizado a junio de 2022, existen 50 EPS distribuidas en el país, de las cuales se destaca EPS Selva Central S.A. en nuestra región Junín. Por Chanchamayo, EMSAPA Yauli La Oroya S.R.L. y SEDAM Huancayo S.A. Huancayo (33).

#### **C. Juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS)**

Las JASS son organizaciones, reconocidas por Decreto Ley N.º 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, de carácter comunal y cuyos representantes son elegidos por una comunidad, la cual delega funciones en relación con la administración de la prestación de

servicios de servicios de agua y saneamiento a nivel comunal y rural (5). Dentro de su composición destacan tres instancias.

Tabla 7: *Composición y Organización de las juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS)*

<b>COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LAS JUNTAS ADMINISTRADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)</b>	
<b>Instancia</b>	<b>Descripción y Funciones</b>
1. Asamblea General	Es la autoridad de mayor rango de la JASS, se encarga de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velar por la igualdad del servicio</li> <li>• Aprobar documentos</li> <li>• Elegir al Consejo Directivo</li> <li>• Designar y aprobar cuotas</li> <li>• Organizar reuniones</li> </ul>
2. Consejo Directivo	Elegidos por la Asamblea General con el fin de asegurar la calidad del servicio. Se encuentra conformado por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presidente</li> <li>• Secretario</li> <li>• Tesorero</li> <li>• 02 Vocales</li> </ul>
	sus funciones son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el Plan Anual de Trabajo y presupuesto</li> <li>• Control de caja, inventario y actas</li> <li>• Velar por la conservación del patrimonio</li> <li>• Aprobar la inscripción de nuevos socios</li> <li>• Coordinar con nuevos sectores para mejorar la calidad del servicio</li> <li>• Aplicar sanciones a los socios</li> </ul>
3. Fiscal	Encargado de regular las acciones y decisiones de la JASS, sus funciones son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar problemas dentro de la Asamblea General</li> <li>• Regular el orden y transparencia</li> <li>• Fiscalizar las actividades de directivos y usuarios</li> </ul>

Fuente: Serie de Cuadernos de Trabajo para la JASS (5)

### **2.2.7. Sistemas de abastecimiento de agua**

De acuerdo con lo mencionado en el Título VII del Reglamento de la Calidad del Agua Potable para Consumo Humano. El capítulo I define que un sistema de abastecimiento de agua es el conjunto de instalaciones y componentes hidráulicos cuya función es el abastecimiento del recurso desde la captación hasta los tipos de suministros más comunes, como por ejemplo las

conexiones domiciliarias, piletas públicas, o caminos cisternas (30). Respecto a componentes hidráulicos de un sistema de abastecimiento, el reglamento considera que los esenciales para el proceso son los siguientes:

- Estructuras de captación de aguas superficiales o subterráneas.
- Pozos.
- Reservorios.
- Cámara de bombeo y rebombeo.
- Cámara rompe presión.
- Planta de tratamiento.
- Líneas de adecuación, conducción y red de distribución.
- Punto de suministro.

### 2.2.8. Norma OS.020

El Decreto Supremo N.º 024-2009-VIVIENDA, denominado OS.020 Plantas de tratamiento de agua potable, forma parte del Reglamento Nacional de Edificaciones y su objetivo es el definir los criterios básicos para el desarrollo y diseño de infraestructuras destinadas al tratamiento de agua para consumo humano (34).

#### A. Definición de los procesos de tratamiento

La norma detalla la consideración de tres tipos de aguas naturales para abastecimiento público:

Tabla 8: *Tipología de aguas naturales para abastecimiento público*

<b>Tipología</b>	<b>Descripción</b>
<b>Tipo I</b>	Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y demás características que satisfagan los patrones de potabilidad.
<b>Tipo II-A</b>	Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que cumplan los patrones de potabilidad mediante un proceso de tratamiento que no exija coagulación.
<b>Tipo II-B</b>	Aguas superficiales provenientes de cuencas, con características básicas definidas en el cuadro 1 y que exijan coagulación para poder cumplir con los patrones de potabilidad.

*Fuente: OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano (34).*

Estas tipologías se ajustan a la medición de parámetros químicos y bacteriológicos:

Tabla 9: Cuadro 1 para la tipología según parámetros

Parámetro	Tipo I	Tipo II-A	Tipo II-B
DBO media (mg/l)	0 – 1.5	1.5 – 2.5	2.5 - 5
DBO máxima (mg/l)	3	4	5
Coliformes totales	< 8.8	< 3000	< 20000
Coliformes termotolerantes	0	< 500	< 4000

Fuente: OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano (34).

## B. Tipos de tratamiento

La norma OS. 020 detalla tres tipos de tratamiento dispuestos según las tipologías previamente descritas:

Tabla 10: Tratamiento mínimo según tipología de aguas naturales

Tipología	Tratamiento
Tipo I	Desinfección
Tipo II-A	Desinfección y decantación ante la presencia de sólidos sedimentables
	Filtración y decantación ante la presencia de turbiedad de origen coloidal
Tipo II-B	Coagulación, decantación, filtración y desinfección

Fuente: OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano (34).

Tabla 11: Definición de los tipos de tratamientos

Tipo de tratamiento	Concepto
Coagulación	Proceso por el cual la carga eléctrica de las partículas suspendidas es desestabilizada. Esto gracias a la acción de un coagulante para su aglomeración posterior.
Decantación	Proceso mediante el cual se separan componentes sólidos presentes en el agua con la finalidad de sedimentarse y eliminarse. Suele realizarse por medios físicos o químicos.
Desinfección	Proceso por el cual se eliminan microorganismos y bacterias mediante el uso de medios químicos.
Filtración	Proceso terminal que sirve para la remoción de sólidos y materia coloidal que no fue removido anteriormente.

Fuente: OS.020 Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano (34).

### **2.2.9. Siembra y cosecha de agua**

La siembra y cosecha de agua es una práctica denominada ancestral, debido a que su aplicación data de la época incaica y busca recargar el suelo, subsuelo y acuíferos con agua de lluvia a través de su retención y almacenamiento progresivo (35). Su aplicación está ligada a la evaluación de un conjunto de parámetros como la precipitación, cobertura vegetal, la pendiente del terreno y el trabajo comunal (36).

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Método, Tipo y Nivel de Investigación**

#### **3.1.1. Metodología de la investigación**

El desarrollo de esta investigación tuvo como meta el evaluar la calidad del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del anexo Incho en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo; así como identificar y optimizar los componentes que dispone la JASS Cullpa Alta para la captación y abastecimiento de este recurso.

#### **A. Método general o teórico de la investigación**

El método general de la investigación fue el método científico, pues se realizó un análisis de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta y se compararán los resultados con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

El método de la investigación se enfocó en describir la forma en la que considera resolver el problema de la investigación. El método científico se caracteriza por ser un procedimiento abordado desde el siglo XVII en el cual se utiliza la observación, medición experimentación, formulación y modificación de una hipótesis con el fin de alcanzar un conocimiento y dar respuesta a una interrogante (37).

#### **3.1.2. Tipo de la investigación**

La investigación fue del tipo aplicada, pues se caracteriza por la resolución práctica de problemas y la aplicación de los resultados de la investigación en un corto plazo. Asimismo, la investigación aplicada busca generar nuevos conocimientos que se apliquen directamente a problemas de la sociedad. Se basa en hallazgos de carácter tecnológico de una investigación básica, enlazando procesos teóricos y prácticos (38).

Esta investigación fue de carácter aplicada, dado a que se realizó una evaluación de los parámetros físico, químicos y biológicos del agua que suministra la JASS Cullpa Alta a la población del anexo Incho con el fin de identificar si su calidad es adecuada para el consumo humano y proponer un proceso de rediseño para acondicionar sus instalaciones con el fin de cumplir con este objetivo.

#### **3.1.3. Nivel de la investigación**

El nivel de la investigación fue explicativo, pues buscó identificar las causas y razones por las que se producen diferentes fenómenos, brindando una explicación e identificando las condiciones en las que se desarrolla (39).

La presente investigación tuvo como objetivo explicar de qué manera la variable independiente (calidad del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del anexo Incho), influye en la variable dependiente (propuesta de rediseño para los componentes de la JASS Cullpa Alta identificados como deficientes) mediante la identificación de los componentes con los que cuenta la JASS Cullpa Alta y la propuesta de un proceso de rediseño.

### **3.2. Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación fue no experimental, caracterizado por aplicarse en estudios en los que no se manipulan de forma intencional la variable independiente. Por el contrario, se centra en la observación de un fenómeno en su entorno natural (40). Se elige el diseño no experimental debido a que la variable independiente (calidad del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del anexo Incho) será recolectada, sin alteración o manipulación alguna, y analizada en laboratorio. Esto servirá como indicador para poder contrastarlos con los parámetros estipulados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

En primer lugar, se visitaron las instalaciones de la JASS Cullpa Alta en compañía del técnico encargado, con el fin de conocer las condiciones en las que realizan las operaciones para cumplir con el abastecimiento de agua a la población del anexo Incho.

Luego, se realizó una encuesta a 60 personas (ver anexo 03) con el fin de conocer la percepción de la población respecto a la dotación, calidad y servicio que ofrece la JASS Cullpa Alta e identificar los principales problemas.

Seguidamente, se realizó la salida a campo para efectuar la toma de muestras con el fin de analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos e identificar si cumplen o no con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

La determinación de los puntos de muestreo se dio a partir de los componentes que dispone la JASS Cullpa Alta. Se tomaron muestras en la captación natural, en la poza de almacenamiento, en la poza de cloración y en la salida del proceso.

Para la toma de muestras se tuvo como referencia el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y los parámetros definidos se basaron en los Parámetros de Control Obligatorio (PCO) del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Asimismo, los parámetros fueron analizados en campo y en laboratorio, para que los resultados fueran contrastados con los límites máximos permisibles del Reglamento.

Además, las coordinaciones se realizaron personalmente con el presidente de la JASS Cullpa Alta, el señor Rolando Veliz Salomé, así como con el técnico encargado de las operaciones el señor Pedro Revollar. Ellos brindaron las facilidades para el acceso guiado a las instalaciones y proporcionaron la información del número de familias a las que abastecían, así como de los componentes con los que operan.

Sobre la base de los resultados de laboratorio, la identificación e inspección de los componentes se desarrolló la propuesta de rediseño identificando las falencias en las operaciones y brindando las consideraciones y recomendaciones pertinentes para poder optimizar el proceso de abastecimiento de agua potable a la población del anexo Incho.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

##### **A. Entorno natural**

La población elegida para la evaluación de la calidad del agua es la que abastece la JASS Cullpa Alta a la población.

##### **B. Entorno social**

La población elegida para la investigación fue la comprendida por las 598 familias que la JASS Cullpa Alta abastece de agua potable

#### **3.3.2. Muestra**

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, cuya característica se basa en la selección de casos accesibles que acepten ser incluidos, permitiendo realizar una segmentación de los datos basándose en una característica específica (41).

##### **A. Entorno natural**

Las muestras obtenidas para evaluar la calidad del agua se realizaron en los siguientes componentes y su respectiva ubicación:

##### **B. Entorno social**

La muestra considerada para la aplicación de las encuestas fue de 60 familias empadronadas por la JASS Cullpa Alta, las cuales participaron de la jornada de pago de los servicios,

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.4.1. Técnicas**

Para el desarrollo de la investigación se optó por la aplicación de encuestas a la población, con el fin de recabar su apreciación respecto a la dotación, calidad del agua abastecida por la JASS Cullpa Alta y atención de la misma.

También se realizó un análisis en laboratorio los parámetros de control obligatorio con el fin de medir y contrastarlos con los límites máximos permisibles estipulados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y determinar si cumplen con lo necesario para ser considerada de calidad.

#### **1.º Etapa. Identificación de los componentes de la JASS Cullpa Alta**

- Visita guiada para la identificación de los componentes de la JASS Cullpa Alta.
- Identificación de la población a la que la JASS Cullpa Alta abastece de agua.

#### **2.º Etapa. Actividades relacionadas al entorno social y entorno natural**

- Diseño del modelo de encuesta para su aplicación a la población beneficiaria por los servicios de la JASS Cullpa Alta.
- Aplicación de la encuesta diseñada a la población.
- Identificación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del agua.

#### **3.º Etapa. Interpretación de resultados**

- Interpretación de los resultados de las encuestas.
- Desarrollo del plan de muestreo.
- Recolección de muestras para enviar a laboratorio.
- Identificación de los límites permitidos según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Interpretación de los resultados.

#### **3.º Etapa. Desarrollo de la propuesta de rediseño**

- Identificación de componentes deficientes.
- Propuesta de cálculos para rediseño.

- 

### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

#### A. Entorno natural

- Equipo GPS para el registro de coordenadas UTM.
- Fichas y etiquetas para el registro de datos por cada muestra.
- Frascos de plástico adecuados por el laboratorio para la recolección de la muestra.
- Cámara fotográfica para el registro de imágenes.

#### B. Entorno natural

- Encuesta de siete (07) preguntas respecto a la dotación del agua, calidad del agua y calidad del servicio.
- *Software* IBM SPSS Statics © para el procesamiento de la información.

### 3.5. Metodología de la experimentación

#### 3.5.1. Ubicación geográfica

Las instalaciones de la JASS Cullpa Alta se encuentran ubicadas en el anexo Cullpa, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo y departamento de Junín, desde la captación hasta la poza de cloración se registra una distancia de 800 m.

Tabla 12: *Ubicación de los principales componentes de la JASS Cullpa Alta*

<b>CAPTACIÓN</b>	
Coordenada Norte	8672650 N
Coordenada Este	479733 E
<b>POZA DE CLORACIÓN</b>	
Coordenada Norte	8672357 N
Coordenada Este	479468 E



*Ilustración 1.* Ubicación de los principales componentes de la JASS Cullpa Alta

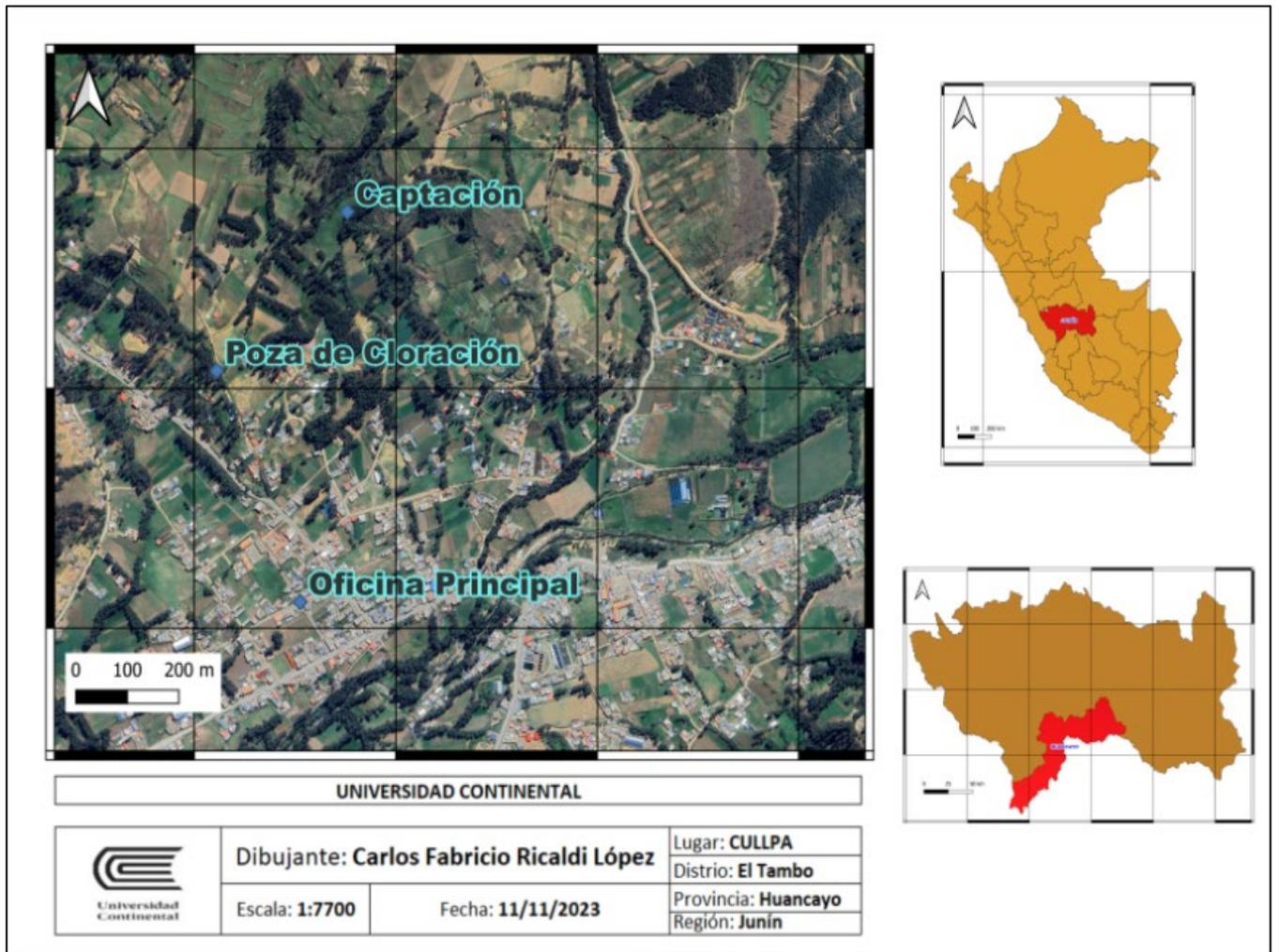
*Fuente:* Google Earth

### **3.5.2. Coordinación con la JASS Cullpa Alta**

Se realizaron las respectivas coordinaciones con la Junta Directiva de la JASS Cullpa Alta, presidida por el Sr. Rolando Veliz Salomé. Se solicitó información respecto al total de familias beneficiadas con el servicio de agua potable, se identificaron un total de 598 familias.

A partir de este dato, se decidió optar por considerar al 10 % de la población como muestra representativa, con el fin de aplicar una encuesta que permita conocer la opinión de la población del anexo Incho respecto a la dotación de agua, calidad del agua y calidad del servicio ofrecido por parte de la JASS Cullpa Alta.

Posterior a la aplicación de la encuesta, se coordinó la obtención del permiso para el acceso a las instalaciones de la JASS Cullpa Alta con el fin de recolectar las muestras en la **captación** y la **poza de cloración** para su evaluación en laboratorio, además de reportar los resultados obtenidos a la junta directiva de la JASS Cullpa Alta para su conocimiento.



*Ilustración 2:* Mapa de la ubicación de la JASS Cullpa alta

*Fuente:* Elaboración propia

### 3.5.3. Aplicación de la metodología

#### A) Visita preliminar para identificación de componentes

Se coordinó con la junta directiva de la JASS Cullpa Alta el permiso para poder acceder, en compañía del técnico encargado del control operacional, a sus instalaciones. Con la finalidad de identificar los componentes con los que cuenta para el abastecimiento de agua potable a la población del anexo Incho.



*Ilustración 3:* Visita guiada en compañía del técnico encargado de la JASS Cullpa Alta



*Ilustración 4:* Poza de adecuación y sistema de filtro de la JASS Cullpa Alta



*Ilustración 5: Entrada de agua al Sistema (Captación) de la JASS Cullpa Alta*



*Ilustración 6: Captación antigua (en desuso) de la JASS Cullpa Alta*



*Ilustración 7: Poza de Cloración (Salida del sistema) de la JASS Cullpa Alta*



*Ilustración 8:* Tanque Rotoplast utilizado para el proceso de cloración



*Ilustración 9:* Revisión del proceso de cloración por goteo

## **B) Identificación de la población y aplicación de encuestas**

A partir de la identificación preliminar de los componentes que dispone la JASS Cullpa Alta para el tratamiento y abastecimiento de agua, se consultó a la junta directiva respecto a la cantidad de familias beneficiarias, que fueron identificadas en 598 familias empadronadas. A partir de ello se coordinó una fecha para poder aplicar una encuesta a una muestra representativa de 60 familias, para conocer sus impresiones respecto al servicio, cantidad y calidad de agua que recibían. Esto se realizó con el fin de identificar el problema a partir de la propia opinión de los beneficiarios.



*Ilustración 10: Coordinación en la oficina de la JASS Cullpa Alta*



*Ilustración 11: Aplicación de la encuesta a los usuarios del servicio de agua*

La encuesta fue diseñada enfocando 3 preguntas a la opinión de los encuestados sobre la cantidad de agua de la que disponían, 2 preguntas a la calidad del agua y 2 preguntas a la calidad del servicio ofrecido por parte de la JASS Cullpa Alta. El modelo de encuesta se presenta en el anexo 03.

Se procesó la información mediante el *software* IBM SPSS Statics © para conocer la proporción porcentual de las opiniones de los beneficiarios del servicio de agua. Este procesamiento se aplicó a 6 de 7 preguntas, debido a que la pregunta 5 fue una pregunta de respuesta abierta, en la cual la población brindó su opinión y percepción de forma libre.

Tabla 13: *Procesamiento de las encuestas mediante el software IBM SPSS Statics* ©

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ENCUESTA APLICADA SOBRE EL SERVICIO Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE ABASTECIDA POR LA JASS CULLPA ALTA							
Estadísticos							
Preguntas	¿Considera usted que la dotación de agua que recibe es suficiente?	¿Durante cuánto tiempo al día su vivienda cuenta con la dotación de agua?	¿Considera usted que el tiempo que dispone de la dotación de agua es suficiente?	¿De qué calidad considera usted que es la dotación de agua?	¿Cómo califica usted la tarifa que paga por el servicio de agua?	¿Está usted satisfecho con el servicio que ofrece la JASS Cullpa Alta	
N	Válido	60	60	60	60	60	60
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
	Moda	1	4	1	2	2	1

### C) Identificación de puntos de monitoreo

A partir del conocimiento de la opinión de los usuarios del servicio de la JASS Cullpa Alta, y habiendo identificado el principal problema, se procedió a identificar las consideraciones a tener en cuenta para la identificación de los parámetros a evaluar en laboratorio y los puntos en los cuales se obtuvieron las muestras.

Para ello, a partir de la revisión de la bibliografía, se identificó al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano publicado por el Ministerio de Salud en el 2010, mediante decreto supremo.

A partir de su revisión, se identificó los estipulado en el Título IX referente a los requisitos que se deben considerar para evaluar la calidad del agua específicamente el artículo 63.º que definió los parámetros de control obligatorio (PCO) que los proveedores de agua deben contemplar para su evaluación (30).

Los parámetros considerados para la evaluación de la calidad del agua fueron los siguientes:

- Coliformes totales
- Coliformes termotolerantes
- Color
- Turbiedad
- Residual de desinfectante
- pH

También, se consideró la evaluación de los parámetros de nitratos y sulfatos, debido a que las instalaciones de la JASS Cullpa Alta se encuentran en una zona cercana a los pastizales para ganado y zonas de cultivos, pudiendo tener influencia de pesticidas, agroquímicos o desechos de los animales.

Para la identificación de los puntos de monitoreo, se tomó en cuenta la Resolución Directoral N.º 160-2015 propuesta por DIGESA y el Ministerio de Salud, el cual brinda el

Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (42).

La Resolución Directoral detalla, en el apartado 6.2.2.1., la ubicación de los puntos de muestreo, por lo que se definió como puntos fijos los siguientes (42):

- Captación.
- Salida de la infraestructura de tratamiento.
- Áreas intermedias y extremas de la red de distribución.

Los puntos de monitoreo considerados fueron los siguientes:

Tabla 14: *Puntos establecidos para monitoreo de la calidad del agua*

Nº PUNTO	DENOMINACIÓN DEL PUNTO	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
1	Entrada al Sistema (Captación)	8672650	479733
2	Salida del Sistema (Poza de Cloración)	8672357	479468
3	Domicilio 1	8672298	479503
4	Domicilio 2	8671766	479536
5	Domicilio 3	8668763	477942

Adicionalmente, se consideró los procedimientos estipulados en el apartado 6.2.1. referente a la preparación de materiales y equipos para muestre, por lo que se consideró lo siguiente (42):

**a) Materiales**

- Tablero
- Ficha de campo
- Libreta de campo
- Etiqueta para identificación de frascos
- Plumón indeleble
- Guantes descartables
- Cuerda

**b) Equipos**

- Cámara fotográfica
- GPS
- Termómetro

**c) Indumentaria de seguridad**

- Zapatos de seguridad

- Pantalón
- Casco
- Guardapolvo

#### **D) Coordinación para la obtención de muestras**

Una vez identificados los parámetros a evaluar, se procedió a desarrollar el plan a seguir para la obtención de muestras en los puntos identificados. Se realizó la cotización y coordinación con el laboratorio R-LAB S.A.C. respecto a los siguientes parámetros:

- Coliformes totales
- Coliformes termotolerantes
- Cloro residual
- Nitratos
- Sulfatos

El laboratorio se comprometió a brindar los envases acondicionados para la recolección de la muestra según el tipo de parámetro a analizar, considerando lo estipulado en el protocolo de muestreo. Así como el cooler previamente adecuado para la conservación y transporte para su análisis. Se realizó la coordinación y solicitud de permiso para acceder a los laboratorios de la Universidad Continental y los equipos para evaluar los siguientes parámetros:

- pH
- Color
- Turbiedad

Los equipos solicitados para la evaluación de dichos parámetros fueron los siguientes:

- Multiparámetro
- Colorímetros
- Turbidímetro

Con las coordinaciones ya realizadas, se concretó una fecha para la obtención de las muestras y se solicitó a la junta directiva de la JASS Cullpa Alta el permiso para el acceso y la disponibilidad del técnico encargado para su apoyo.

#### **E) Recolección de muestras**

Se inició la recolección de muestras a las 07:58 am en el punto 02 denominado como Salida del Sistema, en la Poza de Cloración. Esto se realizó por conveniencia, debido a que se consideró obtener la muestra posterior al tratamiento con el fin que los materiales y equipos no se vean comprometidos ni alteren los resultados posteriormente, pues se consideró que el agua es de calidad después de someterse al tratamiento.



*Ilustración 12:* Identificación de coordenadas de la Salida del Tratamiento

Se inició con el control de temperatura y la recolección de la muestra en el frasco destinado para la evaluación de los parámetros biológicos, con el fin de preservar en mejor estado los materiales utilizados para la recolección y no alterar los resultados. Cabe señalar que la recolección en la entrada y en la salida del sistema se realizó en compañía del técnico encargado.



*Ilustración 13:* Trabajo colaborativo con el técnico encargado de la JASS Cullpa Alta



*Ilustración 14:* Recolección de la muestra para parámetros biológicos

Se procedió con la recolección de la muestra en el frasco destinado para los parámetros físicos y químicos. Además de considerar el correcto etiquetado de cada frasco, tal como lo recomendó el laboratorio y se revisó en el protocolo de monitoreo. Es necesario resaltar que este orden se consideró para los 5 puntos de muestreo.



*Ilustración 15:* Recolección de la muestra para parámetros físicos y químicos

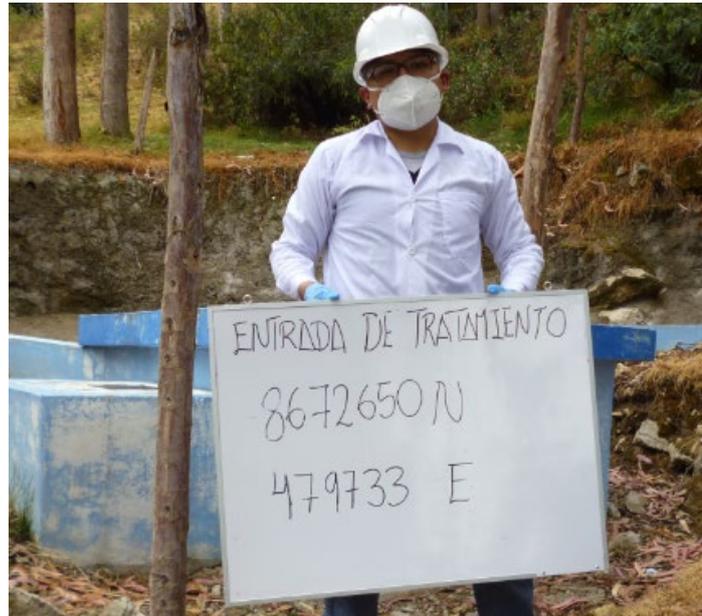


*Ilustración 16:* Etiquetado de los frascos para la entrega al laboratorio



*Ilustración 17:* Preservación de las muestras en el cooler acondicionado

A las 08:30 am se recolectó la muestra en el punto 01 denominado como Entrada al Sistema, en la Captación natural. Se controló la temperatura y se recolectó la muestra en los frascos según el parámetro destinado.



*Ilustración 18:* Identificación de coordenadas a la Entrada del Sistema



*Ilustración 19:* Medición de la temperatura a la Entrada del Sistema



*Ilustración 20:* Recolección de muestra para parámetros biológicos



*Ilustración 21:* Recolección de muestra para parámetros físicos y químicos



*Ilustración 22: Preservación de la muestra en el cooler acondicionado*

A las 09:24 a. m. se inició con la recolección de la muestra en los domicilios, los cuales fueron previamente identificados a partir de las encuestas realizadas y corroboradas mediante lo estipulado en el Protocolo de Muestreo. El punto denominado Domicilio 1 fue el primero, este se ubica muy cerca de la Poza de Cloración.

Como se detalló anteriormente, se inició con el control de la temperatura y se continuó con la recolección de la muestra para los parámetros biológicos, físico y químico respectivamente.



*Ilustración 23: Medición de la temperatura en el Domicilio 1*



*Ilustración 24:* Recolección de la muestra para parámetros biológicos



*Ilustración 25:* Recolección de la muestra para parámetros físicos y químicos

A las 09:55 am se realizó el muestreo en el punto 04 denominado Domicilio 2, ubicado en una zona intermedia en la red de distribución de agua potable. Se controló la temperatura y se recolectaron las muestras.



*Ilustración 26:* Medición de la temperatura en el Domicilio 2



*Ilustración 27:* Recolección de muestra para parámetros biológicos



*Ilustración 28:* Recolección de muestra para parámetros físicos y químicos

Finalmente, a las 10:40 am se realizó la recolección de la muestra en el punto 05 correspondiente al Domicilio 3. Este punto se ubica en una zona extrema de la red de distribución

de agua potable y se repitió el proceso de control de temperatura y recolección de muestra por parámetro a evaluar.



*Ilustración 29:* Medición de la temperatura en el Domicilio 3



*Ilustración 30:* Recolección de muestra para parámetros biológicos



*Ilustración 31:* Recolección de muestra para parámetros físicos y químicos

A las 11:15 am se realizó la entrega de las muestras en las oficinas del laboratorio R-LAB S.A.C. para la evaluación de los resultados y posterior entrega de resultados.



*Ilustración 32:* Entrega de cooler con muestras y relleno de la cadena de custodia

A las 11:30 am se ingresó al laboratorio de la Universidad Continental con el fin de realizar la evaluación de los parámetros de pH, turbidez y color. Estos parámetros fueron elegidos con el fin de disminuir los costos que conllevaba su evaluación en laboratorio, ya que la Universidad contaba con los equipos y brindaron las facilidades para su acceso. Se realizó la evaluación en cada una de las muestras, las cuales fueron evaluadas en frascos separados y debidamente etiquetados de acuerdo al protocolo de muestreo.

Se inició con la evaluación del pH, por lo que para corroborar que el equipo se encuentre calibrado se procedió a obtener una muestra del grifo del laboratorio y se registró el valor indicado en el multiparámetro, el cual fue de 7.73 que se encuentra en el rango de medición.



*Ilustración 33:* Calibración del Multiparámetro



*Ilustración 34:* Registro del valor de 7.73 en Multiparámetro



*Ilustración 35:* Disposición de las muestras recolectados por separado



*Ilustración 36:* Evaluación del pH por cada muestra

Se prosiguió con la evaluación del parámetro turbidez mediante el turbidímetro. Al igual que con el multiparámetro se corroboró la calibración con los frascos disponibles del propio equipo.



*Ilustración 37:* Calibración del turbidímetro



*Ilustración 38:* Evaluación de turbidez por cada muestra

Seguidamente, se procedió con la evaluación del parámetro color a partir del colorímetro, el cual fue calibrado en colaboración del encargado de laboratorio.



*Ilustración 39:* Evaluación de la calibración del colorímetro por parte del encargado



*Ilustración 40:* Evaluación del color por cada muestra



*Ilustración 41:* Registro de los valores de color por cada muestra

Finalmente, los resultados fueron registrados en la ficha de datos de campo dispuesta en el Reglamento para la evaluación de la calidad del agua para consumo humano, en el anexo 02. Se procedió a realizar la interpretación de la evaluación de cada parámetro.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Aplicación de la Metodología

A partir del tratamiento estadístico aplicado a las encuestas, se obtuvieron los siguientes resultados según cada pregunta:

**Pregunta 1:** ¿considera usted que la dotación de agua que recibe es suficiente?

¿Considera usted que la dotación de agua que recibe es suficiente?					
Estadísticos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	39	65.0	65.0	65.0
	No	21	35.0	35.0	100.0
	<b>Total</b>	60	100.0	100.0	

Tabla 15: *Procesamiento estadístico de la pregunta 1*

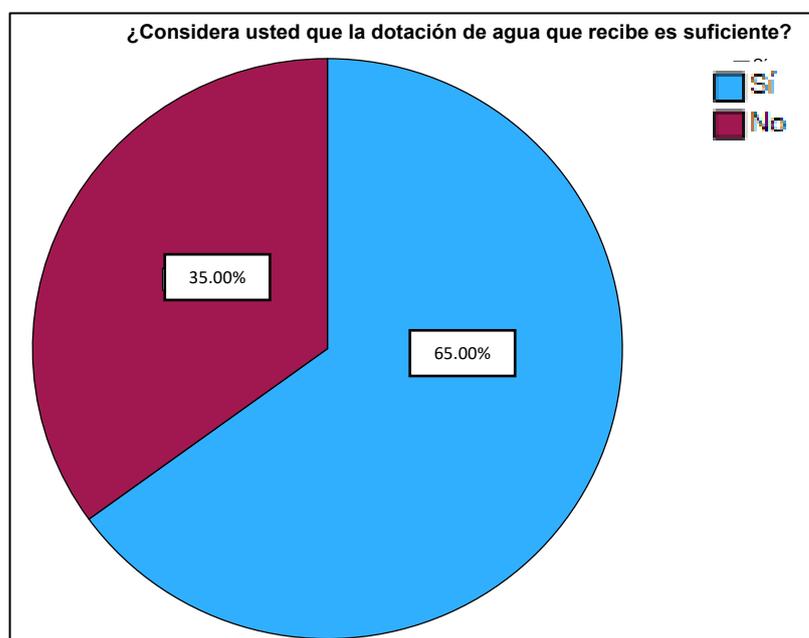


Ilustración 42: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 1

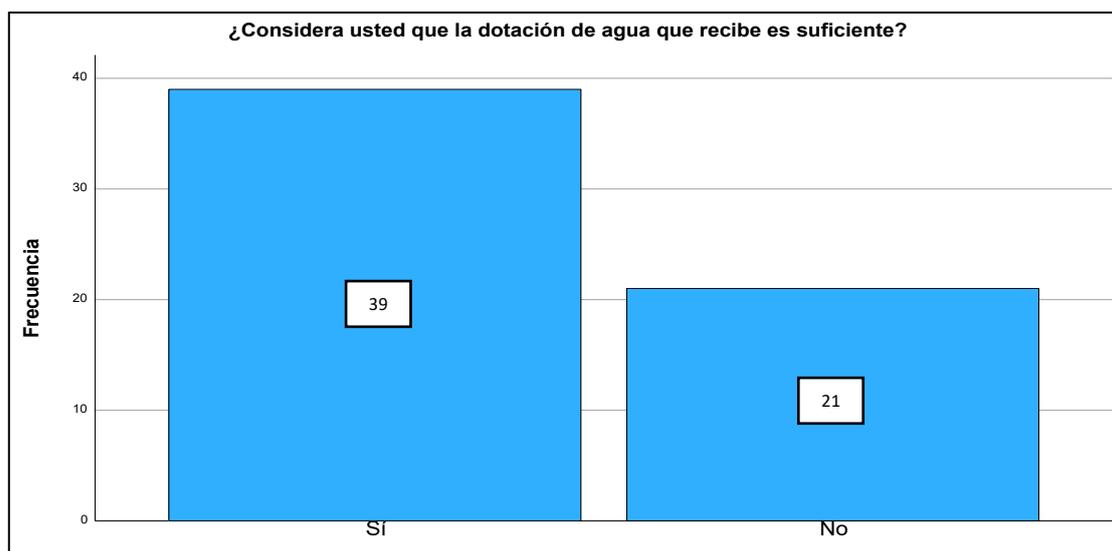


Ilustración 43: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 1

A partir de la primera pregunta, el 65 % de los usuarios encuestados consideran que la dotación de agua que reciben es adecuada para sus actividades diarias. Sin embargo, el 35 % restante afirma que hay periodos en los cuales la dotación de agua es restringida, específicamente durante los meses de junio, julio y agosto.

**Pregunta 2: ¿Durante cuánto tiempo al día su vivienda cuenta con la dotación de agua?**

Tabla 16: *Procesamiento estadístico de la pregunta 2*

¿Durante cuánto tiempo al día su vivienda cuenta con la dotación de agua?					
Estadísticos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1 hora	2	3.3	3.3	3.3
	2 horas	3	5.0	5.0	8.3
	3 o más	11	18.3	18.3	26.7
	Todo el día	43	71.7	71.7	98.3
	Desconoce	1	1.7	1.7	100.0
	<b>Total</b>	60	100.0	100.0	

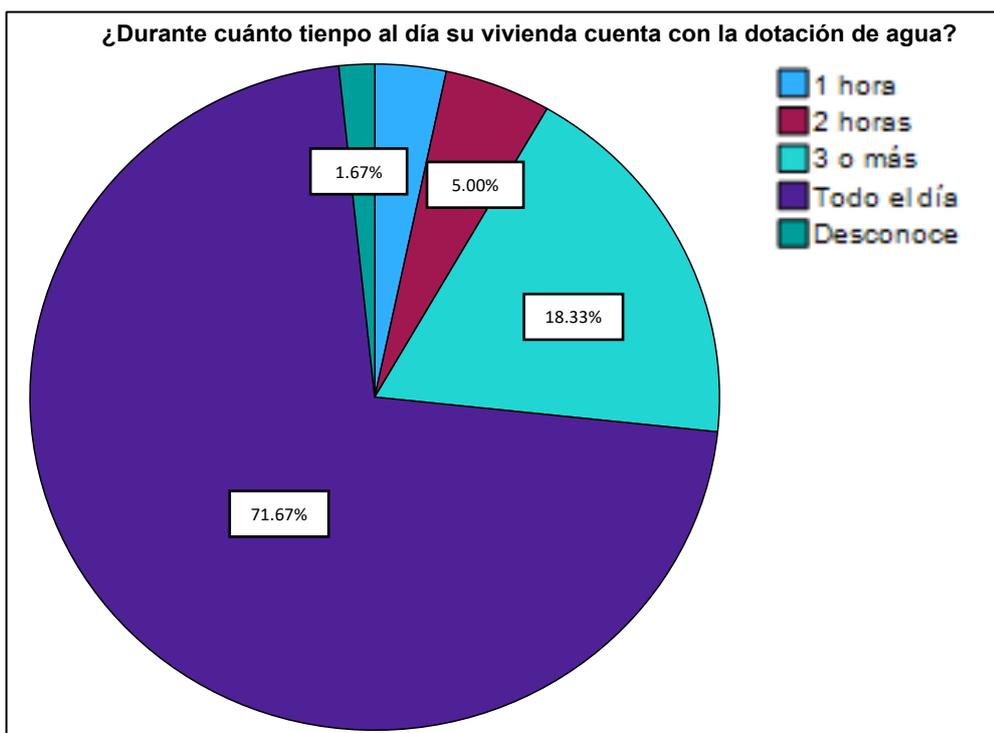


Ilustración 44: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 2

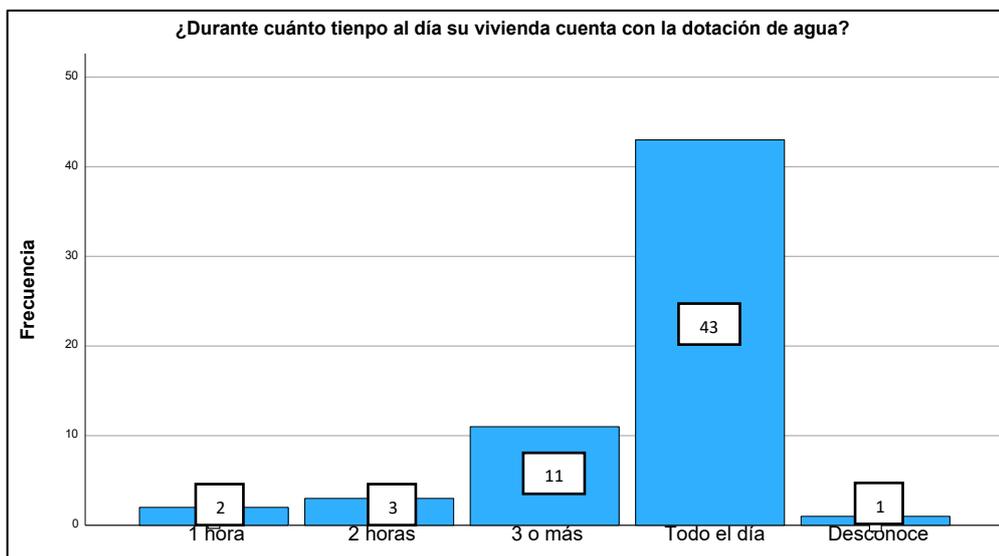


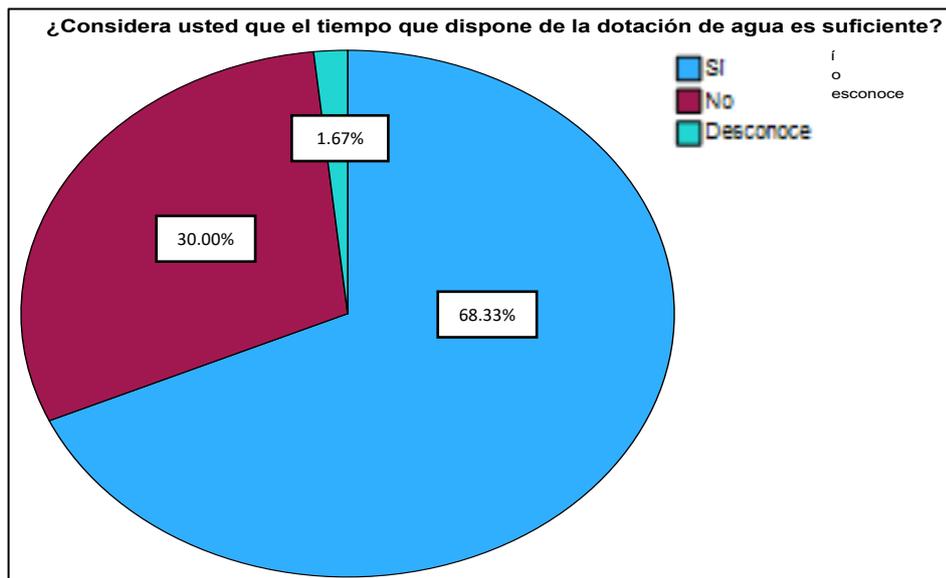
Ilustración 45: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 2

Para la segunda pregunta, la opinión de los encuestados reflejó que el 71 % dispone de la dotación de agua durante todo el día, mientras que un 27 % solo dispone por periodos de 1 a 3 o más horas, destacando los meses de junio, julio y agosto.

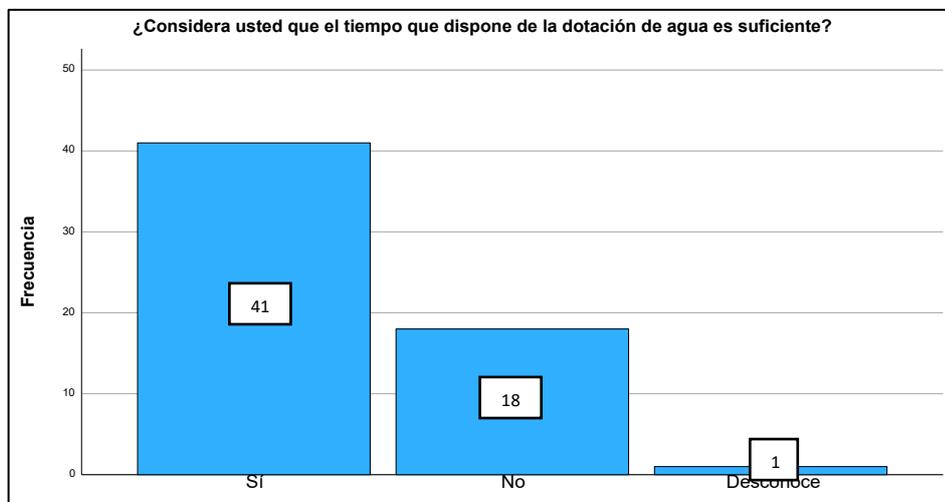
**Pregunta 3: ¿considera usted que el tiempo que dispone de la dotación de agua es suficiente?**

*Tabla 17: Procesamiento estadístico de la pregunta 3*

¿Considera usted que el tiempo que dispone de la dotación de agua es suficiente?				
Estadísticos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	41	68.3	68.3
	No	18	30.0	98.3
	Desconoce	1	1.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0



*Ilustración 46: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 3*



*Ilustración 47: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 3*

Respecto a la tercera pregunta, el 68 % de encuestados consideran que el tiempo que reciben la dotación de agua es suficiente, esto se atribuye a que la mayoría de usuarios utilizan el recurso durante horas específicas en la mañana, tarde y noche.

**Pregunta 4: ¿De qué calidad considera usted que es la dotación de agua potable?**

¿De qué calidad considera usted que es la dotación de agua?					
Estadísticos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Buena	13	21.7	21.7	21.7
	Regular	41	68.3	68.3	90.0
	Mala	6	10.0	10.0	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Tabla 18: Procesamiento estadístico de la pregunta 4

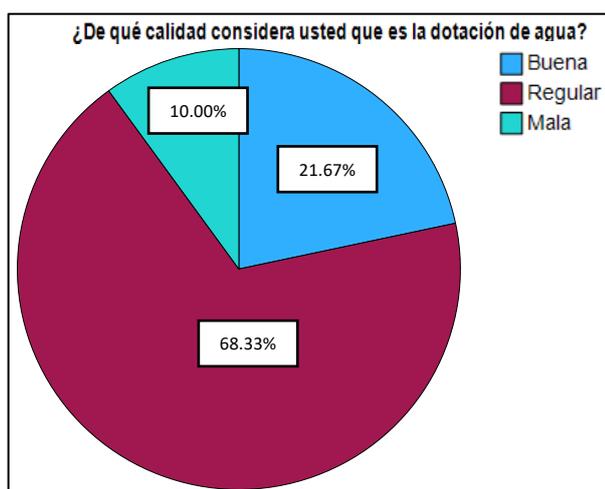


Ilustración 48: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 4

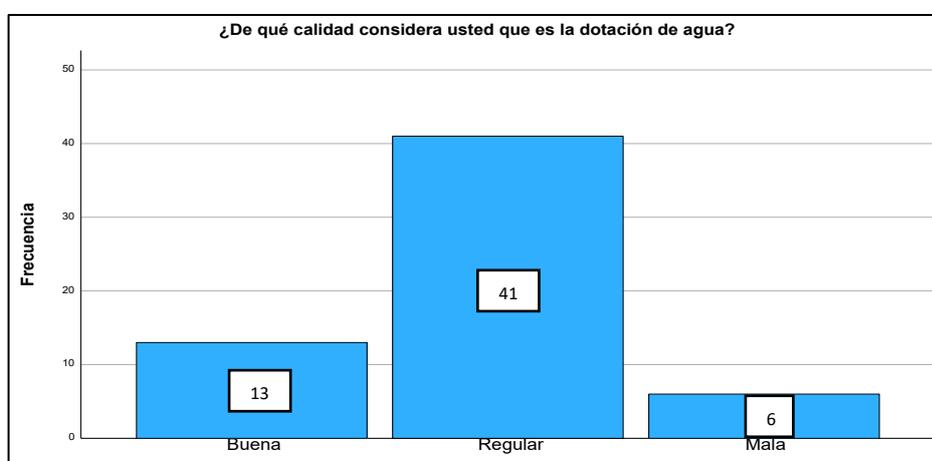


Ilustración 49: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 4

La pregunta 4 se enfoca en la calidad del agua que reciben los usuarios, por ello, se consultó su opinión de acuerdo con su experiencia y uso diario. Se identificó que el 68 % de

usuarios encuestados consideran que el agua que reciben es de regular calidad, un 22 % consideró que es de buena calidad y solo un 10 % la consideró de mala calidad.

**Pregunta 5: ¿en que se basó para considerar la calidad del agua? Justifique su respuesta anterior**

La pregunta 5 es una pregunta abierta, la cual está relacionada con la pregunta 4. Se planteó esta pregunta con el fin de brindar una justificación a la percepción de la población respecto a la calidad del agua abastecida por la JASS Cullpa Alta.

Destacan respuestas como las siguientes:

- El agua presenta EXCESO DE CLORO, presenta color muy blanquecino.
- Se evidencias SEDIMENTOS DE TIERRA al momento de recolectarla en baldes.
- Es TURBIA.
- Se evidencia la FALTA DE TRATAMIENTO antes de su abastecimiento.
- Presenta RESIDUOS DE GRAN TAMAÑO como ramas, hojas y plástico

**Pregunta 6: ¿cómo califica usted la tarifa que paga por el servicio de agua?**

<b>¿Cómo califica usted la tarifa que paga por el servicio de agua?</b>					
<b>Estadísticos</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Válido</b>	<b>Caro</b>	12	20.0	20.0	20.0
	<b>Exacto</b>	40	66.7	66.7	86.7
	<b>Barato</b>	8	13.3	13.3	100.0
	<b>Total</b>	60	100.0	100.0	

*Tabla 19: Procesamiento estadístico de la pregunta 6*

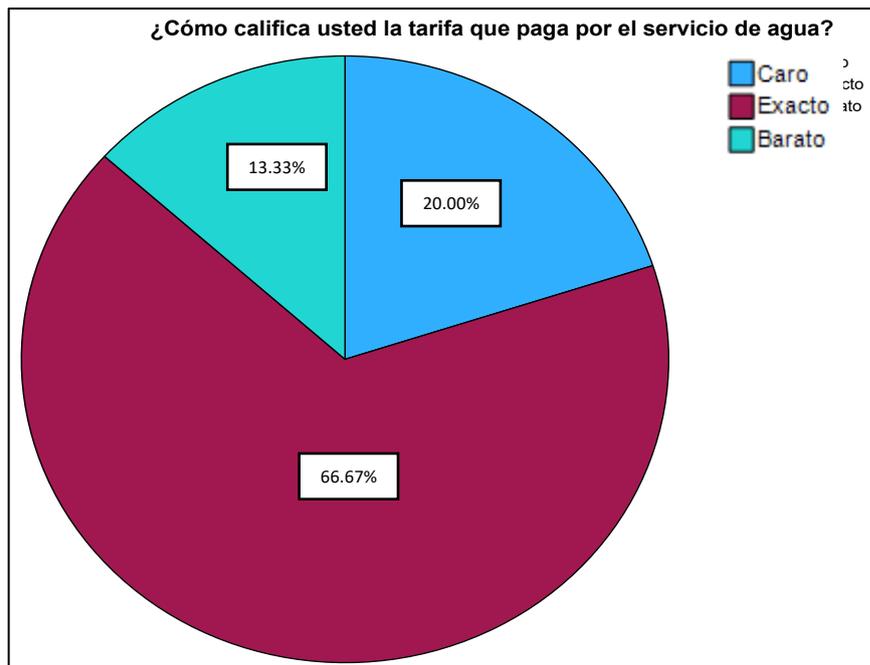


Ilustración 50: Gráfica de sectores correspondiente a la pregunta 6

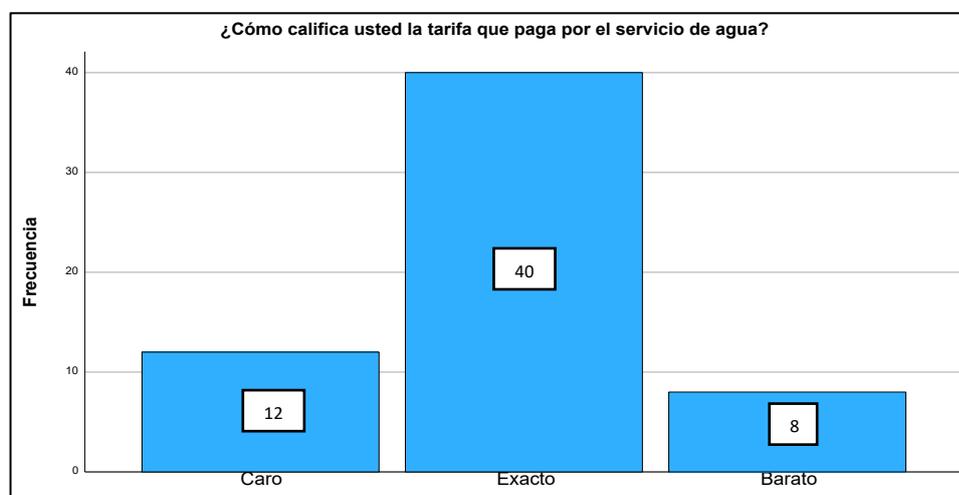


Ilustración 51: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 6

La sexta pregunta se enfocó en el pago que realizan por el servicio que ofrece la JASS Cullpa Alta. El 67 % de encuestado consideró que el pago que realizan es exacto, un 20 % calificó la tarifa como cara y un 13 % lo calificó como barato.

**Pregunta 7: ¿está usted satisfecho con el servicio que ofrece la JASS Cullpa Alta?**

¿Está usted satisfecho con el servicio que ofrece la JASS Cullpa Alta?					
Estadísticos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	40	66.7	66.7	66.7
	No	20	33.3	33.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

Tabla 20: Procesamiento estadístico de la pregunta 7

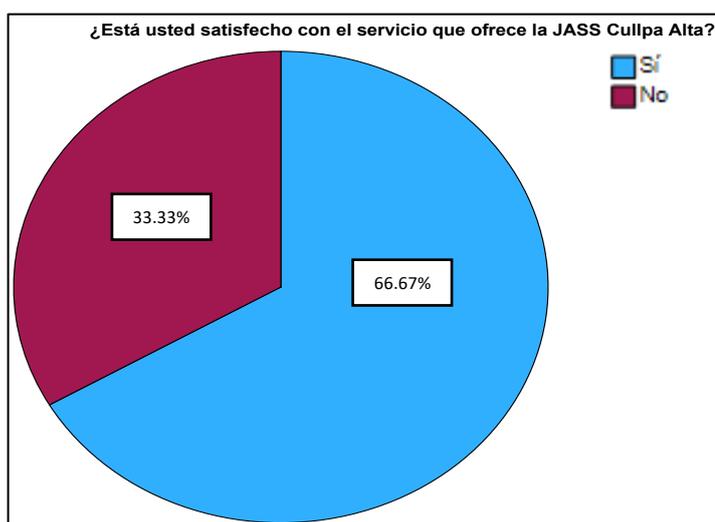


Ilustración 52: Gráfica circular correspondiente a la pregunta 7

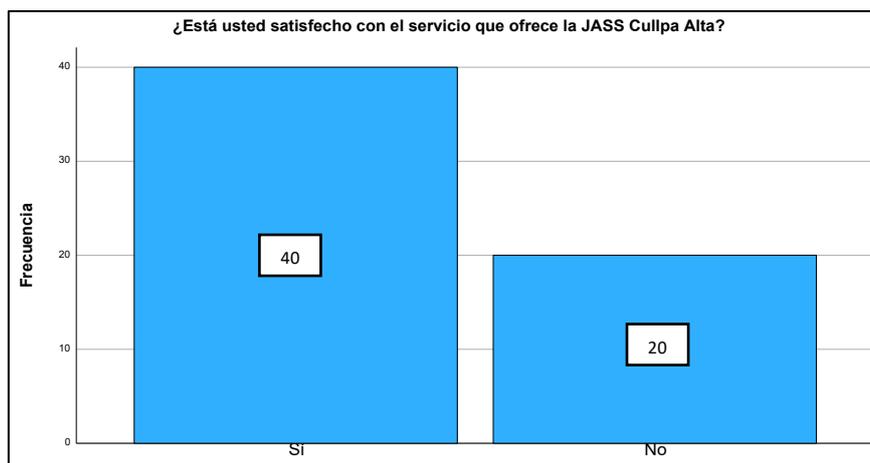


Ilustración 53: Gráfica de barras correspondiente a la pregunta 7

La última pregunta se enfocó en conocer la opinión de los usuarios sobre el servicio en general que reciben por parte de la JASS Cullpa Alta, esto engloba el trato, la atención y la comunicación que tienen con cada usuario. Un 67 % está de acuerdo con el servicio que reciben, mientras que el 33 % restante consideran ciertas deficiencias.

#### 4.1.1. Identificación de problemas

A partir del análisis estadístico y la opinión recaba por parte de los usuarios encuestados se puede afirmar lo siguiente:

- Respecto a la **cantidad o datación de agua** que reciben, la mayoría de encuestados se encuentran conformes. Salvo que esta dotación se ve alterada durante los meses de junio, julio y agosto.
- Respecto a la **calidad del agua**, los usuarios la consideraron como regular. Debido a que, visualmente, el agua presente un tono blanco aludiendo a un exceso de cloro y restos de tierra en los recipientes lo guardan.
- Respecto a la **calidad del servicio** por parte de la JASS Cullpa Alta, la mayoría se encuentra conforme, pero consideran ciertas deficiencias respecto a la atención y comunicación de ciertos problemas.

Con estos tres aspectos identificados, se decidió enfatizar la evaluación al aspecto de la calidad del agua. Pues es reportado como el principal problema por parte de los usuarios.

#### 4.2. Interpretación de los resultados de laboratorio

Sobre la base de la evaluación de los parámetros en laboratorio, se obtuvieron los siguientes resultados para los parámetros de control obligatorio del reglamento de la calidad del agua para consumo humano. El laboratorio R-LAB S.A.C. emitió los informes de ensayo N.º 2309025A y N.º 2309026A con los resultados para los parámetros coliformes fecales, coliformes totales, nitratos y sulfatos, así como para cloro libre. La evaluación y se basó en los métodos detalladas por el Reglamento mencionado.

##### A) Resultados de la evaluación de coliformes fecales

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad NMP/100 mL</b>
Salida del sistema	<1.1
Entrada del sistema	<1.1
Domicilio 1	23
Domicilio 2	2.2
Domicilio 3	<1.1
<b>LMP</b>	<b>&lt;=1.8/100</b>

Tabla 21: Resultados de la evaluación de coliformes fecales

### B) Resultados de la evaluación de coliformes totales

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad NMP/100 mL</b>
Salida del sistema	<1.1
Entrada del sistema	>23
Domicilio 1	>23
Domicilio 2	>23
Domicilio 3	>23
<b>LMP</b>	<b>&lt;=1.8/100</b>

Tabla 22: Resultados de la evaluación de coliformes totales

### C) Resultados de la evaluación de nitratos

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad mg/L</b>
Salida del sistema	8.1
Entrada del sistema	9.4
Domicilio 1	3.3
Domicilio 2	1.2
Domicilio 3	6.2
<b>LMP</b>	<b>50.00</b>

Tabla 23: Resultados de la evaluación de Nitratos

### D) Resultados de la evaluación de sulfatos

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad mg/L</b>
Salida del sistema	14.6
Entrada del sistema	15.9
Domicilio 1	8.2
Domicilio 2	11.7
Domicilio 3	14.7
<b>LMP</b>	<b>250.00</b>

Tabla 24: Resultados de la evaluación de Sulfatos

#### E) Resultados de la evaluación de cloro libre

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad mg/L</b>
Salida del sistema	<0.09
Entrada del sistema	<0.09
Domicilio 1	<0.09
Domicilio 2	<0.09
Domicilio 3	<0.09
<b>LMP</b>	<b>5.00</b>

Tabla 25: Resultados de la evaluación de Cloro Libre

El parámetro de temperatura fue registrado con un termómetro al momento de realizar la recolección de las muestras.

#### F) Resultados de la evaluación de temperatura

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad °C</b>
Salida del sistema	11
Entrada del sistema	12
Domicilio 1	11
Domicilio 2	12
Domicilio 3	13

Tabla 26: Resultados de la evaluación de Temperatura

Los parámetros evaluados en el laboratorio de la Universidad Continental fueron pH, turbidez y color. Los resultados se presentan en las siguientes tablas.

#### G) Resultados de la evaluación de pH

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad Valor de pH</b>
Salida del sistema	7.55
Entrada del sistema	7.49
Domicilio 1	7.82
Domicilio 2	7.86
Domicilio 3	7.74
<b>LMP</b>	<b>6.5 – 8.5</b>

Tabla 27: Resultados de la evaluación de pH

## H) Resultados de la evaluación de turbidez

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad UNT</b>
Salida del sistema	0.34
Entrada del sistema	0.83
Domicilio 1	0.91
Domicilio 2	0.40
Domicilio 3	0.38
<b>LMP</b>	<b>5.00</b>

*Tabla 28: Resultados de la evaluación de turbidez*

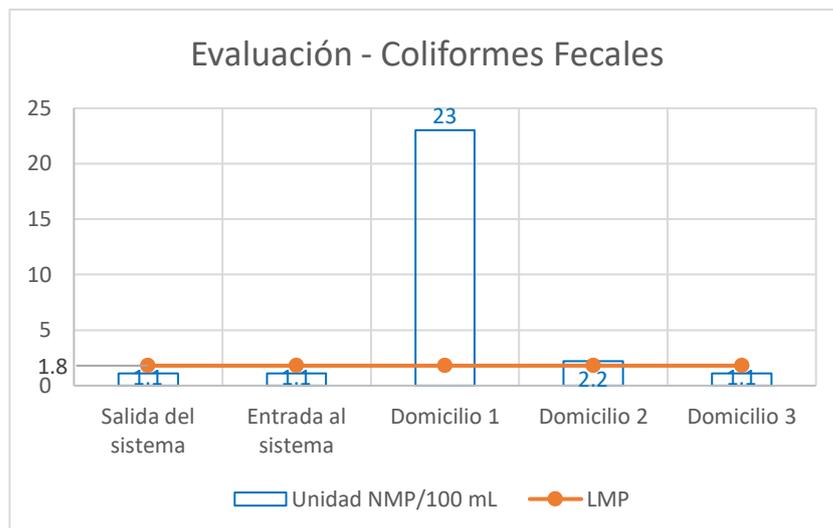
## I) Resultados de la evaluación de color

<b>Punto de Evaluación</b>	<b>Unidad UCV</b>
Salida del sistema	0.91
Entrada del sistema	1.28
Domicilio 1	0.99
Domicilio 2	0.54
Domicilio 3	0.83
<b>LMP</b>	<b>15.00</b>

*Tabla 29: Resultados de la evaluación de color*

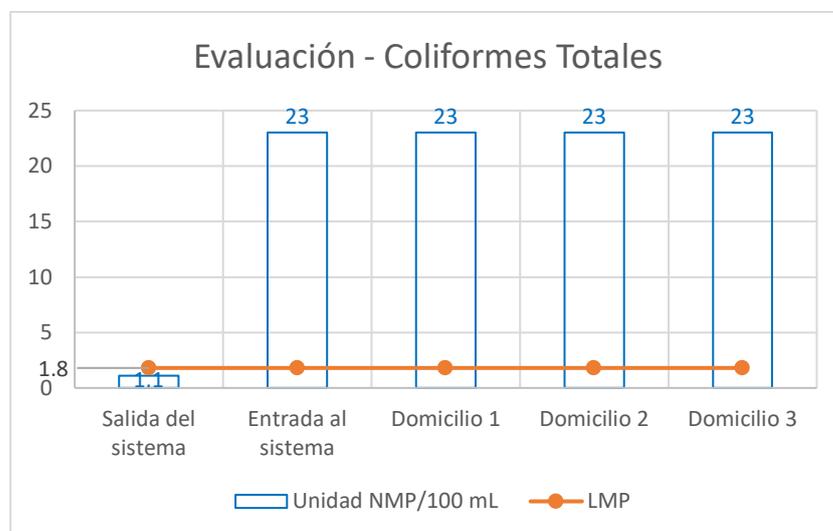
Sobre la base de la evaluación y registro de la medición de los parámetros, se presentan las siguientes interpretaciones:

- Los resultados de la evaluación del parámetro Coliformes Fecales detallan que, al ser el límite de cuantificación del método igual a 1.1, no se identificaron concentraciones de coliformes fecales en la entrada, la salida del sistema y el Domicilio 3. Sin embargo, se registraron concentraciones mayores en Domicilio 1 y Domicilio 2.



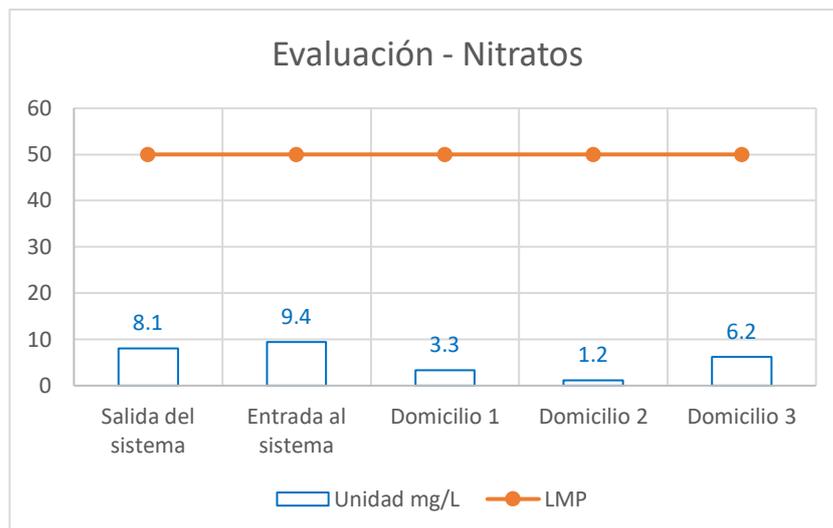
*Ilustración 54: Resultados de la evaluación de coliformes fecales*

- Respecto al parámetro coliformes Totales, en la Salida del sistema no superó el límite. Pero a la entrada del sistema y en los tres domicilios si los superó.



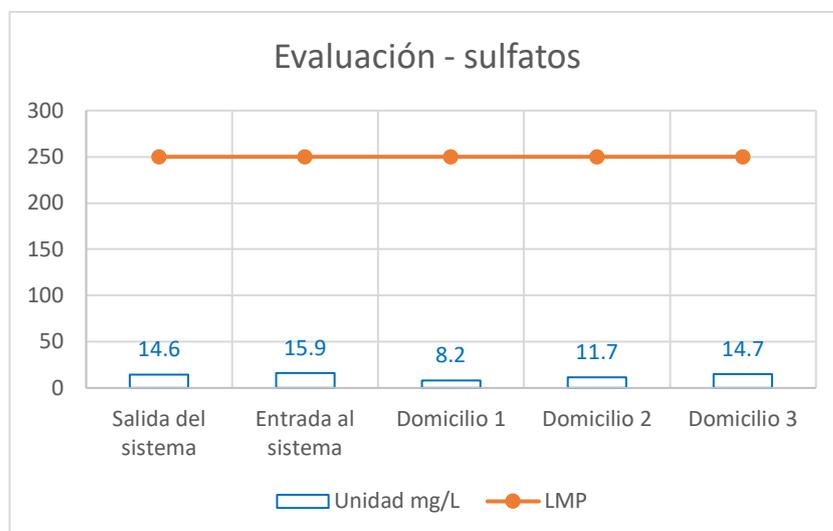
*Ilustración 55: Resultados de la evaluación de coliformes totales*

- Respecto a la evaluación del parámetro nitratos, las mediciones realizadas tanto a la entrada y a la salida del sistema, así como en los tres domicilios no superan el LMP de 50 mg/L establecido en el Reglamento (30).



*Ilustración 56: Resultados de la evaluación de Nitratos*

- La evaluación del parámetro Sulfatos tampoco superó el LMP establecido en el Reglamento en ninguno de los puntos muestreados (30).



*Ilustración 57: Resultados de la evaluación de sulfatos*

- La evaluación del parámetro cloro libre residual reportó mediciones que no superan el LMP. Sin embargo, estas mediciones tampoco están por adecuadas a la concentración mínima de 0.5 mg/L, por lo que se califica como deficiente (30).

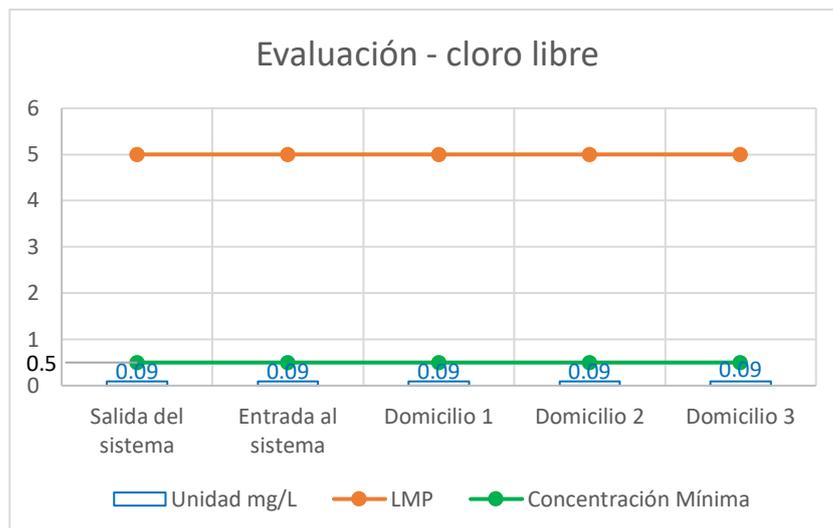


Ilustración 58: Resultados de la evaluación de cloro libre

- La temperatura del agua no presenta un LMP establecido por la norma, pero se realizó la medición debido a que es un parámetro referenciado en el formato de monitoreo establecido en los anexos del Reglamento (30).

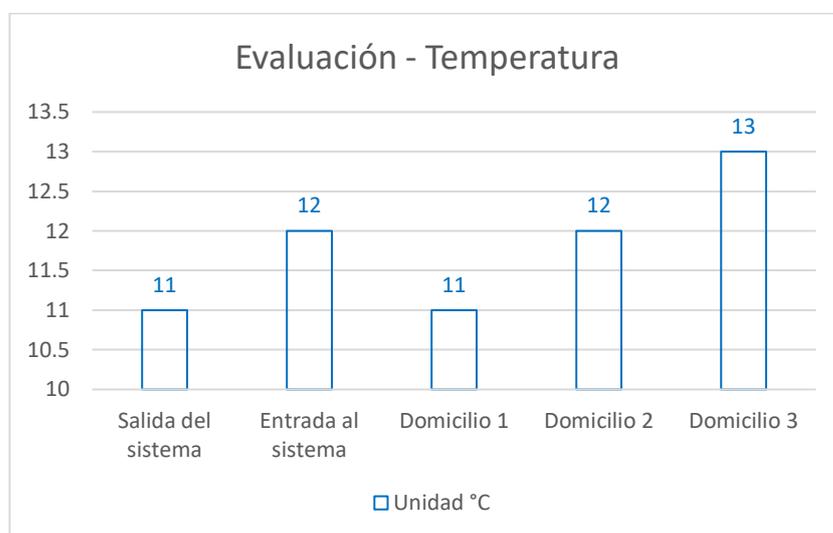
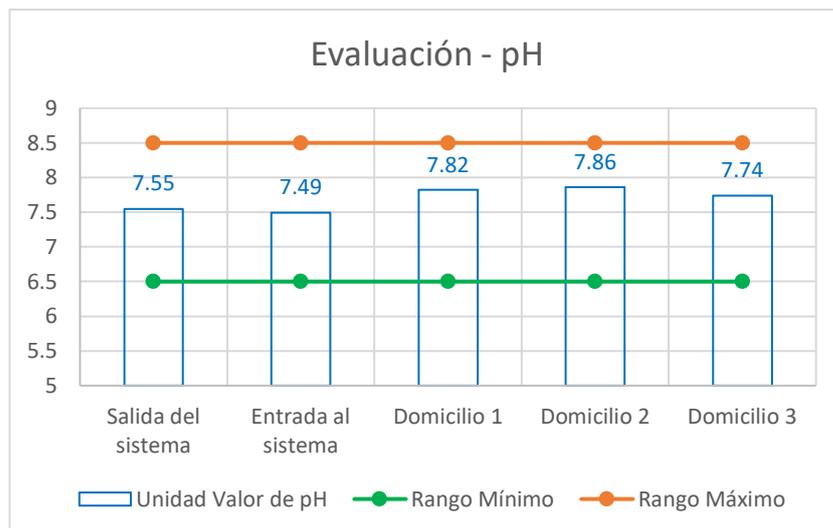


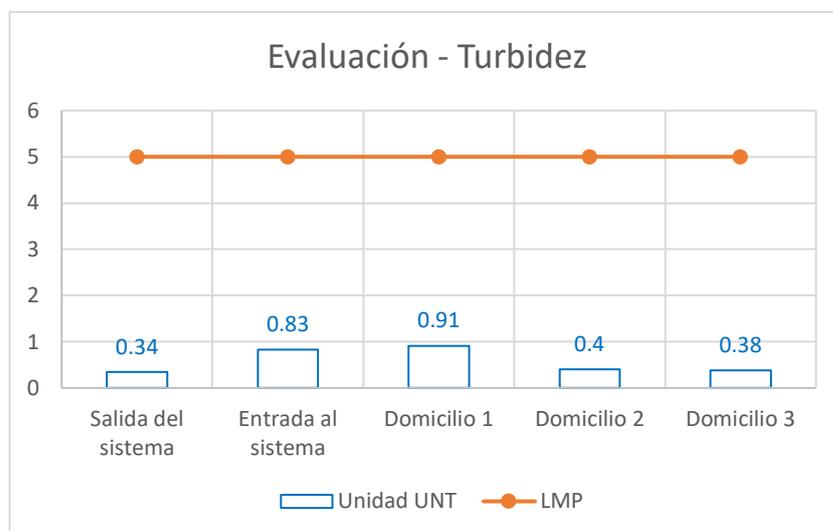
Ilustración 59: Resultados de la evaluación de temperatura

- La evaluación del parámetro pH registra mediciones ubicados en entre el rango establecido por el reglamento, cumpliendo en todos los puntos muestreados.



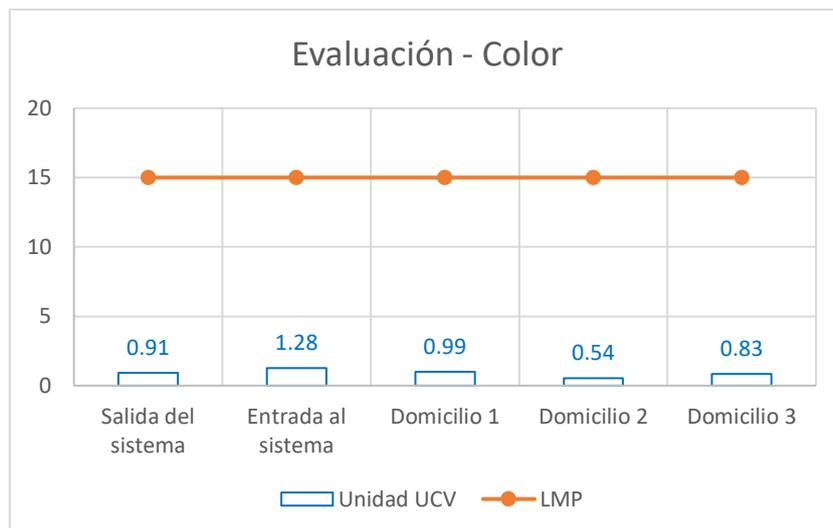
*Ilustración 60: Resultados de la evaluación de pH*

- La evaluación del parámetro turbidez registró valores por debajo del LMP establecido por el Reglamento en cada uno de los puntos de muestreo (30).



*Ilustración 61: Resultados de la evaluación de Turbidez*

- Respecto a la evaluación del parámetro Color, no superó el LMP establecido por el Reglamento en cada uno de los puntos muestreados (30).



*Ilustración 62: Resultados de la evaluación de Color*

A partir del análisis general de los resultados, se logró identificar que los parámetros que presentan problemas por superar los LMP son los de coliformes fecales, coliformes totales y cloro libre residual.

Asimismo, es importante reconocer la relación que existe entre estos tres parámetros y su deficiencia por las bajas concentraciones registradas durante la evaluación del parámetro cloro libre residual, pues no contribuyen con una correcta desinfección del efluente de agua para el abastecimiento a la población.

### **4.3. Diagnóstico del Problema**

Sobre la base de los resultados de la evaluación de los parámetros de control obligatorio y su respectiva interpretación se plantea el panorama en el cual se abordó la solución mediante el siguiente esquema.

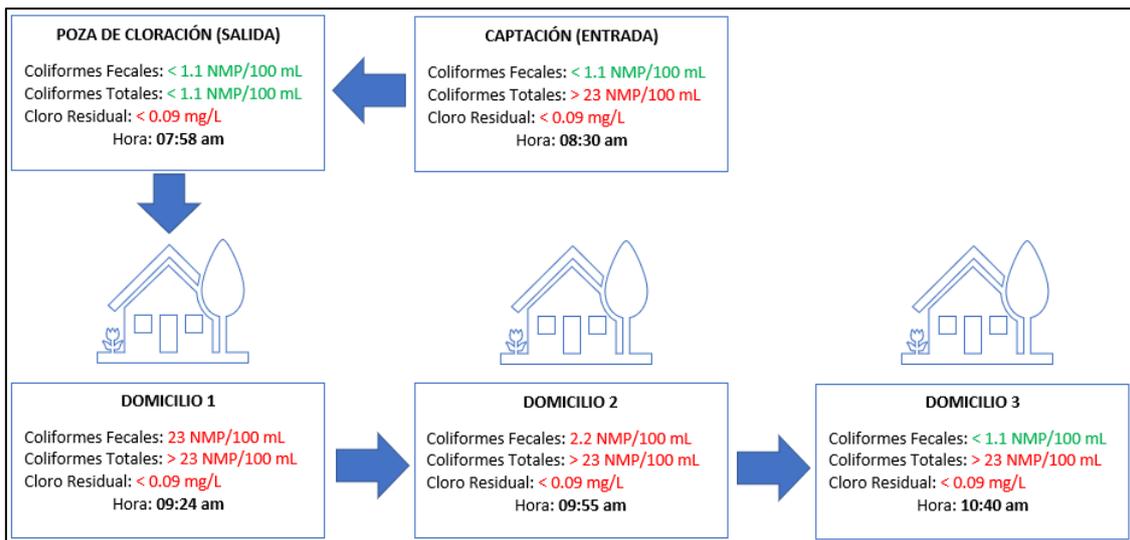


Ilustración 63: Esquema de distribución de agua según la evaluación de los PCO

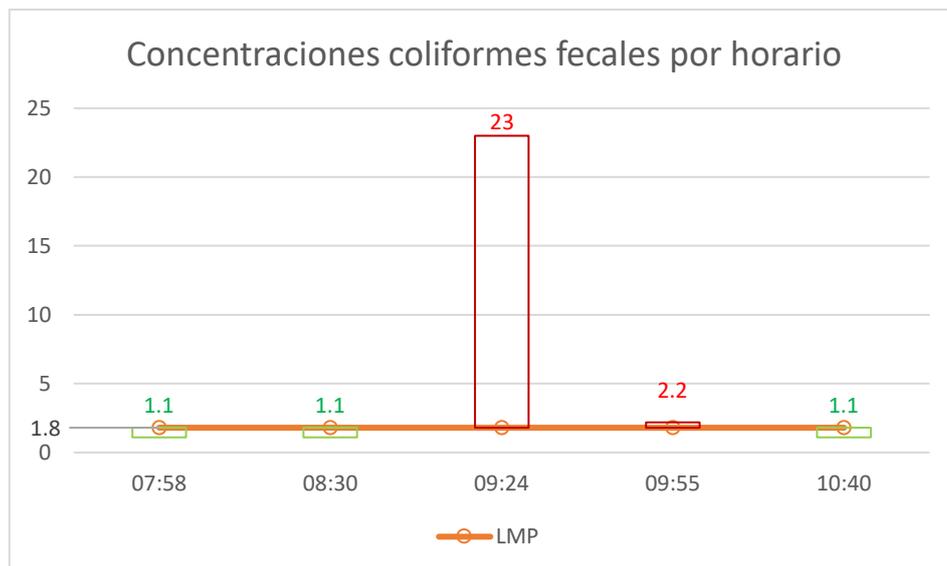
A partir de lo planteado en el esquema, se realizó un análisis en función a los tres parámetros mencionados y se evidenció que hay una relación particular entre el parámetro coliformes fecales y la hora de muestreo.

Cuando se inició con el muestreo a las 07:58 am en la poza de cloración, el resultado no superó el LMP establecido por el Reglamento, al igual que a las 08:30 a. m. en la captación. Por lo que a primera impresión se entiende que el proceso de cloración es eficiente, a pesar que el nivel de cloro fue inferior a lo mínimo establecido.

Pero al enfocarnos en los resultados registrados en los domicilios, se puede apreciar que la concentración en el Domicilio 1 superó el LMP detallado en el Reglamento a las 09:24 am. Y que al realizarse la evaluación en el Domicilio 2, esta concentración se redujo a 2.2 NMP/100 mL a las 09:55 am sobrepasando aún el LMP.

Finalmente, al evaluar el Domicilio 3 a las 10:40 am, se evidenció que este parámetro no superó el LMP, equiparando su resultado al registrado a la Salida del sistema.

A partir de ello, se planteó la siguiente idea. Que la concentración de cloro registrada y utilizada por la JASS Cullpa Alta es eficiente, pero a ciertas horas del día. Esto se debe a que, en lapsos de tiempo durante el día, el uso y la demanda de agua es mayor (43).



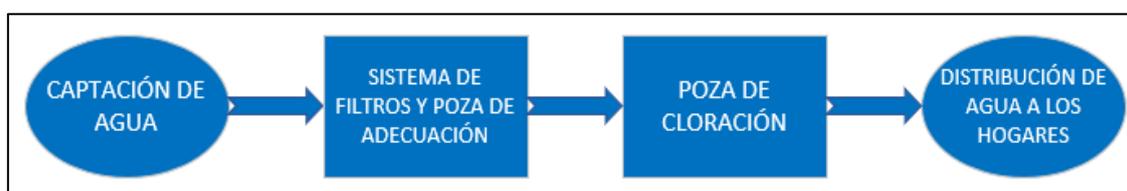
*Ilustración 64: Concentración de coliformes fecales por horario de muestreo*

Por todo lo expuesto, se entendió que el desarrollo de la propuesta para mejorar y optimizar los procesos de la JASS Cullpa Alta debe ser enfocado en la poza de cloración y la adecuación de la concentración de cloro necesaria para cumplir con lo dictaminado por el Reglamento para la Evaluación de la Calidad del Agua y relacionado con los horarios de uso por parte de la población.

#### 4.4. Análisis preliminar del desarrollo de la propuesta de rediseño

La propuesta de solución se enfocó en resolver la problemática relacionada con la dosificación de cloro. En primera instancia, se recopiló información sobre las dimensiones y funcionamiento de la poza de cloración de la JASS Cullpa Alta. Esta información se basó en la opinión y testimonio del técnico encargado del control operacional en la JASS, debido a que la información referente a este componente formó parte de otra gestión y no contaron con su registro.

El efluente de agua que se obtiene de la entrada de agua, denominada como **captación**, es direccionada al sistema de filtro y a la poza de almacenamiento en primera instancia. Posteriormente, es dirigido a la poza de cloración para finalmente ser distribuido a la población.



*Ilustración 65: Diagrama de flujo de los actuales componentes de la JASS Cullpa Alta*

Respecto al sistema de filtros que utiliza la JASS Cullpa Alta, se logró identificar lo siguiente:

Tabla 30: Datos respecto al sistema de filtros

<b>SISTEMA DE FILTROS</b>	
<b>Amplitud</b>	2 m
<b>Longitud</b>	4 m
<b>Profundidad</b>	2 m
<b>Material empleado</b>	Arena y Grava

Durante la consulta realizada al técnico de la JASS, se señaló que no se realiza un mantenimiento frecuente al sistema de filtros desde el año en que fue inaugurado, por lo que se entendió el desgaste que presenta y su deficiencia para separar el material particulado que finalmente llega a los domicilios, tal como se evidenció en las encuestas aplicadas a la población.

Respecto a la poza de cloración, el técnico de la JASS proporcionó la siguiente información:

Tabla 31: Datos respecto al proceso de cloración

<b>POZA DE CLORACIÓN</b>	
<b>Capacidad</b>	90 m <sup>3</sup>
<b>Capacidad del Tanque Rotoplas para Hipoclorito de Calcio</b>	350 l
<b>Cantidad de Hipoclorito de Calcio sólido adicionado</b>	1 kg
<b>Tipo de cloración</b>	Por goteo

La JASS Cullpa Alta no cuenta con un medidor de caudal de agua a la salida de la Poza de Cloración, pero se recopiló información funcionamiento de la poza de cloración tomando en cuenta lo expresado por el técnico encargado.

Tabla 32. Datos sobre el funcionamiento de la poza de cloración

<b>POZA DE CLORACIÓN</b>	
<b>Hora de Cierre para acumulación</b>	20:00 hrs.
<b>Hora de Apertura para distribución</b>	05:00 hrs.
<b>Volumen de agua</b>	90 m <sup>3</sup>
<b>Tiempo en el que se vacía el tanque</b>	3 hrs.

A partir de estos datos se logró comprender el funcionamiento de la poza de cloración y el proceso de distribución del agua a los domicilios. Además de poder identificar el caudal de agua que fluye.

La poza de cloración llena los 90 m<sup>3</sup> de capacidad en un total de 9 horas, entendiéndose que el flujo de agua es de 10 m<sup>3</sup>/h. El caudal bajo y la gran demanda del agua dificultan el proceso de cloración.

A partir del análisis presentado, se desarrolló la **propuesta de rediseño** enfocándose en los componentes detallados anteriormente.

## 4.5. Propuesta de Rediseño

### 4.5.1. Análisis demográfico

Con la finalidad de optimizar los componentes con los que la JASS Cullpa Alta opera y abastece de agua al anexo Incho, se desarrolló la proyección de la población que es y será beneficiada con el servicio de agua.

La población a la que abastece la JASS Cullpa Alta está conformada por un aproximado de 3500 habitantes o 598 familias en de acuerdo al padrón del año 2023. Según datos obtenidos del INEI, el anexo Incho contó con una población de 3148 habitantes en 2017 (44), por lo que se puede calcular la tasa de crecimiento anual mediante el método geométrico:

$$Pt = Pi \times (1 + r)^t$$

Pt: Población futura

Pi: Población inicial

r: Tasa de crecimiento

t: Años

Reemplazando:

$$3600 = 3148 \times (1 + r)^6$$

$$\frac{3500}{3148} = (1 + r)^6$$

$$r = 0.017$$

Este cálculo permitió comprender que el crecimiento anual de la población del anexo Incho es de 1.7 %. Por lo que la proyección de la población al 2043, que es el tiempo estimado de vida útil para este tipo de instalaciones, se obtuvo a partir del método geométrico:

Al 2040:

$$Pt = 3500 \times (1 + 0.017)^{20}$$

$$Pt = 4903.28$$

$$Pt = 4900 \text{ habitantes}$$

Esta es la cantidad de habitantes que se proyecta al 2040, por lo que es un dato importante para considerar el abastecimiento de agua, la dotación exacta para la población y la evaluación de nuevas fuentes de agua.

#### **4.5.2. Análisis geográfico**

##### **A) Ubicación**

Para la ejecución del proyecto se consideró disponer del área donde se encuentran las instalaciones de la JASS Cullpa Alta actualmente (ver ilustración N.º 01 e ilustración N.º 02). Considerando realizar acciones de desbroce, afirmación del terreno y el acondicionamiento de las vías de acceso.

##### **B) Topografía**

La topografía del terreno donde actualmente se ubican los componentes de la JASS Cullpa Alta es de característica ondulada y ligeramente empinada. La instalación de los componentes se realizó previa afirmación del terreno. Se puede apreciar la presencia de pastizales a los alrededores, que son aprovechados para la agricultura y la crianza de animales. La población continúa en expansión por lo que se requiere delimitar el espacio y realizar las coordinaciones con la Junta Directiva y los representantes de la población para la puesta en marcha.



*Ilustración 66: Presencia de árboles, pastizales y animales*



*Ilustración 67: Topografía del terreno dispuesto por la JASS Cullpa Alta*

### **C) Selección del lugar**

Se consideró que el terreno ideal para la adecuación de los componentes de la JASS Cullpa Alta sea el más cercano a la captación, debido a que se busca la optimización del espacio y un mejor control del proceso. El área seleccionada cuenta con uno 320 m de perímetro y un área de 5850 m<sup>2</sup>. El terreno se extiende desde los 3477 hasta los 3494 m.s.n.m. y presenta una pendiente de 15 %. El suelo se caracteriza por presentar una textura franco arenosa y franco arcillosa (45). Tal como se detalló en la ubicación, se recomienda realizar trabajos de desbroce y nivelación del terreno.



Ilustración 68: Límites del área propuesta para la adecuación de componentes

Nombre del Punto	Coordenada Norte	Coordenada Este
<b>A</b>	8672659	479695
<b>B</b>	8672639	479719
<b>C</b>	8672614	479705
<b>D</b>	8672583	479714
<b>E</b>	8672542	479672
<b>F</b>	8672590	479623

Tabla 33: Coordenadas UTM del área propuesta para la adecuación de componentes

#### 4.5.3. Disposición de tratamientos

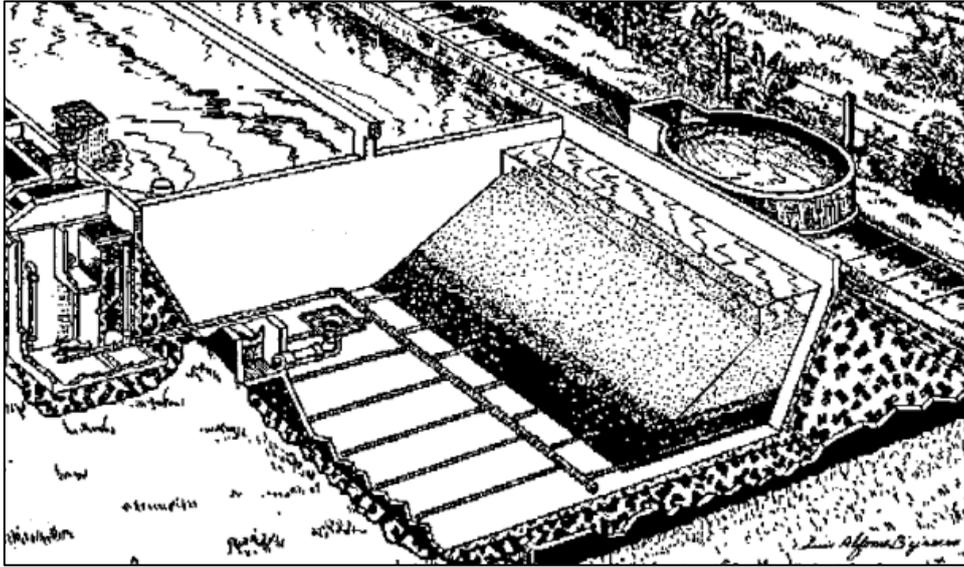
A partir de lo identificado en el diagrama de flujo de los componentes de la JASS Cullpa Alta (ilustración N.º 65). Se propone la mejora del sistema de filtro como parte del pre tratamiento y la poza de cloración como parte de la etapa de desinfección.



Ilustración 69: Diagrama de flujo adecuado a la propuesta de rediseño

#### 4.5.4. Adecuación de la etapa de pre tratamiento

Respecto a la adecuación del sistema de filtro, se propone la implementación de la tecnología denominada como Filtración Lenta en Arena o FLA. Se enfoca en el componente del sistema de tratamiento debido a la opinión de la población recopilada en las encuestas. Esta tecnología se desarrolló en Europa y es empleada desde el siglo XIX hasta la actualidad. Además, su aplicación es viable en pequeñas localidades, no presenta grandes complicaciones para su implementación y contribuirá con la desinfección del efluente de agua (46).

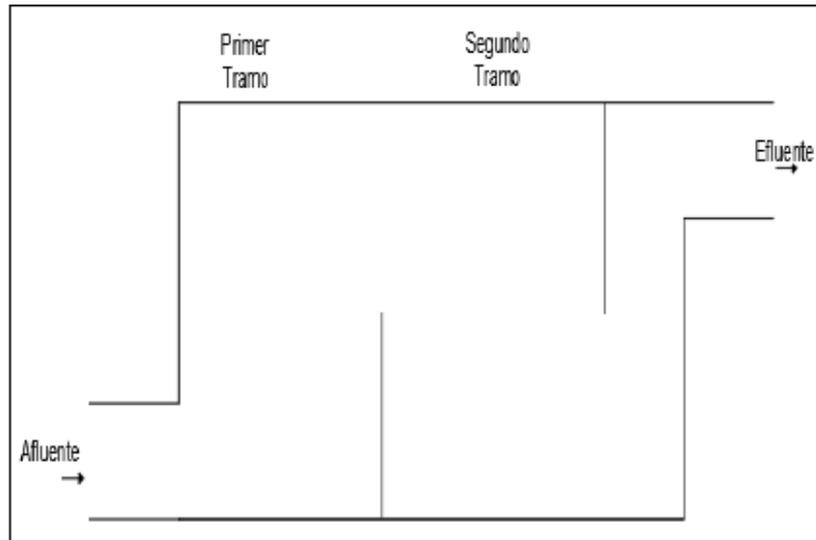


*Ilustración 70: Tecnología de Filtración Lento en Arena (FLA)*

*Fuente: Filtración en Múltiples Etapas; Universidad del Valle, 1999 (46).*

#### 4.5.5. Adecuación de la etapa de desinfección

Respecto al rediseño de la poza de cloración, se propone la construcción de una nueva, debido a que la poza de cloración actual presenta un volumen de  $90 \text{ m}^3$ , diseñada para operar con un gran caudal de agua. Sin embargo, se logró identificar que el caudal es de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ , lo cual dificulta el proceso de cloración debido a que el tiempo de contacto del agua con el hipoclorito de sodio y el tiempo de retención del agua clorada no sean óptimos para una buena desinfección. Lo cual se refleja en los resultados de laboratorio de los parámetros bacteriológicos.



*Ilustración 71: Diseño de Sistema de Cloración por tramos*

*Autor: Ordinola Evelyn; Tesis de grado (47).*

## 4.6. Cálculos de Rediseño

### 4.6.1. Rediseño de la etapa de tratamiento

Para el diseño del sistema de Filtración Lenta en Arena (FLA) se consideró como parámetros iniciales los siguientes:

- Caudal (Q) =  $10 \text{ m}^3/\text{h} <> 0.00278 \text{ m}^3/\text{s}$
- Temperatura (T°) =  $12 \text{ }^\circ\text{C}$
- Diámetros de partícula (d) =  $0.2 \text{ mm} - 0.4 \text{ mm}$
- Densidad específica de sólidos =  $2.65 \text{ g}/\text{cm}^3$

#### A. Velocidad de flujo según tamaño de partícula

Para el cálculo de la velocidad de flujo, se utiliza la fórmula de Camp, definida en el Manual de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos (47).

$$VH = 44\sqrt{d}$$

VH: Velocidad de flujo (cm/s)

d: Diámetro de partícula (mm)

Reemplazando para  $d = 0.2 \text{ mm}$ :

$$VH = 44\sqrt{0.2}$$

$$VH = 19.67 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$VH = 0.1967 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Reemplazando para  $d = 0.4$  mm:

$$VH = 44\sqrt{0.4}$$

$$VH = 27.83 \frac{cm}{s}$$

$$VH = 0.2783 \frac{m}{s}$$

Calculando el promedio:

$$P = \frac{0.1967 + 0.2783}{2}$$

$$P = 0.238 \frac{m}{s} \approx 0.3 \frac{m}{s}$$

### **B. Velocidad de caída de partícula**

Según criterios detallados sobre las velocidades de caída de partícula propuesto por Arkhangelski en 1935, para partículas de diámetro igual a 0.2 mm se considera una velocidad de 2.16 cm/s o 0.0216 m/s (47).

### **C. Diseño del Canal Parshall**

Se considera el diseño de un canal Parshall para el control del caudal, por lo que se considera los siguientes parámetros:

- Caudal mínimo = 10 l/h  $\langle \rangle$  0.00278 m<sup>3</sup>/s
- Caudal máximo = 30 l/h  $\langle \rangle$  0.0083 m<sup>3</sup>/s

Sobre la base de la tabla para diseño de canal Parshall se recurre a la tabla de coeficientes de las constantes K y N en función del caudal límite tal como detalla el Manual de Hidráulica (48).

Para un caudal entre 0.85 l/s y 53.8 l/s se considera lo siguiente:

$$\text{Ancho de garganta (W)} = 3''$$

$$N = 1.547$$

$$K = 0.176$$

En función a estas variables, se reemplazan los valores en la siguiente fórmula (49):

$$Q = K \times H^N$$

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

H: Altura (m)

Reemplazando para Q máx.

$$H_{\text{máx}} = \sqrt[1.547]{\frac{0.0083}{0.176}}$$

$$H_{\text{máx}} = 0.138 \text{ m}$$

Reemplazando para Q min

$$H_{\text{min}} = \sqrt[1.547]{\frac{0.00278}{0.176}}$$

$$H_{\text{min}} = 0.068 \text{ m}$$

#### D. Rebajo Z en la entrada del Canal Parshall

Con las alturas obtenidas a partir de los caudales proyectados, se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo del rebajo Z (49).

$$\frac{Q_{\text{min}}}{Q_{\text{máx}}} = \frac{H_{\text{min}} - Z}{H_{\text{máx}} - Z}$$

$$\frac{0.00278 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0083 \text{ m}^3/\text{s}} = \frac{0.068 \text{ m} - Z}{0.138 \text{ m} - Z}$$

$$Z = \frac{0.068 - 0.335 \times 0.138}{1 - 0.335}$$

$$Z = 0.03 \text{ m}$$

#### E. Dimensionamiento del filtro

Para la sección transversal (At), se consideró la siguiente fórmula (49):

$$At = \frac{Q_{\text{máx}}}{VH}$$

Q máx.: Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

VH: Velocidad de flujo (cm/s)

Reemplazando:

$$At = \frac{0.0083 \text{ m}^3/\text{s}}{0.3 \text{ m/s}}$$

$$At = 0.028 \text{ m}^2$$

Para calcular el ancho (B), se empleó la siguiente fórmula (49):

$$B = \frac{At}{H_{\text{máx}} - Z}$$

At: Área de la sección transversal (m<sup>2</sup>)

H máx.: Altura máxima (m)

Z: Rebajo a la entrada del canal (m)

Reemplazando:

$$B = \frac{0.028 \text{ m}^2}{0.138 \text{ m} - 0.03 \text{ m}}$$
$$B = 0.26 \text{ m}$$

Para determinar la longitud (L) reemplazamos en la siguiente fórmula (49):

$$\frac{L}{H_{\text{máx}}} = \frac{VH}{Vs}$$

H máx.: Altura máxima (m)

VH: Velocidad de flujo (cm/s)

Vs: Velocidad de caída de partícula (m/s)

Reemplazando:

$$\frac{L}{0.138 \text{ m}} = \frac{0.3 \text{ m/s}}{0.0216 \text{ m/s}}$$
$$L = 1.91 \text{ m}$$

Para la tasa de escurrimiento superficial diaria (Q/As), se empleó la siguiente fórmula (49):

$$\frac{Q}{As} = \frac{Q_{\text{máx}} \times \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}}}{L \times B}$$

Q máx.: Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

L: Longitud (m)

B: Ancho (m)

Reemplazando:

$$\frac{Q}{As} = \frac{0.0083 \text{ m}^3/\text{s} \times \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}}}{1.91 \text{ m} \times 0.26 \text{ m}}$$
$$\frac{Q}{As} = 1444.06 \text{ m}^3/\text{m}^2 / \text{día}$$

## F. Volumen de arena

Para calcular el volumen de arena (Va) necesaria para el filtro, se consideró la siguiente fórmula (49):

$$Va = \frac{30 \text{ l}}{1000 \text{ m}^3} \times Q_{\text{prom}} \times \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}}$$

El valor de 30 l / 1000 m<sup>3</sup> es la proporción de arena que se considera para un volumen de agua (47).

Reemplazando:

$$Va = \frac{30 \text{ l}}{1000 \text{ m}^3} \times 0.0055 \text{ m}^3/\text{s} \times \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}}$$
$$Va = 14.256 \text{ l}$$
$$Va = 0.0143 \text{ m}^3$$

Este resultado es el volumen de arena diario que será empleado para este tratamiento.

### **G. Acumulación de arena**

Para determinar la altura de la arena acumulada (h), se empleó la siguiente fórmula (49):

$$h = \frac{Va}{As}$$

Va: Volumen de arena (m<sup>3</sup>)

As: Ancho por longitud del filtro (m<sup>2</sup>)

Reemplazando:

$$h = \frac{0.0143 \text{ m}^3}{0.497 \text{ m}^2}$$

$$h = 0.02879 \text{ m} <> 2.88 \text{ cm}$$

Se considera que la arena se acumulará hasta una altura de 2.88 cm. Teniendo en cuenta el rebaje Z de 0.03 m o 3 cm, se recomienda que la limpieza se realice diariamente.

### **4.6.2. Rediseño de la etapa de desinfección**

Para el diseño de la unidad de cloración, se consideró como punto de partida los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio respecto al parámetro de coliformes totales. Teniendo en cuenta los siguientes datos:

- Caudal = 10 l/h <> 0.00278 m<sup>3</sup>/s
- Concentración del Hipoclorito de Calcio = 75 %
- Límite establecido para coliformes = 1.8 / 100 ml (30)
- Medición de coliformes en laboratorio = 23 /100 ml

### **A. Cálculo de cloro residual**

Para determinar la concentración de cloro residual para cumplir con el límite establecido en el Reglamento, se empleó la siguiente fórmula (49):

$$\frac{Nt}{No} = \frac{1}{(1 + 0.23(Ct \times t))^3}$$

Nt: Registro de coliformes totales a la salida del tratamiento (NMP/100 ml)

No: Registro de coliformes totales a la entrada del tratamiento (NMP/100 ml)

Ct: Concentración de cloro residual (mg/l)

t: Tiempo de contacto de hipoclorito de calcio (min)

Reemplazando:

$$\frac{1.8}{23} = \frac{1}{(1 + 0.23(Ct \times t))^3}$$

$$(1 + 0.23(Ct \times t))^{-3} = \frac{23}{1.8}$$

$$Ct \times t = \frac{\left(\frac{23}{1.8}\right)^{\frac{1}{3}} - 1}{0.23}$$

$$Ct \times t = 5.817 \frac{mg}{l} \times min$$

Para un tiempo (t) de 10 minutos, la concentración de cloro residual se calculó de la siguiente manera:

$$Ct \times t = 5.817 \frac{mg}{l} \times min$$

$$Ct = \frac{5.817 \frac{mg}{l} \times min}{10 min}$$

$$Ct = 0.582 mg/l$$

Esta concentración de cloro residual se encuentra dentro del rango establecido en el Reglamento (30).

## **B. Tiempo de retención hidráulica (TRH)**

Para determinar el tiempo de retención (TRH), la Comisión Nacional del Agua establece un factor (f) igual a 0.5 para considerar pequeñas fallas durante el tiempo de operación (t) de la unidad de cloración (50).

$$TRH = f * t$$

$$TRH = 0.5 * 10 min$$

$$TRH = 5 min$$

## **C. Volumen de la cámara de contacto**

Para calcular el volumen de la cámara de contacto (V), se empleó la siguiente fórmula (49):

$$V = Q \times TRH$$

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

TRH: Tiempo de retención hidráulica (min)

Reemplazando:

$$V = 0.00278 \text{ m}^3/\text{s} \times 5 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$

$$V = 0.833 \text{ m}^3 \text{ } \langle \rangle \text{ } 833.333 \text{ l}$$

#### **D. Dimensionamiento de la cámara de contacto**

De acuerdo con el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, la altura (h) de la cámara de contacto se encuentra en el rango de 1 a 4 m, y la longitud (l) debe ser 1.5 veces el ancho (A).

Para este diseño se consideró una altura de 1 m teniendo en cuenta las condiciones de trabajo de la JASS Cullpa Alta.

Para calcular el ancho de la cámara de contacto se utilizó la siguiente fórmula (49):

$$V = L \times A \times h$$

V: Volumen de cámara de contacto ( $\text{m}^3$ )

L: Longitud (m)

A: Ancho (m)

h: Altura (m)

Reemplazando:

$$0.833 \text{ m}^3 = 1.5(A) \text{ m} \times A \times 1 \text{ m}$$

$$A^2 = 0.556 \text{ m}^2$$

$$A = 0.75 \text{ m}$$

A partir de haber hallado el valor del ancho (A), se calcula la longitud (L):

$$L = 1.5(A)$$

$$L = 1.5(0.75)$$

$$L = 1.12 \text{ m}$$

#### **4.7. Propuesta de siembra y cosecha de agua**

A partir de la aplicación de las encuestas a la población empadronada por la JASS Cullpa Alta, se identificó que la problemática principal está relacionada con la calidad del agua. Sin embargo, los usuarios reportaron que dotación de agua era escasa durante la estación de estiaje. Sobre la base de estos comentarios es que surge la necesidad de atender esta situación, debido a que la demanda del recurso seguirá aumentando y la captación actual no permitirá satisfacerla.

Desde el 2015, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) viene impulsando el Programa Nacional de Siembra y Cosecha de Agua en colaboración con Gobiernos Locales y Regionales de las tres regiones del país. Con la finalidad de impulsar su aplicación y disponer del recurso hídrico para actividades agrícolas y de consumo poblacional (51). Por este motivo, la siembra y cosecha de agua se presenta como una alternativa de solución antes esta problemática.

Las experiencias rescatadas por parte del MIDAGRI destacan el trabajo en regiones andinas del país como Cusco y Huancavelica. Las principales características son la presencia de terrenos con pastizales y cobertura vegetal, precipitaciones que oscilan entre los 300 y 1000 milímetros, la pendiente favorable y la permeabilidad del suelo (51).

Las condiciones características de estas experiencias se adecuan al contexto de la problemática, pues la JASS Cullpa Alta dispone de parcelas de terreno dispuestas como pastizales y que son de propiedad comunal.

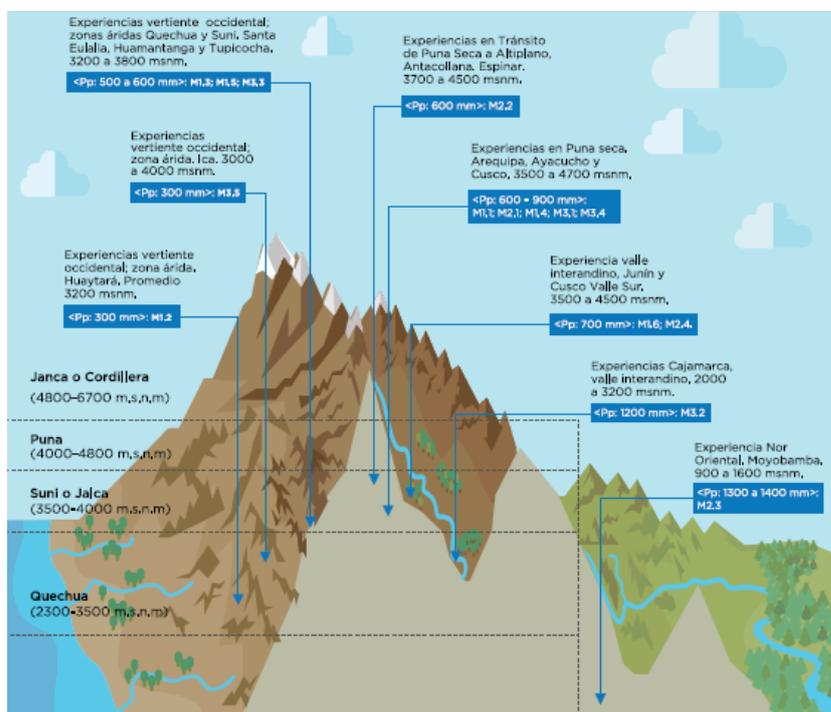


Ilustración 72: Experiencias de Siembra y Cosecha de Agua desarrolladas

Fuente: MIDAGRI (51).

Los datos de precipitación corresponden al total mensual y anual, registrados por la estación meteorológica Huaytapallana.

<b>Mes</b>	<b>Precipitación mensual (mm)</b>
Enero	104.6
Febrero	150.4
Marzo	124.0
Abril	50.1
Mayo	62.2
Junio	9.5
Julio	0.8
Agosto	42.7
Septiembre	52.6
Octubre	129.9
Noviembre	117.8
Diciembre	149.3
<b>Total</b>	<b>993.9</b>

*Tabla 34: Registros de precipitación mensual y anual-E.M. Huaytapallana*

*Fuente: SENAMHI*

La pendiente del terreno es de 15 % y la textura del suelo es franco arenosa y franco arcillosa, como se detalló en la sección 4.5.2.3. Selección del lugar, de acuerdo al informe de estudio de suelos en la subcuenca del río Shullcas (45).

A partir de la evaluación de estos criterios, Velázquez Zeña detalló que es necesario seguir con una serie de pasos para el desarrollo de esta práctica (36). Es importante considerar estos pasos debido a que se enfocó la aplicación de esta práctica en una comunidad campesina y en una zona rural, similar a las condiciones de la JASS Cullpa Alta.

La primera etapa es la de *georreferenciación*. Esta etapa permite localizar la fuente de agua y el lugar en el que se establecerá el diseño y construcción de la o las estructuras necesarias para llevar a cabo esta práctica.

La segunda etapa es la de *identificación de la fuente de agua*, en la cual se describe la ubicación y condiciones de la fuente de agua que se busca aprovechar.

Además, se detalla como tercer paso la *identificación de la captación*. Esta etapa se adecua al contexto de la problemática, debido a que se busca almacenar el agua de lluvia. Para la aplicación de esta etapa, el parámetro que destaca es la precipitación. Debido a que es necesario identificar y diferenciar los meses en los cuales se llevará a cabo el almacenamiento del recurso y en los cuales se dispondrá del mismo. También es necesario considerar el volumen de agua que puede ser aprovechado, debido a que cierto porcentaje es aprovechado por la vegetación, se infiltra y recarga los acuíferos o se evapora continuando el ciclo del agua.

La etapa final es la de *determinación de la calidad de la fuente de agua*, la cual permitirá identificar si el recurso es apto para el consumo humano o requiere tratamiento.

El aspecto de mayor importancia está relacionado al trabajo comunitario, pues es la organización comunal la encargada de gestionar su desarrollo. Para ello se presentan tres etapas para su puesta en marcha. La primera es la *elaboración del plan de siembra y cosecha de agua*, en la que se recopila información del lugar de aplicación; la segunda es la *implementación del plan de siembra y cosecha de agua*, donde se desarrolla la práctica considerando las condiciones previamente identificadas. La última es el *mantenimiento del área de siembra y cosecha de agua*, donde se ejecutan prácticas para conservar o adecuar la fuente de agua aprovechada (36).

Existen tres tipos de proyectos para llevar a cabo la siembra y cosecha de agua. El Tipo 1 denominado como recarga de agua en el subsuelo o acuífero, el Tipo 2 de recarga *in situ* de suelo y subsuelo y el Tipo 3 de almacenamiento de agua superficial. El tipo de proyecto que se adecua al contexto de la problemática es el Tipo 3, debido a que su acceso y almacenamiento es directo. Mientras que el Tipo 1 y Tipo 2 es de acceso limitado y se enfocan en la actividad agrícola (51).

Respecto a las tecnologías para llevar a cabo esta práctica, destacan prácticas mecánico-estructurales, prácticas vegetativas, prácticas agrónomas y prácticas de embalsamiento artificial (36). La práctica que mejor se adecua es la de embalsamiento artificial, enfocada en la construcción de acequias, zanjas de infiltración y reservorios de diferentes capacidades. Esto es debido al espacio que dispone la JASS Cullpa Alta, que es de responsabilidad comunal.

Un claro ejemplo de la aplicación del embalsamiento artificial es la construcción de “qochas”, las cuales pueden almacenar grandes volúmenes de agua dispuestos para actividades agropecuarias o de consumo humano. Un método simple para el cálculo del volumen de agua en una “qocha” o reservorio se basa simple cálculos (52):

- Medición del perímetro de la qocha o reservorio (al nivel del espejo de agua)
- Dividir el perímetro de la obra entre 4
- Elevar el cociente de la división al cuadrado para obtener el área del espejo de agua
- Multiplicar por la profundidad de la qocha o reservorio para obtener el volumen.
- El 45 % o 50 % del volumen de agua no se aprovecha por diversos factores.

Para una qocha cuyo perímetro es de 100 metros y de 1.6 metros de profundidad, se logra captar 1000 m<sup>3</sup> de agua. De los cuales 550 m<sup>3</sup> pueden ser aprovechados de forma neta.



*Ilustración 73: Qochas de almacenamiento de agua.*

*Fuente: PACC Perú (53).*

Como una alternativa adicional para la siembra y cosecha de agua, destacan las prácticas vegetativas. Las cuales buscan la reforestación de una parcela tomando en cuenta especies como la queñua, aliso, sauco o arrayán según las condiciones del lugar. Estas especies son reconocidas por permitir la captación en infiltración de agua (53).

#### **4.8. Discusión de Resultados**

A partir del diseño y la aplicación de la encuesta enfocada en recabar la percepción del anexo Incho respecto a la dotación, calidad del agua y servicio ofrecido por la JASS Cullpa Alta. Se logró identificar que la población considera que la dotación del agua es buena durante los meses comprendidos entre octubre y marzo y que en los meses entre abril y septiembre disminuye el volumen de agua y los horarios son restringidos. Este comportamiento se atribuye a que el periodo de precipitaciones y estiaje en nuestra región coincide con las condiciones descritas anteriormente.

Asimismo, respecto a la calidad del agua, los encuestados mencionaron la calificaron como regular. Esto debido a que identificaron una coloración blanca en el efluente de agua, relacionándolo con un exceso de cloro, así como la presencia de sedimentos y pequeños restos de plantas.

Además, las pruebas de laboratorio a cargo de R-LAB S.A.C se enfocaron en los parámetros de control obligatorio (PCO) como coliformes totales, coliformes fecales y cloro libre residual (30). Adicionalmente, se consideró los parámetros químicos de nitratos y sulfatos para descartar su presencia debido a la presencia animales aprovechando los pastizales y de zonas de cultivo que utilizan agroquímicos. Estas pruebas revelaron que el nivel de cloro empleado se

encontraba por debajo del límite permitido por el Reglamento (30). Lo cual se reflejaba en los resultados de la medición de coliformes fecales.

También, se evaluaron los parámetros de pH, color y turbiedad en el laboratorio de la Universidad Continental, mientras que el parámetro de temperatura se evaluó *in situ*. Se identificó que se encontraban en el rango establecido por el Reglamento (30).

Respecto a los parámetros deficientes, se identificó que la concentración de cloro empleada no era adecuada para el tiempo de retención y contacto considerado, el bajo caudal procedente de la captación y las dimensiones de la poza donde realizan el proceso.

Por lo que la propuesta de diseño se enfocó en los componentes identificados como deficientes a partir de las encuestas y las pruebas de laboratorio. Se tomó en cuenta las consideraciones y procesos detallados en la norma OS. 020 y las condiciones bajo las que opera la JASS Cullpa Alta para su desarrollo (34).

Por tanto, la propuesta de siembra y cosecha de agua surgió a partir del problema relacionado con la dotación de agua identificada en la encuesta aplicada. Se consideró las experiencias descritas por el Programa Nacional de Siembra y Cosecha de Agua (51). Así como la experiencia descrita por Velázquez Señá enfocada en una comunidad campesina (36).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Al aplicar las encuestas a la población del anexo Incho, se concluyó que los principales problemas son la dotación de agua y la calidad del agua abastecida por la JASS Cullpa Alta.
- Al evaluar la calidad del agua que suministra la JASS Cullpa Alta, se determinó que cumple con los límites establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano en los parámetros de color, turbiedad y pH.
- El agua suministrada por la JASS Cullpa Alta es deficiente en los parámetros de cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes.
- Se descartó la influencia de las actividades agrícolas y ganaderas en la calidad del agua, ya que los resultados de la evaluación de los parámetros nitratos y sulfatos no superó el límite establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- La JASS Cullpa Alta cuenta con los componentes mínimos y necesarios para el tratamiento de agua para consumo humano, establecido en la norma OS. 020.
- Los componentes dispuestos por la JASS Cullpa Alta para el tratamiento de agua para consumo humano presentan deficiencias en la etapa de pre tratamiento y desinfección. Esto es respaldado por las encuestas aplicadas a la población del anexo Incho y los resultados de los Parámetros de Control Obligatorio establecidas en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Se concluyó en que la propuesta de rediseño atiende la adecuación de las etapas de pre tratamiento y desinfección, identificadas como deficientes a partir de la aplicación de las encuestas y los resultados de las pruebas de laboratorio.
- La propuesta de rediseño se adecua a las condiciones y recursos disponibles por parte de la JASS Cullpa Alta, atendiendo los requerimientos establecidos en la norma OS. 020 para el diseño de plantas de tratamiento para consumo humano.
- La propuesta de siembra y cosecha de agua es una práctica que se adecua al contexto de la JASS Cullpa Alta para mejorar la dotación de agua durante la época de estiaje.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda considerar la evaluación periódica de los parámetros de control obligatorio estipulados en Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Debido a que la JASS Cullpa Alta no gestiona la evaluación frecuente de los parámetros en su totalidad.
- Se exhorta considerar la evaluación y seguimiento de los requisitos establecidos en la norma OS. 020 para el diseño de plantas de tratamiento para consumo humano, debido a que la JASS Cullpa Alta continúa gestionando proyectos enfocados en el abastecimiento de agua para consumo humano.
- Se sugiere el control y mantenimiento de las actividades y componentes diseñados, que serán rediseñados, con la finalidad de evitar su deterioro y mal funcionamiento.
- Se recomienda considerar la contratación de personal técnico para el control y mantenimiento periódico de los componentes diseñados y rediseñados, ya que actualmente la JASS Cullpa Alta solo cuenta con un técnico encargado de actividades de mantenimiento y administrativas.
- Se exhorta la reorganización de las funciones y actividades desarrolladas por la JASS Cullpa Alta, con el fin de mejorar la atención a los usuarios y gestionar los proyectos enfocados en el abastecimiento de agua para consumo humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NACIONES Unidas. *Cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales*. Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas. Ginebra. s.n., 2003.
2. LEY N.º 30588. Ley de reforma constitucional que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional (21-06-2017). Congreso de la República del Perú. Lima: El Peruano, 2017.
3. VILLENA, J. Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Rev. Perú Med. Exp. Salud Pública*, 2018, 35(2), 1726-4634
4. DIRECCIÓN Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento-Junín. *Plan Regional de Saneamiento Junín 2018-2021*. Huancayo: Gobierno Regional Junín, 2018.
5. WATER For People Perú. *La JASS: funciones e instrumentos de gestión*. Trujillo: Water For People Perú, 2016. 2016-10092.
6. PROGRAMA Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos. *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: agua y cambio climático*. París: Lucart Estudio S.A., 2020. 978-92-3-300136-7.
7. NACIONES Unidas. *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: Naciones Unidas, 2018. 978-92-1-058643-6.
8. SUPERINTENDENCIA Nacional de Servicios de Saneamiento. *La calidad del agua potable en el Perú*. Lima: Tarea Gráfica, 2004. 9972-2511-0-1.
9. AUTORIDAD Nacional del Agua. *Priorización de cuencas para la gestión de los recursos hídricos*. Lima: Kinko's impresiones S.A.C., 2016. 2016-09428.
10. TINOCO, P. Agencia Peruana de Noticias. [En línea] 3 de Febrero de 2016. [Citado el: 11 de Marzo de 2023.] <https://andina.pe/agencia/noticia-junin-solo-61-de-poblacion-cuenta-agua-segura-y-vigilada-652380.aspx>.
11. OBANDO, J, y otros. La calidad del agua y su impacto social. 43, Villavicencio: *Revista Espacios*, 2019, XL(43). 0798 1015.
12. SALAS, J, y otros. Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutrición Hospitalaria*, 2020, XXXVII (5). 1699-5198.
13. BRACHO-FERNÁNDEZ, I. y FERNANDEZ-RODRIGUEZ, M. Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería y Geología*, 2017, XXXIII. 1993 8012.
14. HERNÁNDEZ, C. *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón.*: Universidad Nacional Cayetano Heredia, 2016.

15. ATENCIO, H. *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco-2018*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018.
16. VICUÑA, V. *Evaluación de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfacción en la población de Olleros-Huaraz, periodo 2015-2016*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2019.
17. TORRES, J. *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor-Moyobamba*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto, 2020.
18. VAZQUES, J. *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano del sector fila alta, perteneciente a la provincia de Jaén-Cajamarca*. Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019.
19. FLORES, L. *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable para consumo humano en los distritos de El Tambo, Huancayo y chilca en el año 2014*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014.
20. FERNÁNDEZ, A. El agua: un recurso esencial. *Revista QuímicaViva*, 2012, XI. 1666-7948.
21. NACIONES Unidas. *Agua*. [En línea] 2019. [Citado el: 11 de marzo de 2023.] <https://www.un.org/es/global-issues/water>.
22. NACIONES Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. [En línea] 2023. [Citado el: 12 de Marzo de 2023.] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>.
23. ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud. *Agua y Saneamiento*. [En línea] 2019. [Citado el: 12 de Marzo de 2023.] <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>.
24. CONSEJO Económico y Social de las Naciones Unidas *El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales)*. Ginebra: Naciones Unidas, 2002.
25. MINISTERIO del Ambiente. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. *El Peruano*. 31 de julio, 2008.
26. MINISTERIO de Salud. *Vigilancia y Control de la Calidad del Agua*. Lima: s.n., 2018.
27. SUPERINTENDENCIA Nacional de Servicios de Saneamiento. *Glosario de términos en gestión de los servicios de saneamiento*. Lima: s.n., 2000.
28. NACIONES Unidas. Decenio Internacional para la Acción "El agua fuente de vida" 2005-2015. *¿Por qué un Decenio dedicado a «El agua, fuente de vida»?* <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/background.shtml>.
29. SAMBONI, N., CARVAJAL, Y. y ESCOBAR, J. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista Ingeniería e Investigación*, 2007. 27. 0120-5609.

30. MINISTERIO de Salud. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: Dirección General de Salud Ambiental, 2011.
31. MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Fortalecimiento de Operadores. [En línea] 2016. [https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/agua\\_saneamiento/fortalecimiento\\_operadores.html](https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/agua_saneamiento/fortalecimiento_operadores.html).
32. SUPERINTENDENCIA Nacional de Servicios de Saneamiento. Empresas prestadoras de servicios de saneamiento. [En línea] Junio de 2022. <https://www.sunass.gob.pe/prestadores/empresas-prestadoras/>.
33. —. DIRECTORIO de empresas prestadoras de servicios de saneamiento-EPS a nivel nacional. [En línea] Junio de 2022. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/06/DIRECTORIO-EPS-A-NIVEL-NACIONAL-junio-2022-para-web.pdf>.
34. MINISTERIO de Vivienda *OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano*. Construcción y Saneamiento. Lima: El Peruano, 2010.
35. VIVAS, D. *Siembra y Cosecha de agua: Crianza del paisaje andino a través de infraestructura natural para la seguridad hídrica*. ARQ (Santiago), 2022. 0717-6996.
36. VELAZQUES, W. *Siembra y Cosecha de Agua como propuesta de solución frente a la escasez de agua para consumo domestico en la localidad de Sapuc del distrito de Asunción, Cajamarca, Cajamarca*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.
37. CASTAN, Y. *Introducción al método científico y sus etapas*. Zaragoza: Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, 2016. 1647892643.
38. ESTEBAN, N. *Tipos de Investigación*. Lima: Repositorio Institucional USDG, 2018. 2304-3768.
39. CONDORI-OJEDA, P. Niveles de investigación. *Acta Académica*, 2020. 978-612-5107-03-9.
40. HERNÁNDEZ, R. *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Interamericana Editores, S.A., 2014. 978-1-4562-2396-0.
41. OTZEN, T. y MANTEROLA, C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.*, 2017, 35(1). 0717-9502.
42. MINISTERIO de Salud. *Protocolo de Procedimientos para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción de Agua para Consumo Humano*. Lima: Dirección General de Salud Ambiental, 2015.
43. HUAQUISTO, S. y CHAMBILLA, I. *Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de salcedo, Puno*. Investigación & Desarrollo, 2019, 19(1). 2518-4431.
44. INEI. Cullpa Alta [BDP]. [En línea] 2017. <https://bdpi.cultura.gob.pe › localidades › cullpa-alta>.

45. AGENCIA de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. *Estudio de suelos en áreas de intervención en la subcuenca del río Shullcas*. Huancayo: Solutions for environment and development, 2017.
46. GALVIS, G., LATORRE, J. y TEUN VISSCHER, J. *Filtración en múltiples ETAPAS Tecnología innovativa para el tratamiento de agua*. Santiago de Cali: Artes Gráficas de Univalle, 2000. 958-8030-20-X.
47. AUTORIDAD Nacional del Agua. *Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*. Lima: s.n., 2010.
48. De AZEVEDO, J. y ACOSTA, G. *Manual de hidráulica*. Sao Paulo: s.n., 2015. 9686199764.
49. ORDINOLA, E. *Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para tres centros poblados del distrito de Ignacio Escudero*. Piura: Universidad de Piura, 2019.
50. COMISIÓN Nacional del Agua. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007. 978-968-817-880-5.
51. MINISTERIO de Agricultura y Riego. *Programa Nacional de Siembra y Cosecha de Agua: Aportes y reflexiones desde la práctica*. Cusco: Ocongate, 2018.
52. INSTITUTO Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. *Cálculo de volumen de agua en reservorio*. [Video] s.l.: INTA Nicaragua, 2023.
53. MINISTERIO de Desarrollo e Inclusión Social. *Siembra y cosecha de agua: 2.- Siembra y cosecha de agua*. [Video] s.l.: PACC Perú, 2015.

**ANEXOS**  
**Anexo 01: Matriz de consistencia.**

<b>PROBLEMÁTICA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b><u>Problema general</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿La JASS CULLPA ALTA suministra agua de calidad a la población del Anexo Incho?</li> </ul> <p><b><u>Problemas específicos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿La calidad del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del Anexo Incho cumple con los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano?</li> <li>• ¿Cuáles son los procesos de tratamiento que dispone la JASS Cullpa Alta para el abastecimiento de agua a la población del Anexo Incho?</li> <li>• ¿Los procesos de tratamiento que dispone la JASS Cullpa Alta son adecuados para el abastecimiento de agua de calidad a la población del Anexo Incho?</li> <li>• ¿La elaboración de una propuesta de rediseño permite adecuar los procesos de tratamiento deficientes de la JASS Cullpa Alta?</li> </ul>	<p><b><u>Objetivo general</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar si la JASS CULLPA ALTA suministra agua de calidad a la población del Anexo Incho</li> </ul> <p><b><u>Objetivos específicos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.</li> <li>• Identificar los procesos de tratamiento que dispone JASS CULLPA ALTA para el abastecimiento de agua a la población del Anexo Incho.</li> <li>• Determinar si los procesos de tratamiento que dispone la JASS CULLPA ALTA son adecuados para el abastecimiento del agua de calidad a la población del Anexo Incho.</li> <li>• Elaborar una propuesta de rediseño que permita adecuar los procesos de tratamiento deficientes de la JASS Cullpa Alta.</li> </ul>	<p><b><u>Hipótesis general</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La JASS Cullpa Alta suministra agua de calidad a la población del Anexo Incho</li> </ul> <p><b><u>Hipótesis específicos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del Anexo Incho cumple con los parámetros establecidos en el ECA.</li> <li>• El segundo objetivo específico, no se necesita establecer una hipótesis dado a que obedece a una descripción.</li> <li>• La JASS Cullpa Alta cuenta con óptimos procesos de tratamiento para el abastecimiento de agua a la población del Anexo Incho.</li> <li>• La propuesta de rediseño permite optimizar los procesos de tratamiento deficientes de la JASS Cullpa Alta</li> </ul>	<p><b><u>Variable independiente</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del agua suministrada por la JASS Cullpa Alta a la población del Anexo Incho</li> </ul> <p><b><u>Variable dependiente</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de rediseño para los procesos de tratamiento de la JASS Cullpa Alta identificados como deficientes</li> </ul>	<p><b><u>Metodología de la investigación</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se empleó el método científico para el análisis y comparación de resultados</li> </ul> <p><b><u>Tipo de investigación</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> </ul> <p><b><u>Nivel de investigación</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicativo</li> </ul> <p><b><u>Diseño de la investigación</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No experimental</li> </ul> <p><b><u>Población</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones de la JASS Cullpa Alta y población beneficiaria del recurso.</li> </ul> <p><b><u>Muestra</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No probabilístico por conveniencia en base al entorno natural y humano.</li> </ul>

## Anexo 02: Carta de aceptación para realizar investigación



### CARTA DE ACEPTACIÓN PARA REALIZAR INVESTIGACIÓN

El Tambo, 10 de abril de 2023

Cordial saludo.

Por este medio, la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS CULLPA ALTA), nos complace notificarle la aceptación para desarrollar la investigación titulada "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA POR LA JASS CULLPA ALTA A LA POBLACIÓN DEL ANEXO INCHO Y PROPUESTA DE REDISEÑO EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO 2023" a llevarse a cabo por el Bachiller en Ingeniería Ambiental CARLOS FABRICIO RICARDI LÓPEZ, a partir del próximo 11 de abril del 2023 hasta la fecha de culminación.

Como se indicó en la presentación de la investigación, el Bachiller Carlos Fabricio estará a cargo de comunicarse periódicamente con los responsables ante cualquier actividad que requiera realizar. Por su lado, JASS CULLPA ALTA será responsable de brindar los permisos y facilidades que requiera para el desarrollo de la misma.

Estamos seguros de que la culminación de esta investigación se llevará a cabo bajo las condiciones y características estipuladas por ambas partes interesadas.

Atentamente,

Rolando F. Veliz Salomé  
Presidente de la JASS CULLPA ALTA



*Sin agua no hay vida y sin vida no hay nada ¡PROTÉGELA!*

Anexo 03: Modelo de encuesta

ENCUESTA SOBRE EL SERVICIO Y CALIDAD  
DEL AGUA POTABLE ABASTECIDA POR  
LAS JASS CULLPA ALTA

1. ¿Considera usted que la dotación de agua que recibe es suficiente?
  - a. Sí
  - b. No
  - c. Desconoce
  
2. ¿Durante cuánto tiempo al día su vivienda cuenta con la dotación de agua?
  - a. 1 hora
  - b. 2 horas
  - c. 3 o más horas
  - d. Todo el día
  - e. Desconoce
  
3. ¿Considera usted que el tiempo que dispone de la dotación de agua es suficiente?
  - a. Sí
  - b. No
  - c. Desconoce
  
4. ¿De qué calidad considera usted que es la dotación de agua que recibe?
  - a. Buena
  - b. Regular
  - c. Mala

5. ¿En que se basó para considero la calidad del agua? Justifique la respuesta anterior:

---

---

---

---

---

6. ¿Cómo califica usted la tarifa que paga por el servicio de agua?
  - a. Cara
  - b. Exacta
  - c. Barata
  
7. ¿Está usted satisfecho con el servicio que ofrece la JASS Cullpa Alta?
  - a. Sí
  - b. No
  - c. Desconoce

Anexo 04: Carta de aceptación para realizar muestreo



CARTA DE ACEPTACIÓN PARA REALIZA TOMA DE MUESTRAS

El Tambo, 29 de agosto de 2023

Cordial saludo.

Por este medio, la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS CULLPA ALTA), nos complace notificarle la aceptación para realizar la toma de muestras de agua como parte de su investigación

De igual manera, nos comprometemos a brindar las facilidades que se encuentren a nuestro alcance y nos encontramos a la expectativa de dichos resultados, que nos servirán en gran medida para conocer y mejorar nuestro servicio ante la población.

Atentamente,

JASS  
CULLPA ALTA

JUNTA ADMINISTRADORA DE  
SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
CULLPA ALTA  
Rolando F. Veliz Salomé  
PRESIDENTE  
2019

Rolando F. Veliz Salomé  
Presidente del Consejo Directivo  
de la JASS CULLPA ALTA



*Sin agua no hay vida y sin vida no hay nada ¡PROTÉGELA!*





Anexo 06: Informe de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-103  
**LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.**



**INFORME DE ENSAYO  
 N° 2309025A**

Cliente	: GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.
Dirección del cliente	: JR. MANCO CAPAC NRO. 162 URB. CERCADO (AL LADO DE LA HELADERIA FRITIN) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO
(1) Usuario	: CARLOS FABRICIO RICALDI LOPEZ
Lugar de muestreo	: CULLPA ALTA
N° de orden de trabajo	: 2309010
Tipo de matriz y/o producto	: AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - BEBIDA POTABLE
Muestreo realizado por	: CARLOS FABRICIO RICALDI LOPEZ
Procedimiento de muestreo	: NO APLICA
Instructivo de muestreo	: NO APLICA
Referencia al plan de muestreo	: NO APLICA
Número de muestras	: 05
Fecha de recepción	: 03-09-2023
Fecha de inicio y término de ensayo	: 03-09-2023 al 11-09-2023

\*Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio\*.

(1): Dato proporcionado por el cliente.

Fecha de emisión : 12-09-2023

Leonor Lucia Morcoba Yuto  
 JEFE DE LABORATORIO DE FQ  
 R-LAB S.A.C.

Paola Del Pizarro Visurraga  
 JEFE DE LABORATORIO DE MH  
 CBP 8950

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excépto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.  
 Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.  
 Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"  
 Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 4082870 / Móviles: 972 733 385 / 966 409 437  
 Correo: servicios@rlabsac.com / serviciosrlab@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-103



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

Registro N° LE-103

INFORME DE ENSAYO N° 2309025A

Código de laboratorio	2309025A-01		2309025A-02	2309025A-03
(1) Identificación de la muestra	SAL		ENT	D1
(1) Descripción del punto de muestreo	SALIDA DEL AGUA TRATADA		INGRESO DEL AGUA AL SISTEMA	DOMICILIO 1 MUESTREADO
(1) Fecha y hora de muestreo	02-09-2023 07:58		02-09-2023 08:30	02-09-2023 09:24
(1) Ubicación geográfica (WGS-84)	N: 8672357 E: 0479468		N: 8672650 E: 0479733	N: 8672298 E: 0479503
Tipo de matriz y/o producto	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - BEBIDA POTABLE			
Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Nitratos	mg/L	0,017	0,050	8,1
	mg/L	Incertidumbre de la Medición ±		9,4
Sulfatos	mg/L	0,67	2,00	0,8
	mg/L	Incertidumbre de la Medición ±		1,0
Coliformes Totales por Número más probable (NMP)	NMP/ 100mL	1,1	-	14,6
	NMP/ 100mL	Incertidumbre de la Medición ±		1,2
Coliformes Fecales por Número más probable (NMP)	NMP/ 100mL	1,1	-	<1,1
	NMP/ 100mL	Incertidumbre de la Medición ±		>23
Coliformes Fecales por Número más probable (NMP)	NMP/ 100mL	1,1	-	<1,1
	NMP/ 100mL	Incertidumbre de la Medición ±		>23
Coliformes Fecales por Número más probable (NMP)	NMP/ 100mL	1,1	-	N/A
	NMP/ 100mL	Incertidumbre de la Medición ±		N/A
Coliformes Fecales por Número más probable (NMP)	NMP/ 100mL	1,1	-	N/A
	NMP/ 100mL	Incertidumbre de la Medición ±		N/A

Nota:  
 Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.  
 La (s) muestra(s) llegaron en frasco de polietileno y esterilizado.  
 La (s) muestra(s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendarios luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.  
 L.C.M: Limite de cuantificación del método; L.D.M: Limite de detección del método.  
 N/A: No Aplica, por ser mayor al rango de trabajo, menor al rango de trabajo, por ser ensayo semicuantitativo.  
 Los resultados de ensayos se aplican a las muestras como se recibió, habiendo sido suministradas por el cliente.  
 (1) Datos proporcionados por el cliente.  
 La incertidumbre expandida ha sido reportada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95%.  
 R-LAB S.A.C. deslinda cualquier responsabilidad por información proporcionada por el cliente que forme parte del presente informe, la cual se encuentra claramente identificada.

Leonor Lucia Morcobilla Yuto  
 JEFE DE LABORATORIO DE FQ  
 R-LAB S.A.C

Paola Del Pizarro Vilcas Visurraga  
 JEFE DE LABORATORIO DE MH  
 CBP 8950

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.  
 Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.  
 Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"  
 Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 4082870 / Móviles: 972 733 365 / 966 409 437  
 Correo: servicios@rlabsac.com / serviciosrlab@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-103



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

Registro N° LE -103

INFORME DE ENSAYO N° 2309025A

Código de laboratorio		2309025A-04		2309025A-05	
(1) Identificación de la muestra		D2		D3	
(1) Descripción del punto de muestreo		DOMICILIO 2 MUESTREADO		DOMICILIO 3 MUESTREADO	
(1) Fecha y hora de muestreo		02-09-2023 09:55		02-09-2023 10:40	
(1) Ubicación geográfica (WGS-84)		N: 8671766 E: 0479536		N: 8668763 E: 0477942	
Tipo de matriz y/o producto		AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - BEBIDA POTABLE			
Tipo de ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados	
Nitratos	mg/L	0,017	0,050	1,2	6,2
	mg/L	Incertidumbre de la Medición ±		0,1	0,6
Sulfatos	mg/L	0,67	2,00	11,7	14,7
	mg/L	Incertidumbre de la Medición ±		1,0	1,2
Coliformes Totales por Número más probable (NMP)	NMP/ 100mL	1,1	-	>23	>23
	NMP/ 100mL	Incertidumbre de la Medición ±		N/A	N/A
Coliformes Fecales por Número más probable (NMP)	NMP/ 100mL	1,1	-	2,2	<1,1
	NMP/ 100mL	Incertidumbre de la Medición ±		N/A	N/A

Nota:

Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.  
 La (s) muestra(s) llegaron en frasco de polietileno y esterilizado.  
 La (s) muestra(s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.  
 L.C.M: Limite de cuantificación del método; L.D.M: Limite de detección del método.  
 N/A: No Aplica, por ser mayor al rango de trabajo, por ser ensayo semicuantitativo.  
 Los resultados de ensayos se aplican a las muestras como se recibió, habiendo sido suministradas por el cliente.  
 (1) Datos proporcionados por el cliente.  
 La incertidumbre expandida ha sido reportada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95%.  
 R-LAB S.A.C. deslinda cualquier responsabilidad por información proporcionada por el cliente que forme parte del presente informe, la cual se encuentra claramente identificada.

Leonor Lucia Morcobilla Yuto  
 JEFE DE LABORATORIO DE FQ  
 R-LAB S.A.C

Paola Del Pilar Illasca Visurraga  
 JEFE DE LABORATORIO DE MH  
 CEP 8950

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.  
 Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.  
 Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"  
 Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 4082870 / Móviles: 972 733 385 / 966 409 437  
 Correo: servicios@rlabsac.com / serviciosrlab@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-103



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

Registro N° LE -103

INFORME DE ENSAYO N° 2309025A

Norma de referencia			
Tipo de ensayo	Código	Título	Año de versión o edición
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 4500-NO3- E, 24th Ed.	Nitrogen (Nitrate), Cadmium Reduction Method	2023
Sulfatos	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 4500-SO4(2 <sup>-</sup> ) E, 24th Ed.	Sulfate, Turbidimetric Method	2023
Coliformes Totales por Número más probable (NMP)	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed.	Multiple -Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique	2023
Coliformes Fecales por Número más probable (NMP)	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 9221 E-1, 24th Ed.	Multiple -Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)	2023

Fin del documento

  
Leonor Lucía Morcobilla Yuto  
JEFE DE LABORATORIO DE FQ  
R-LAB S.A.C

  
Paola Del Pilar Illascas Visurraga  
JEFE DE LABORATORIO DE MH  
CBP 8950

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.  
Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.  
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"  
Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 4062870 / Móviles: 972 733 385 / 966 409 437  
Correo: servicios@rlabsac.com / serviciosrlab@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-103



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

Registro N° LE -103

## INFORME DE ENSAYO N° 2309026A

Ciente	: GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.
Dirección del cliente	: JR. MANCO CAPAC NRO. 162 URB. CERCADO (AL LADO DE LA HELADERIA FRITIN) AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO
(1) Usuario	: CARLOS FABRICIO RICALDI LOPEZ
Lugar de muestreo	: CULLPA ALTA
N° de orden de trabajo	: 2309012
Tipo de matriz y/o producto	: AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - BEBIDA POTABLE
Muestreo realizado por	: R-LAB S.A.C.
Procedimiento de muestreo	: P-RTM-01 "MUESTREO Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS IN SITU", REVISIÓN 09.
Instructivo de muestreo	: I-RTM-06 MUESTREO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
Referencia al plan de muestreo	: 2309010
Número de muestras	: 05
Fecha de recepción	: 03-09-2023
Fecha de inicio y término de ensayo	: 02-09-2023 al 02-09-2023

"Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio".

(1): Dato proporcionado por el cliente.

Fecha de emisión : 08-09-2023

  
Leonor Lucía Morcobilla Yuto  
JEFE DE LABORATORIO DE FQ  
R-LAB S.A.C.

  
Paola Del Pino Ilcasas Visurraga  
JEFE DE LABORATORIO DE MH  
CBP 8950

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.  
Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.  
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"  
Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 4082870 / Móviles: 972 733 385 / 966 409 437  
Correo: servicios@rlabsac.com / serviciosrlab@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com



Anexo 07: Certificado de acreditación del laboratorio

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## R-LAB S.A.C.

### Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Asoc. De Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B. Lt.04, distrito de Villa el Salvador, provincia de Lima y departamento de Lima.

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 18 de febrero de 2020

Fecha de Vencimiento: 17 de febrero de 2024

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 099-2020-INACAL/DA  
Contrato N° : 006-2020/INACAL-DA  
Registro N° : LE - 103

Fecha de emisión: 27 de febrero de 2020

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)*

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo 08: Ficha de datos de Campo



Anexo n.º 02: Ficha de Datos de Campo

1) No. Ficha de Campo	01	2) Nombre de Red de Salud			3) Nombre de micro Red de Salud		
4) Nombre del Programa de Monitoreo	EVAL. CALIDAD DEL AGUA DE LA JASS CUPO DEJA		5) Dispone de Sist. de Agua Potable	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	6) Nombre del Sistema de Agua Potable	7) Población de la localidad	
9) Departamento	JUNÍN	11) Distrito	EL TOTORO		13) Nombre EESS:	JASS CUPO DEJA	
10) Provincia	HUANCAYO	12) Localidad	ANEXO INCHO		14) Fecha de Reporte (dd/mm/aa)		02/09/23
15) Muestreador (Apellidos y Nombre)	CARLOS FABRICIO RICARDI LÓPEZ			16) DNI	72000206	17) Firma	



Código de Campo	Fecha de Muestreo (d/m/aa)	Hora de Muestreo (hh:mm:ss)	Mes	Origen de la Muestra	Punto de Muestreo	Parámetros medidos en campo										Tipo de Fuente hídrica aprovechada (Llenar en caso el "Origen de la Muestra" sea Captación o Fuente Hídrica)	Coordenadas del Punto de Muestreo (Según estándar del Instituto Geográfico Nacional)	
						PH	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Turbiedad (UNT)	Cloro Residual (mg/L)	Microbiológico	Físico Químico	Metales Pesados	Continuidad del Servicio en el punto de muestreo (h/día)	Este		Norte	
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	36	
	02/09	07:58			SALIDA EFUENTE	0.91	7.55	11		0.34					CAPTACION	499733	862650	
	02/09	08:30			ENTRADA EFUENTE	1.28	7.49	12		0.83					CAPTACION	479468	8672357	
	02/09	09:24			DOMICILIO 1	0.99	7.82	11		0.91					FUENTE H2O	479503	8672298	
	02/09	09:55			DOMICILIO 2	0.54	7.86	12		0.40					FUENTE H2O	479536	8671766	
	02/09	10:40			DOMICILIO 3	0.83	7.74	13		0.38					FUENTE H2O	477942	8668763	
37) Observaciones																		



CARLOS T. RICARDI LÓPEZ  
**Responsable del Monitoreo**  
 Nombre y Apellido



[www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe) | Calle Las Amapolas N° 350  
[www.digesa.sld.pe](http://www.digesa.sld.pe) | Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú  
 Central Telefónica (511) 631-4430