

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la comunidad de  
Cuchacmalca, distrito de Cochabamba – 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

**AUTOR:**

Bach. Jesús Closver Torres Díaz

**ASESOR:**

Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

**CHOTA – PERÚ**

**NOVIEMBRE, 2022**

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Guillermo A. Chávez Santa Cruz".

---

Dr. Guillermo A. Chávez Santa Cruz  
CIP 28030  
Docente - UNACH

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA N° 016-2022/EPIFA - FCA/UNACH

Siendo las 12:10 horas, del día 23 de noviembre de año 2022, reunidos de manera presencial los miembros del Jurado de Tesis titulada: **CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD DE CUCHACMALCA, DISTRITO DE COCHABAMBA - 2020**, integrado por:

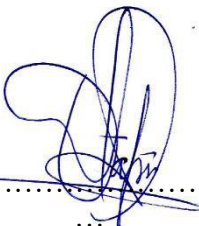
1. Dr. Alejandro Seminario Cunya - Presidente
2. M. Sc. Ismael Suárez Medina - Secretario
3. Dra. Doris Elena Delgado Tapia - Vocal

Sustentada por **Jesús Clover Torres Díaz**, con la finalidad de obtener el Título Profesional en Ingeniero Forestal y Ambiental. Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda aprobar la tesis, calificándola con la nota de **QUINCE**, se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare **EXPEDITO** para conferirle el Título Profesional.

Firmado en: Chota, 23 de noviembre del 2022

  
.....  
Dr. Alejandro Seminario Cunya  
Presidente

  
.....  
Ing. M. Sc. Ismael Suárez Medina  
Secretario

  
.....  
Dra. Doris Elena Delgado Tapia  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios, por obsequiarme un hermoso hogar y cuidar de mi existencia en todo momento.

A mis padres, Mauro Torres Delgado y Tabita Díaz Quevedo por brindarme su cariño, así como su soporte inquebrantable durante cada etapa de mi vida.

A mis hermanos, Marly, Duberly, Samir, ya que son un pilar imprescindible en mi vida diaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, pues me brindaron sabiduría, orientaciones, así como los consejos necesarios, a fin de lograr una formación profesional adecuada, especialmente al Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz, debido a su compromiso incondicional como asesor.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Justificación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Antecedentes .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Bases teórico – científicas.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Marco conceptual .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1. Ubicación.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2. Tipo y nivel de investigación .....</b>	<b>25</b>

<b>3.3. Diseño de la investigación</b> .....	26
<b>3.4. Métodos de investigación</b> .....	26
<b>3.5. Población, muestra y muestreo</b> .....	26
<b>3.6. Equipos, materiales e insumos</b> .....	27
<b>3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	28
<b>3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos</b> .....	33
<b>3.9. Aspectos éticos</b> .....	34
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	35
<b>4.1. Descripción de resultados</b> .....	35
<b>4.2. Discusión de resultados</b> .....	45
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	55
<b>5.1. Conclusión</b> .....	55
<b>5.2. Recomendaciones</b> .....	56
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	57
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS</b> .....	66
<b>7.1. Panel fotográfico</b> .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación de las enfermedades infecciosas relacionadas con el agua.....	11
<b>Tabla 2</b>	Tipos de sistemas de abastecimiento de agua.....	12
<b>Tabla 3</b>	Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable .....	15
<b>Tabla 4</b>	Límites máximos permisibles de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano .....	18
<b>Tabla 5</b>	Temperatura y precipitación presentada en los tres monitoreos.....	24
<b>Tabla 6</b>	Georreferenciación de los puntos de muestreo.....	27
<b>Tabla 7</b>	Frecuencia de muestreo .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento .....	13
<b>Figura 2</b> Mapa de ubicación de puntos de muestreo .....	23
<b>Figura 3</b> Determinación del Número Más Probable (NMP) de coliformes en agua ....	33
<b>Figura 4</b> Medición de temperatura en agua de consumo humano en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020. ....	35
<b>Figura 5</b> Medición de pH en agua de consumo humano en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.....	36
<b>Figura 6</b> Medición de turbiedad en agua de consumo humano en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.....	37
<b>Figura 7</b> Medición de color en agua de consumo humano en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.....	38
<b>Figura 8</b> Resultados de los análisis de coliformes totales en la captación del sistema de abastecimiento de agua de Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.....	39
<b>Figura 9</b> Resultados de los análisis de coliformes totales en el reservorio y red de distribución del sistema de abastecimiento de agua de Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.....	40
<b>Figura 10</b> Resultados de los análisis de coliformes termotolerantes en la captación del sistema de abastecimiento de agua de Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020. ....	41
<b>Figura 11</b> Resultados de los análisis de coliformes termotolerantes en el reservorio y red de distribución del sistema de abastecimiento de agua en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.....	42
<b>Figura 12</b> Resultados de los análisis de <i>Escherichia coli</i> en agua de consumo humano en Cuchacmalca en el tercer monitoreo del año 2020. ....	43



<b>Figura 13</b> Resultados de los análisis de agua para consumo humano de pH Vs presencia de coliformes totales, 2020.....	47
<b>Figura 14</b> Resultados de los análisis de agua para consumo humano de pH Vs presencia de coliformes termotolerantes, 2020. ....	48
<b>Figura 15</b> Resultados de los análisis de agua para consumo humano de temperatura Vs presencia de coliformes totales, 2020.....	49
<b>Figura 16</b> Resultados de los análisis de agua para consumo humano de temperatura Vs presencia de coliformes termotolerantes, 2020. ....	50
<b>Figura 17</b> Resultados de los análisis de agua para consumo humano de turbiedad Vs presencia de coliformes totales, 2020.....	51
<b>Figura 18</b> Resultados de los análisis de agua para consumo humano de turbiedad Vs presencia de coliformes termotolerantes, 2020. ....	52
<b>Figura 19</b> Resultados de los análisis de agua para consumo humano de color Vs presencia de coliformes totales, 2020.....	53
<b>Figura 20</b> Resultados de los análisis de agua para consumo humano de color Vs presencia de coliformes termotolerantes, 2020. ....	54
<b>Figura 21</b> Toma de muestra en captación.....	66
<b>Figura 22</b> Toma de muestra en el reservorio .....	66
<b>Figura 23</b> Toma de muestra en vivienda .....	67
<b>Figura 24</b> Monitoreo de parámetros de control obligatorio.....	67
<b>Figura 25</b> Monitoreo de cloro residual .....	68
<b>Figura 26</b> Participación de los representantes de la JASS.....	68
<b>Figura 27</b> Resultados del laboratorio correspondiente al primer muestreo.....	69
<b>Figura 28</b> Resultados de laboratorio correspondiente al segundo muestreo .....	71
<b>Figura 29</b> Resultados de laboratorio correspondiente al tercer muestreo.....	73

## RESUMEN

En el estudio se determinó la condición bacteriológica del recurso hídrico en Cuchacmalca, distrito de Cochabamba, provincia de Chota. Se investigó los parámetros bacteriológicos determinantes de la potabilidad del recurso hídrico (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*); recurriendo a 3 monitoreos (5 muestras por monitoreo) en el mes de octubre de 2020, analizándose 15 muestras procedentes de captación, tubería de salida del reservorio, vivienda más cercana al reservorio, vivienda intermedia y vivienda final del suministro de la comunidad de Cuchacmalca, para lo cual se empleó la metodología de tubos múltiples, expresados en forma de NMP/100ml. Como resultado se obtuvo existencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* obteniendo valores mínimos de 15 NMP/100 ml; <1,8 NMP/100 ml; 33 NMP/100 ml y valores máximos de 540 NMP/100 ml; 220 NMP/100 ml; 170 NMP/100 ml respectivamente siendo comparados con la legislación peruana D.S. N° 004-2017-MINAM (agua cruda) y D.S. N° 031-2010-SA (agua tratada). Esto constituye un excedente en los indicadores bacteriológicos presentes en el recurso hídrico, siendo no segura para los habitantes de Cuchacmalca, significando un peligro para su salud.

**Palabras Claves:** Agua, calidad, coliformes, salud.

## ABSTRACT

The study determined the bacteriological condition of the water resource in Cuchacmalca, district of Cochabamba, province of Chota. The bacteriological parameters determining the potability of the water resource (total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*) were investigated; resorting to 3 monitoring (5 samples per monitoring) in the month of October 2020, analyzing 15 samples from catchment, reservoir outlet pipe, housing closest to the reservoir, intermediate housing and final housing, of the supply of the Community of Cuchacmalca, for which the methodology of multiple tubes, expressed in the form of NMP / 100ml was used. As a result, the existence of total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* was obtained, obtaining minimum values of 15 NMP/100 ml; <1,8 NMP/100 ml; 33 NMP/100 ml and maximum values of 540 NMP/100 ml; 220 NMP/100 ml; 170 NMP/100 ml respectively being compared with the Peruvian regulations D.S. N° 004-2017-MINAM (raw water) and D.S. N° 031-2010-SA (treated water). This constitutes a surplus in the bacteriological indicators, present in the water resource, being unsafe for the inhabitants of Cuchacmalca, meaning a danger to their health.

**Key Words:** Water, quality, coliforms, health.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

Es imprescindible ingerir agua que cumplan las condiciones físico-químicas y biológicas recomendadas que avalen la salud pública. Para ello, la población debe de contar con un suministro de agua idóneo, es decir, autosuficiente, accesible y seguro (Organización Mundial de la Salud [OMS],2011).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) considera la accesibilidad a un agua segura un derecho humano, siendo vital para el bienestar poblacional. Una prestación de servicios de agua inadecuada, significa un riesgo en el bienestar de la población, especialmente en niños, ancianos y personas con sistema inmunológico débil (Cooperación Alemana, 2017).

El Perú en su ámbito rural, tiene como característica no acceder a agua segura (Cooperación Alemana, 2017), debido a que los sistemas de agua presentan problemas de abastecimiento y contaminación. Además, presentan frecuentemente inconvenientes de escasez de agua y carencia de potabilidad, otras se suministran de agua provenientes de pozos, riachuelos u otras fuentes de origen natural, las cuales se encuentran expuestas a microorganismos de origen fecal (Tarqui et al., 2016).

Por lo tanto, la ausencia de agua inocua, en comunidades rurales, significa un constante peligro de adquirir enfermedades hídricas, ya que frecuentemente se presta mínima atención a la desinfección del agua, vital para garantizar que el agua esté libre de patógenos (Rojas et al., 2019).

En efecto, las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs), son la razón primordial de morbilidad y elevados índices de desnutrición crónica infantil en el Perú, son producidas generalmente por la contaminación del agua.

De hecho, el Ministerio de Salud reportó 478 000 infecciones intestinales en niños; en medios rurales del Perú en el 2014, debido a que solo el 1% consume agua clorada (Contraloría General de la República, 2015).

## **1.2. Formulación del problema**

La formulación de la problemática fue ¿Cuál es la calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la comunidad de Cuchacmalca, distrito de Cochabamba – 2020? Fundamentándose en la necesidad de dar a conocer la problemática que se da en las comunidades rurales del país, en este caso, de la comunidad de Cuchacmalca, teniendo como punto central del problema, la calidad bacteriológica del recurso hídrico, pues representa un peligro sanitario en el ser humano, a través de las enfermedades hídricas.

## **1.3. Justificación**

La comunidad de Cuchacmalca, no cuenta con estudios que determinen la existencia de microorganismos bacteriológicos en el agua de uso poblacional. El Ministerio de Salud, reportó 57 casos de diarreas acuosas y 7 casos de diarreas disintérica en la provincia de Chota y 5 casos de diarreas acuosas en el distrito de Cochabamba en el año 2019 (Ministerio de Salud [MINSAL], 2019), en su mayoría relacionados al abastecimiento hídrico.

Por tanto, la ausencia de investigaciones relacionadas a las características del líquido elemento y morbilidad de afecciones gastrointestinales, es necesario impulsar investigaciones respecto a la administración del líquido elemento en los sectores campesinos, especialmente, en Cajamarca (Navarro del Águila, 2014). Por lo que, es importante examinar las características bacteriológicas del agua de Cuchacmalca, para tomar acciones respecto a la preservación, prevención tanto como regulación de sus características bacteriológicas, a través de mecanismos eficientes.

#### **1.4. Objetivos**

El principal objetivo fue la determinación bacteriológica del agua de consumo humano en Cuchacmalca, recurriendo a la determinación de concentración de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* presentes en el recurso hídrico y la comparación de estas concentraciones con la normatividad D.S. N° 004-2017-MINAM (agua cruda) y D.S. N° 031-2010-SA (agua tratada).

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### ***2.1.1. Internacional***

Hernández Castillo (2012), estudio en Chiquimula, Ecuador las condiciones bacteriológicas del agua en pozos destinados al suministro humano, determinó que el 87% de 90 pruebas procesadas; presentó coliformes totales con densidades desde 3 NMP/100 ml hasta 2400 NMP/100 ml, un 77% de las muestras presentó coliformes termotolerantes, con densidades de 3 NMP/100 ml hasta 1100 NMP/100 ml; además, un 50% tuvo presencia de *Escherichia coli*. La gran mayoría de pozos se hallan contaminados, indicando la no potabilidad debido a no cumplir con los estándares bacteriológicos admitidos por la normativa COGUANOR NGO 29001.

Asimismo, Vildoza et al., (2020); en Oruro - Bolivia, en su diagnóstico sobre el agua que consume el municipio de Poopó, indica la incidencia de coliformes totales es 81,9% y coliformes termotolerantes es 48,2% del total de muestras procesadas, siendo una amenaza sanitaria.

En cambio, Palacios y Velastegui (2020), evaluaron las características del agua en Pichincha, Ecuador, donde determinaron que las densidades de coliformes totales y fecales fueron <1,1 NMP/100 ml, cuya concentración cumple con la Normativa TULSMA libro IV Anexo I, indicando su potabilidad.

### **2.1.2. Nacional**

Cutimbo Ticona (2012), en su investigación llevada a cabo en La Yarada y Los Palos, Tacna, referente a las condiciones bacteriológicas del agua que consumen, identificó que 54% de los 46 pozos muestreados, presentaron coliformes totales obteniendo 24 NMP/100 ml, y en coliformes termotolerantes la incidencia fue del 11% representado por 20 NMP/100 ml. En cambio 21 pozos (46%), mostraron cumplir los estándares bacteriológicos establecidos en la normativa.

Arias Ayala (2018), ejecutó la caracterización bacteriológica del agua en Oxapampa, determinado la existencia de coliformes totales con 350 NMP/100 ml y coliformes termotolerantes con 13 NMP/100 ml, incumpliendo con el reglamento.

Del mismo modo, Chávez y Torres (2019), investigaron las características bacteriológicas del recurso hídrico que consumen en Santo Tomas, Iquitos, de 10 pozos rústicos, todos presentaron coliformes totales y coliformes termotolerantes alcanzando densidades de 7500 NMP/100 ml y 1100 NMP/100 ml respectivamente. Indicando la no aceptabilidad bacteriológica de los pozos rústicos.



### **2.1.3. Regional**

Santa Cruz y Terán (2016), en Yaminchad, San Pablo, determinaron la densidad bacteriológica del agua de dicha comunidad. En el manantial reportaron incidencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes con densidades 6,8 NMP/100 ml y 4 NMP/100 ml respectivamente. En el reservorio se registró densidades de 23 NMP/100 ml en coliformes totales y 4,5 NMP/100 ml en coliformes termotolerantes. Mientras en los grifos domiciliarios mostraron densidades de 17 hasta 23 NMP/100 ml en coliformes totales, y de 3 a 4,5 NMP/100 ml en coliformes termotolerantes. Por lo cual la población de Yaminchad, ingiere agua no tratada, siendo dañino para la salud.

Saldaña Vásquez (2017), evaluó el agua en la ciudad de Bambamarca, durante agosto-octubre de 2017, arrojando los valores promedio de 8,50 NMP/100 ml en coliformes totales y 3,50 NMP/100 ml en coliformes termotolerantes. Indicando la contaminación bacteriológica del agua.

Calle y Vargas (2021) identificaron la calidad microbiológica del agua en Jaén. De 32 muestras, durante dos semanas de evaluación, se obtuvo coliformes totales en el 31,66% y en coliformes termotolerantes el 13,59% del total de muestras, superando los valores bacteriológicos, establecidos en la normativa.

## **2.2. Bases teórico – científicas**

### **2.2.1. Calidad de agua**

Situación de cómo se halla el agua referente a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, dependientes del lugar y la transformación del cual provienen. Su calidad está en función al uso que se le destine, como es agua para uso industrial, agua potable, piscicultura, náutica, riego de jardines entre otros (Baeza Gómez, 2016).

La OMS fija los parámetros físicos, químicos, microbiológicos, toxicológicos y radioactivos del recurso hídrico garantizando su calidad. El parámetro microbiológico hace referencia a los organismos perjudiciales, como coliformes totales, *Escherichia coli* y salmonella. Por lo cual la inocuidad del agua resulta del cumplimiento de los estándares de salud para consumo humano (OMS, 2011).

### **2.2.2. Calidad Bacteriológica del agua**

Fundamentada en el estudio de organismos indicadores de la existencia de contaminación fecal, particularmente *Escherichia coli* o bien, coliformes termotolerantes. La aparición de *Escherichia coli* señala categóricamente una reciente contaminación fecal (OMS, 2011). Esto permite efectuar la categorización sanitaria del agua para sus distintas utilidades, los principios para la legislación de la normativa, la caracterización de contaminantes, la identificación de métodos de purificación del agua e investigaciones epidemiológicas (Larrea et al., 2013).

Por ende, la utilización de organismos indicativos de la condición bacteriológica del recurso hídrico, reduce costos; asimismo simplifica la implementación de procedimientos efectivos de depuración, regulación del agua y de afecciones vinculadas a su propagación (Ríos et al., 2017).

No obstante, la calidad del agua es muy cambiante, así como, la precipitación es capaz de incrementar los índices de contaminación bacteriológica en los cuerpos de agua. Estas situaciones deben ser consideradas en el análisis de los laboratorios para la emisión de sus resultados (OMS, 2011).

### **2.2.3. Bacterias indicadoras de la calidad de agua**

Las bacterias entéricas son las más frecuentes, provenientes del sistema digestivo de animales y humanos, erradicándose mediante defecación. Su facultad de procrearse y de subsistir en el agua son reducidas, en consecuencia, su localización y conteo en ensayos de laboratorio es difícil, por consiguiente, se utiliza las bacterias coliformes a manera de indicadores, puesto que, posee un procedimiento de muestreo uniformizado y bien establecido con el fin de establecer una intervención inmediata a modificaciones ambientales como la contaminación (Ríos et al., 2017).

#### ✓ Coliformes totales

Organismos de diferentes géneros de la familia Enterobacteriaceae. Habitan comúnmente en el sistema digestivo de animales y humanos, además se hallan en elevadas concentraciones en el ambiente (fuentes de agua, flora y suelos), pero no se encuentran vinculados obligatoriamente con la contaminación fecal (Robert Pulles, 2014). Cuentan con cuatro géneros principales: *Enterobacter*, *Escherichia*, *citrobacter* y *Klebsiella*. Excepcionalmente, se considera al género *Serratia* (Gruber y Mata, 2010).

✓ Coliformes termotolerantes

Se desarrollan óptimamente a altas temperaturas de incubación de 44,5 °C, en la cual fermentan la lactosa en forma de gas. Anteriormente eran denominados coliformes fecales, pero se les renombró como bacterias coliformes termotolerantes, porque solamente una fracción del grupo eran bacterias de procedencia fecal y por la capacidad de vivir a 44,5 °C (García y Lannacone, 2014).

✓ *Escherichia coli*

Bacteria pequeña gram negativa, competente de fermentar lactosa a 44 y 44,5 °C de procedencia fecal; está dentro de la familia Enterobacteriaceae (bacteria entérica) (García y Lannacone, 2014). Primordial indicativo de contaminación fecal, abarcando 95% de coliformes (Larrea et al.,2013).

#### **2.2.4. Calidad de agua para consumo humano**

Aval sanitario, en el cual el agua está exenta de elementos perniciosos (Gómez et al., 2016).

Requisitos primordiales:

- ✓ Exento de microorganismos perjudiciales (causales de afecciones).
- ✓ Exento de componentes que generen una incidencia adversa, aguda, crónica en el bienestar de las personas.
- ✓ Aceptable, es decir, baja turbiedad, incolora.
- ✓ No presentar salinización (salobre).
- ✓ No presentar sustancias que conlleven a tener un sabor u olor asqueroso.

### **2.2.5. Contaminación del agua y los riesgos para la salud**

El riesgo más significativo en la potabilidad del agua, es el bacteriológico, principalmente, por la existencia de microorganismos perjudiciales vinculados con la contaminación por materia fecal (Lozano y Lozano, 2015).

Los brotes de enfermedades hídricas están asociadas al procesamiento inapropiado y la administración deficiente de la provisión del agua. En el caso de los componentes de provisión, los brotes se vinculan a conexiones cruzadas, infecciones en el transcurso del almacenamiento, baja presión del agua y abastecimiento discontinuo (OMS, 2011).

### **2.2.6. Enfermedades infecciosas transmitidas por el agua contaminada**

Son generadas por alteraciones en los cuerpos de agua con elementos infecciosos, que al ser ingeridas provocan una afección a los seres humanos, como Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs), el cólera, parasitosis intestinal entre otros (Cabezas Sánchez, 2018).

Siendo la diarrea la enfermedad más frecuente; con una incidencia del 11 % en niños (Cabezas Sánchez, 2018).

**Tabla 1**

*Clasificación de las enfermedades infecciosas relacionadas con el agua.*

<b>Clasificación</b>	<b>Mecanismo</b>	<b>Ejemplos</b>
1. Traslados por el agua	Contaminación fecal	Cólera, tifoidea, enteropatógenos, virus de la hepatitis A, Virus de la hepatitis E, enterovirus, parasitosis intestinal
2. Soportados por el agua	Microorganismos que viven en el agua una parte de su ciclo de vida.	Fasciolosis, paragonimiosis, leptospirosis
3. Asociados con el agua	Vectores biológicos que parte importante de su ciclo de vida se da en el agua	Malaria, dengue, zika, fiebre amarilla, chikungunya
4. Dispersadas por el agua	Microorganismos que se reproducen en el agua e ingresan por el tracto respiratorio	Legionelosis

Fuente: Cabezas Sánchez, 2018, p.311.

### **2.2.7. Desinfección del agua**

Aseguramiento de la potabilidad del agua, mediante erradicación de organismos perjudiciales, por intermedio de agentes químicos y físicos. (Cooperación Alemana, 2017).

### **2.2.8. Sistema de abastecimiento de agua**

Estructuras e instalaciones, construidas para atender la necesidad de agua de una localidad. Clasificándose en función de las propiedades de edificación, diseño y grado de servicio que aportan (Organización Panamericana de Salud [OPS], 2007).

**Tabla 2**

*Tipos de sistemas de abastecimiento de agua.*

<b>Sistemas convencionales</b>	<b>Sistemas no convencionales</b>
Sistemas por gravedad: <ul style="list-style-type: none"><li>• Con tratamiento</li><li>• Sin tratamiento</li></ul>	Pozos excavados o someros
Sistemas por Bombeo: <ul style="list-style-type: none"><li>• Con tratamiento</li><li>• Sin tratamiento</li></ul>	Pozos equipados con bombas
	Abastecimiento directo de manantiales

Fuente: (Organización Panamericana de Salud, 2007, p.14).

### **Sistemas convencionales de abastecimiento de agua**

Garantizan la prestación del suministro del recurso hídrico a nivel domiciliario por intermedio de piletas públicas. Debido a que las estructuras son compartidas por los beneficiarios, se permite aplicar acciones colectivas para la gestión de servicios, funcionamiento y conservación de los sistemas; entre ellos tenemos (OPS, 2007).

#### **Sistemas por gravedad**

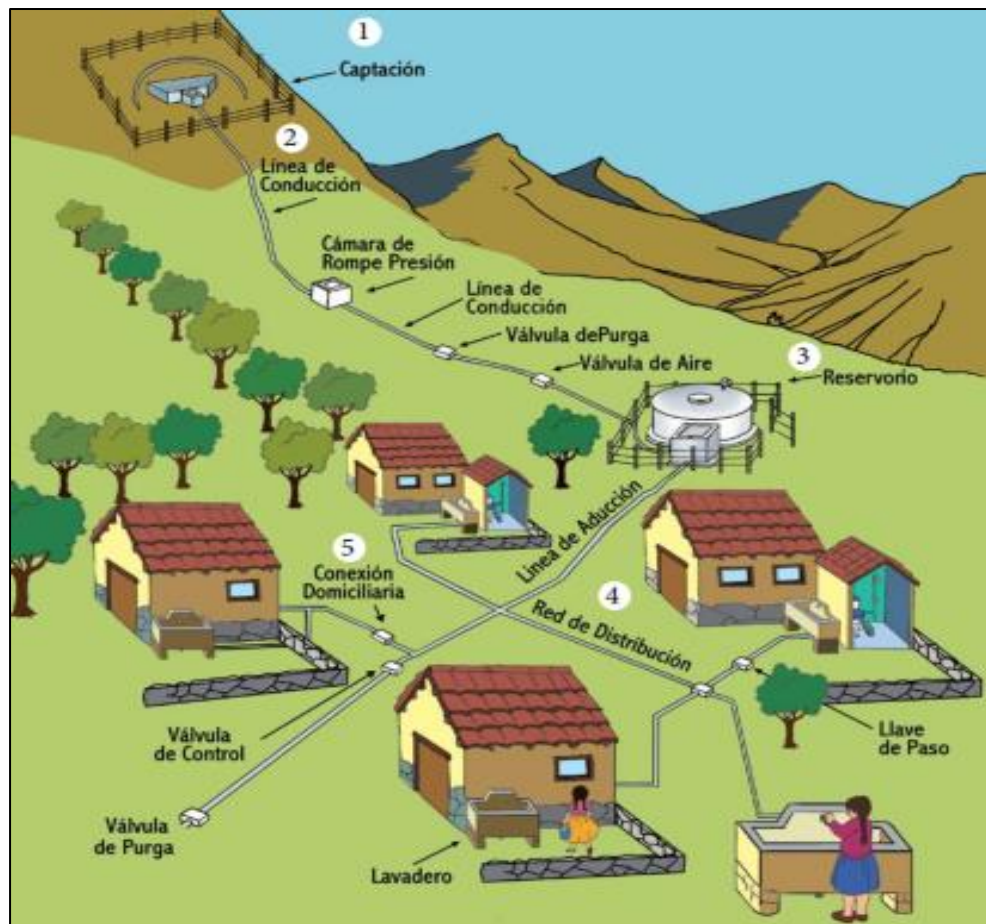
Utilizan la gravedad a fin de proveer el recurso hídrico hasta los beneficiarios, aprovechando el desnivel del manantial sobre la localidad beneficiaria (OPS, 2007).

#### **Sistemas de gravedad sin tratamiento**

Se dotan de acuíferos subterráneos los cuales emergen de forma natural a la superficie terrestre, como manantiales. Generalmente el recurso hídrico que dotan estos manantiales es de condición apta, siendo solo necesario la desinfección previa provisión y consumo. En este aspecto el caserío de Cuchacmalca posee este sistema de abastecimiento de agua (OPS, 2007).

**Figura 1**

*Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento.*



Fuente: Conza y Páucar, abril de 2013. p.9.

En esta clase de sistemas los componentes fundamentales son:

### **Captación**

Estructura de concreto armado el cual resguarda el manante y recopila apropiadamente el agua que se genera en la fuente, a fin de suministrar a la población (Conza y Páucar, 2013).

### **Línea de conducción**

Trayecto de tubos y componentes que trasladan el agua desde la captación hasta el reservorio (Conza y Páucar, 2013).



## **Reservorio**

Tanque de concreto armado el cual almacena y distribuye el agua a los usuarios de una localidad (Conza y Páucar, 2013).

## **Red de distribución**

Ramificación de tubos los cuales suministran el recurso hídrico (Conza y Páucar, 2013).

## **Conexiones domiciliarias**

Tubos entrelazados, que van desde la red de distribución hasta las viviendas (Conza y Páucar, 2013).

### ***2.2.9. Programas de vigilancia y control de la calidad del agua***

Es el análisis y evaluación continua y vigilante, con respecto a la aceptabilidad, inocuidad de los sistemas de suministro del recurso hídrico. También abarca las características del recurso hídrico en sus fuentes y mecanismos de depuración, identificación de organismos y formas parasitarias, para fijar procedimientos de injerencia y preservación del agua, para prevenir proliferación de sustancias perjudiciales y afecciones hídricas provocadas por el recurso hídrico a las personas (Ríos et al., 2017).

### ***2.2.10. Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua***

Según D.S. N° 004-2017-MINAM.

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

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

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección:

Reúnen las condiciones para su aceptabilidad mediante una desinfección.

A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Reúnen las condiciones para su aceptabilidad, a través de 2 o más procesos: coagulación, floculación, decantación, sedimentación y/o filtración; incluyendo su desinfección.

A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Reúnen las condiciones para su aceptabilidad mediante procesos físicos y químicos avanzados como: precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, osmosis inversa.

**Tabla 3**

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

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b>	<b>A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</b>
1. Bacterias coliformes totales	NMP/100 ml	50	**
2. Bacterias coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000
3. <i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**
4. Color	UCV escala Pt/Co	15	100
5. Turbiedad	UNT	5	100

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, junio de 2017.p. 4-5.

\*\* significa que el parámetro no aplica para esta subcategoría.

### **2.2.11. Parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano**

Según D.S. N° 031-2010-SA

#### **Coliformes totales**

Son habitantes comunes del tracto gastrointestinal en los humanos y animales, además, se hallan en elevadas concentraciones en el ambiente (fuentes de agua, flora y suelos), pero no se encuentran vinculados obligatoriamente con la contaminación fecal (Robert Pulles, 2014).

Cuentan con cuatro géneros principales: *Enterobacter*, *Escherichia*, *citrobacter* y *Klebsiella*. Excepcionalmente, se considera al género *Serratia* (Gruber y Mata, 2010).

#### **Coliformes termotolerantes**

Se desarrollan óptimamente a altas temperaturas de incubación de 44,5 °C; en la cual fermentan la lactosa en forma de gas. Anteriormente eran denominados coliformes fecales, pero se les renombró como bacterias coliformes termotolerantes, porque solamente una fracción del grupo eran bacterias de procedencia fecal y por la capacidad de vivir a 44,5 °C (García y Lannacone, 2014).

Sí resulta positivo el análisis de coliformes termotolerantes, el prestador del recurso hídrico deberá de llevar a cabo una evaluación de *Escherichia coli*, a manera de confirmación de la contaminación fecal (D.S N° 031-2010).

#### **Color**

El color es posible que se produzca debido a iones metálicos tales como el hierro y el manganeso, compuestos húmicos (material orgánico procedentes de superficies turbias) y el plancton o las algas (Comisión del Agua [CMA], 2007).

Hay dos tipos de color: el verdadero, generado por compuestos disueltos; y el aparente, originado por el color verdadero añadiendo la incidencia de los sólidos en suspensión (CMA, 2007).

### **Turbiedad**

Está conformada por las sustancias orgánicas e inorgánicas en suspensión, tales como limo, sedimentos, plancton y microorganismos minúsculos, los cuales alteran el color aparente del agua. La turbiedad es medida mediante la pérdida de luz transmitida por la muestra que ocurre por la difracción de rayos al impactar con las partículas (CMA, 2007).

Generalmente las partículas que generan la turbiedad oscilan entre 1 nm a 1 mm de diámetro, procedentes de la meteorización de superficies. Las sustancias arcillosas y orgánicas adsorben otras sustancias como pesticidas, metales y organismos potencialmente nocivos (CMA, 2007).

El agua con alta turbiedad es un buen medio para la proliferación y protección de microorganismos, por ello se sugiere clorar el agua a niveles inferiores a 5 unidades nefelométricas de turbiedad (CMA, 2007).

### **Residual de desinfectante**

Cantidad mínima de desinfectante existente en el agua de suministro, que garantiza la ausencia de patógenos desde el lugar de potabilización hasta las redes domiciliarias (CMA, 2007).

Según Acqua Tecnología (s.f.), el compuesto hipoclorito de calcio (cloro) es muy usado en el planeta como desinfectante, por:

- ✓ Característico poder de oxidación, encargado de la erradicación de los organismos perjudiciales (especialmente bacterias) e incontables sustancias generadores de desagradables sabores.

- ✓ Su confirmada inocuidad a las concentraciones empleadas.
- ✓ Su simplicidad de contener y corroborar los niveles recomendados.

## pH

Indicador del potencial de iones de hidrogeno ( $H^+$ ), que señala la acidez o alcalinidad del agua, abarcando el valor de 0 a 14, tomando 7 como neutro. (Ambientalys, s.f.).

Afecta corrosivamente, en incrustaciones de tuberías de suministro e inciden en el procedimiento de potabilización del agua, como la coagulación y purificación, sin embargo, no genera repercusiones directas en la salud (Ambientalys, s.f.).

### Tabla 4

*Límites máximos permisibles de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano.*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Bacterias coliformes totales	NMP/100 ml	< 1,8
2. Bacterias coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	< 1,8
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 – 8,5
6. Residual desinfectante	mg/l	0,5 – 1,0

Fuente: Decreto Supremo 031-2010-SA, setiembre de 2010.p. 38.

NMP/100 ml: Número Más Probable/100 ml.

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Bacteriología**

Parte de la microbiología, que investiga las bacterias, sus clases, fisonomía de procreación y metodologías para contenerlas o eliminarlas (Araujo y Benito, 2017).

### **2.3.2. Agua**

Recurso natural renovable imprescindible para la subsistencia de los seres vivos (MINAM, 2012).

### **2.3.3. Agua cruda**

Agua natural a la cual no se le realiza ningún procedimiento de tratamiento (Instituto Ecuatoriano de Normalización [NTE INEN], 2014).

### **2.3.4. Agua tratada**

Expuesta a procedimientos para transformarla en un recurso inocuo (NTE INEN, 2014).

### **2.3.5. Agua superficial**

Agua natural, correspondiente a ríos, lagos, lagunas, glaciares, océanos, mares y humedales (Rodríguez Marcos, 2013).

### **2.3.6. Agua subterránea**

Son aquellas ubicadas debajo de la capa superficial terrestre y en el interno de medios porosos, en fisuras de las rocas u otras formaciones geológicas (Rodríguez Marcos, 2013).

### **2.3.7. Calidad del agua**

Característica del agua el cual identifica su uso o tratamiento requerido (Rodríguez Marcos, 2013).

### **2.3.8. Agua de consumo humano**

Características adecuadas de inocuidad (Rodríguez Marcos, 2013).

### **2.3.9. Contaminación del agua**

Alteración en las características del recurso hídrico, convirtiéndola en no inocua (ANA, 2020).

### **2.3.10. Límite máximo permisible**

Instrumento de gestión ambiental que regula la concentración en un efluente o emisión (MINAM, 2012).

### **2.3.11. Estándar de calidad ambiental**

Instrumento de gestión ambiental que regula la concentración en un cuerpo receptor (MINAM, 2012).

### **2.3.12. Bacterias**

Microorganismos microscópicos unicelulares que no presentan núcleo diferenciado (MANUAL DE AO&M, 2011).

### **2.3.13. Coliformes totales**

Bacterias de importancia significativa como indicador de contaminación del agua (Sierra Ramírez, 2011).

### **2.3.14. Coliformes termotolerantes**

Grupo de especies bacterianas indicadoras con propiedades bioquímicas en común, indicador de contaminación de agua (Sierra Ramírez, 2011).

### **2.3.15. Escherichia coli**

Bacteria rigurosamente entérica, evidencia puntual de contaminación fecal (Robert Pulles, 2014).

### **2.3.16. Monitoreo**

Observación e inspección de indicadores físicos, químicos, bacteriológicos del agua (MINAM, 2012).

### **2.3.17. Cloro residual libre**

Hipoclorito de calcio, que garantiza la protección ante una probable contaminación bacteriológica, subsiguiente a la cloración (OMS, 2011).

### **2.3.18. Desinfección**

Procedimiento que contribuye a disminuir las afecciones hídricas producto de agentes microbianos patógenos (NTE INEN, 2014).



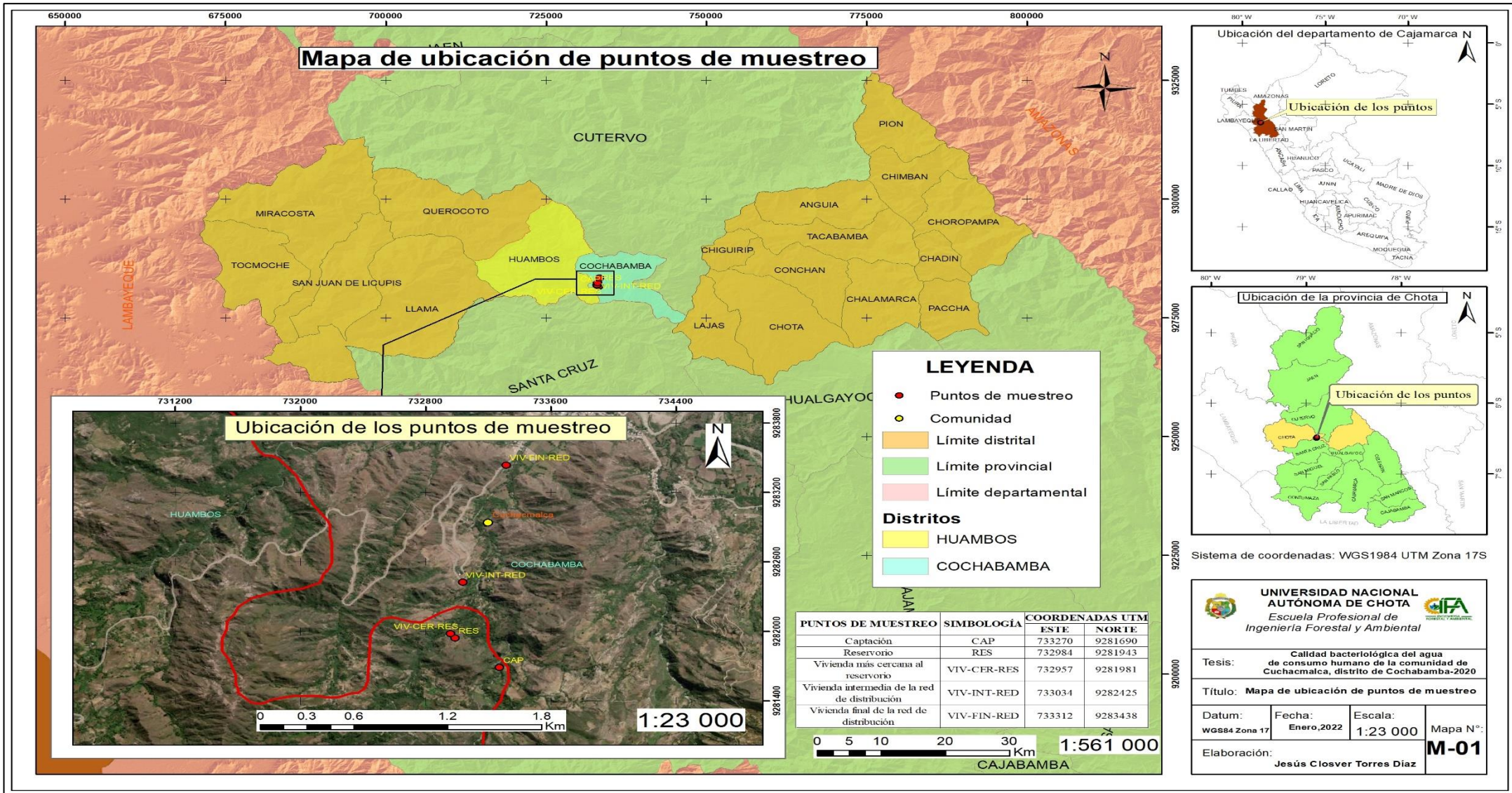
## **CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Ubicación**

#### ***3.1.1. Ubicación geográfica***

La comunidad de Cuchacmalca, se ubica en el distrito de Cochabamba, provincia de Chota, región de Cajamarca, a 2 kilómetros aproximadamente de la ciudad de Cochabamba, geográficamente se encuentra dentro de las coordenadas Norte 9281981 y Este 732957 a una altura de 1846 m.s.n.m.

**Figura 2**  
*Mapa de ubicación de puntos de muestreo.*



### 3.1.2. Topografía

La comunidad de Cuchacmalca, ubicada aproximadamente a 2 km de la ciudad de Cochabamba, cuya accesibilidad es por la vía longitudinal de la sierra, la cual conduce a la ciudad de Chiclayo. La longitud desde la captación hasta el último domicilio es de 4 km.

### 3.1.3. Edafología

En la zona de estudio, específicamente, alrededor de la captación se presentó un suelo arenoso, en el cual el agua se infiltra rápidamente.

### 3.1.4. Clima

En Cuchacmalca, a lo largo del año, la temperatura frecuentemente oscila entre 8 °C a 23 °C y raramente disminuye a menos de 6 °C o aumenta a más de 26 °C (Weather Spark, 2011).

El periodo de precipitación abarca 7.5 meses, desde el 28 de setiembre al 14 de mayo, teniendo un promedio de 42 milímetros; en cambio la temporada sin precipitación abarca 4.5 meses, desde el 14 de mayo al 28 de setiembre, con un promedio de 1 mm (Weather Spark, 2011).

**Tabla 5**

*Temperatura y precipitación presentada en los tres monitoreos.*

PARÁMETROS	11/10/2020	18/10/2022	25/10/2022
T° min (°C)	9	11,8	11,4
T° máx (°C)	25,4	23,4	21,8
Precipitación (mm)	0	1,9	5,3

Fuente: SENHAMI/ Estación Meteorológica Chota (2020).

### **3.1.5. Hidrología**

En la zona de estudio no existen presencia de ríos, solo existe una quebrada llamada quebrada de Sogos, la cual se encuentra cerca de la captación, sirviendo de bebedero a la fauna doméstica y silvestre de la zona e incluso han realizado la captación del recurso hídrico de esta quebrada para el suministro poblacional, siendo un riesgo en la inocuidad del recurso hídrico, por la presencia de coliformes. El caudal promedio del sistema de abastecimiento es de 1,5 l/seg, además el volumen del reservorio es de 8 m<sup>3</sup> el cual esta ubicado a 300 m de la captación.

## **3.2. Tipo y nivel de investigación**

### **3.2.1. Tipo de Investigación**

Por su naturaleza **básica**, puesto que va a generar conocimiento, es decir, se determinará la potabilidad bacteriológica o no del agua de consumo en Cuchacmalca. Además, es **observacional**, pues no hay ninguna injerencia por parte del indagador, la información plasma el progreso real de los parámetros estudiados.

### **3.2.2. Nivel de investigación**

**Exploratoria:** pues actualmente no existe estudios específicos referentes a la calidad bacteriológica del agua. Por ello se utiliza este diseño para determinar las concentraciones de los indicadores bacteriológicos, siendo estos los factores significativos de su potabilidad.

Por otro lado, se ejecutó una investigación **descriptiva** para determinar con mayor precisión las concentraciones bacteriológicas en el agua.

### **3.3. Diseño de la investigación**

**No Experimental:** No hay manipulación deliberada de variables, solo se observan el comportamiento de los parámetros bacteriológicos en su ambiente y luego se analizan.

**Longitudinal:** Se recopilan datos en diferentes momentos a lo largo de un periodo (3 monitoreos) determinado de tiempo.

### **3.4. Métodos de investigación**

**Método inductivo:** Proveniente del conocimiento iniciando por la observación del comportamiento de los parámetros bacteriológicos para arribar a conclusiones y principios generales para determinar su calidad.

### **3.5. Población, muestra y muestreo**

#### ***3.5.1. Población***

Sistema de abastecimiento de agua de la comunidad de Cuchacmalca, el cual beneficia a 25 familias.

#### ***3.5.2. Muestra***

Se consideraron cinco puntos de muestreo, ubicados desde la captación del sistema hasta la última vivienda. En cada punto se tomó 200 ml de muestra.

**Tabla 6***Georreferenciación de los puntos de muestreo.*

<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Georreferenciación GW84</b>		
	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altitud (msnm)</b>
1. Captación (CAP)	9281690	733270	1895
2. Reservorio (RES)	9281943	732984	1852
3. Vivienda más cercana al reservorio (VIV-CER-RES)	9281981	732957	1846
4. Vivienda intermedia de la red de distribución (VIV-INT-RED)	9282425	733034	1769
5. Vivienda final de la red de distribución (VIV-FIN-RED)	9283438	733312	1697

### **3.6. Equipos, materiales e insumos**

#### **3.6.1. Equipos**

##### **Equipos de monitoreo**

- ✓ GPS Garmin Montana 650.
- ✓ Turbidímetro 2100Q Hach.
- ✓ Peachímetro pHep digital.
- ✓ Comparador de cloro libre.
- ✓ Cámara Fotográfica.
- ✓ Checker HI 727 Colorímetro de color.

##### **Equipos de seguridad**

- ✓ Chaleco.
- ✓ Lentes.
- ✓ Guantes quirúrgicos.
- ✓ Mascarilla.

### **3.6.2. Materiales**

- ✓ Frascos estériles.
- ✓ Cooler.
- ✓ Ice Pack.
- ✓ Alcohol al 70%.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Lápiz.
- ✓ Plumón indeleble.
- ✓ Escobilla.
- ✓ Balde.

## **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.7.1. Técnicas de recolección de datos**

Se aplicó la técnica revisión documental, ya que la población estudiada requiere determinar la ubicación de puntos de muestreo, consideraciones de muestreo, frecuencia de muestreo, acondicionamiento y transporte de muestras, por lo cual se aplicó la R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA.

#### **a) Ubicación de puntos de muestreo**

Se definieron cinco puntos de monitoreo, los cuales se georreferenciaron mediante GPS, en coordenadas UTM.

- CAP: Captación.
- RES: Reservorio.
- VIV-CER-RES: Vivienda más cercana al reservorio.
- VIV-INT-RED: Vivienda intermedia de la red de distribución.
- VIV-FIN-RED: Vivienda final de la red de distribución.

## **b) Toma de muestras**

Se tuvieron las siguientes consideraciones previo a la recolección de muestras.

- **Captación**

Toda clase de matorral y desperdicios situados al entorno de la cámara húmeda, rejas, mallas o canasto de salida fueron removidos

- **Reservorio**

Se removió desechos localizados al entorno de la tapa sanitaria utilizando una escobilla teniendo cuidado, que ninguna clase de desecho se desprenda.

- **Grifos o caños**

El grifo escogido estuvo vinculado directamente con la tubería de suministro, concretamente no se encuentra conectado con tanques domiciliarios, filtradores o dispositivos semejantes, en el cual se removió cualquier instrumento extraño al grifo, además de ello se esterilizó externamente e internamente previo a la recolección, con algodón y alcohol al 70%. Finalmente discurrió el agua durante 3 min, previo a su recolección.

### **Muestras bacteriológicas**

Los frascos fueron otorgados por el laboratorio, previamente esterilizados. Para la recolección de la muestra, se utilizó guantes quirúrgicos, evitando así cualquier contaminación, luego se procedió a desatar el cordel que aprieta la cobertura protectora del papel kraft y se extrajo el tapón del frasco, evitando tocar la parte interna del frasco y el lado interno de la tapa, sosteniéndose con la mano mientras se ejecuta el muestreo, colocándose el frasco debajo del grifo, para lo cual se dejó un margen a fin de favorecer la



remoción en el periodo de análisis. Por último, se tapó el frasco cubriéndola con papel kraft sujetándola con el cordel, para luego ser colocada en la caja térmica (cooler).

### c) Frecuencia de Muestreo

El monitoreo se ejecutó en octubre de 2020, realizándose tres monitoreos, con una frecuencia semanal, haciendo un total de 15 muestras recolectadas, basándose en la R.D. N° 160-2015/DIGESA/SA, ya que menciona que la frecuencia mínima para parámetros bacteriológicos en la zona rural son 3 muestras al mes.

**Tabla 7**  
*Frecuencia de muestreo.*

Puntos de muestreo	Frecuencia		
	11/10/2020	18/10/2020	25/10/2020
1. Captación	1	1	1
2. Reservorio	1	1	1
3. Vivienda más cercana al reservorio	1	1	1
4. Vivienda intermedia de la red de distribución	1	1	1
5. Vivienda final de la red de distribución	1	1	1
Total	15 muestras		

## **d) Acondicionamiento y transporte de muestras**

### **Rotulado e identificación**

Previamente a la recolección se rótulo con letra legible:

- Codificación.
- Coordenadas.
- Ubicación.
- Puntos de monitoreo.
- Fecha y hora.
- Estudio solicitado.
- Muestreador.

### **Acondicionamiento y conservación**

Se ciñeron a los requerimientos (tiempo determinado y temperatura); a fin de cumplir con el protocolo de monitoreo, las muestras se conservaron en un cooler a 4 °C para lo cual se empleó el preservante de temperatura el ice pack.

### **Medio de Transporte**

Se evitó la incidencia de rayos solares y se tuvo el área suficiente para la inclusión del material de refrigeración, para su traslado en un tiempo no mayor de 24 horas al laboratorio acreditado.

## **3.7.2. Instrumentos de recolección de datos**

### **Guía de laboratorio**

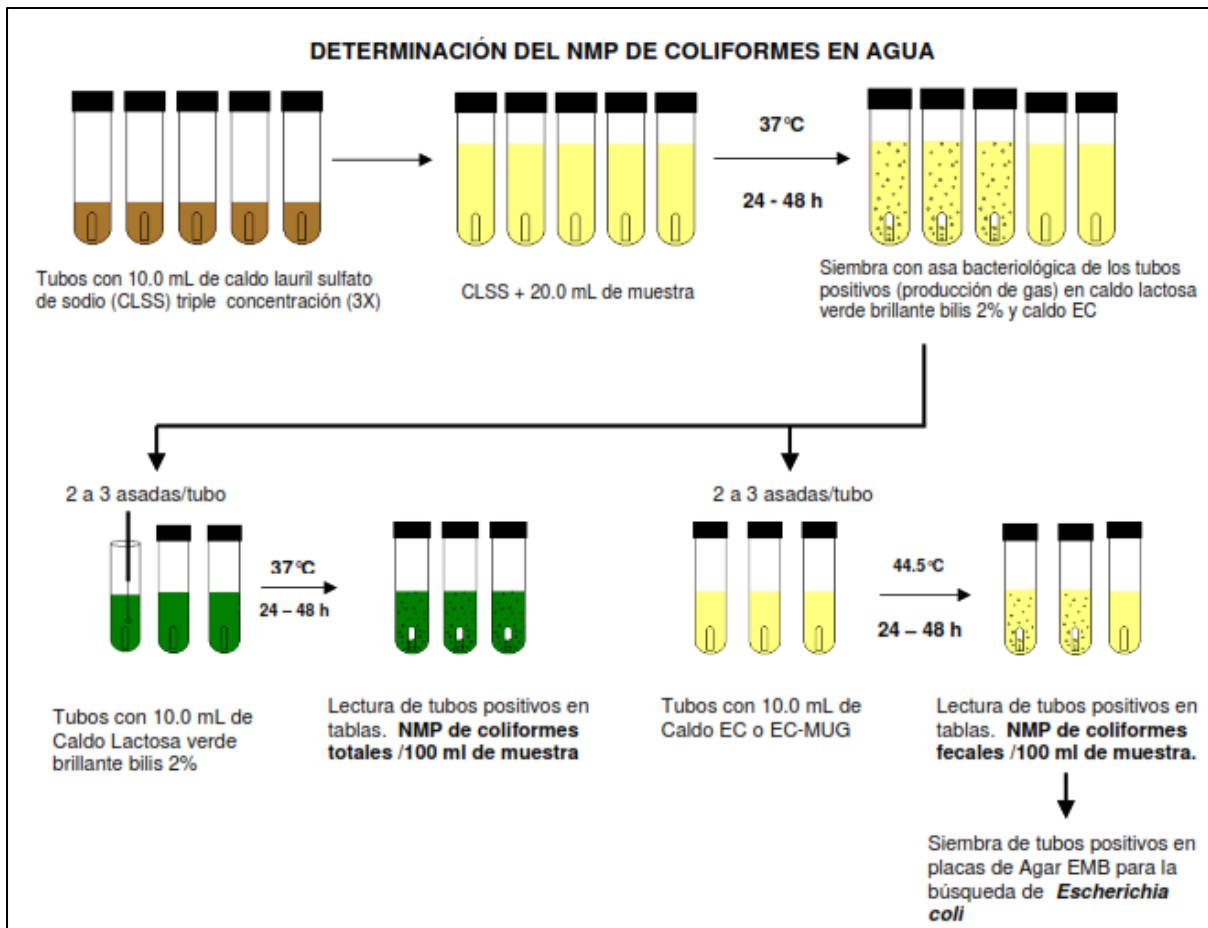
La determinación de coliformes totales se realizó a través de la metodología del Número más Probable (NMP), se sustenta mediante la fermentación de lactosa con obtención de ácido y gas al incubarlos a  $35\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  por un periodo de 2 días, usando un cultivo que cuente con sales biliars. Este procedimiento tiene 2 fases, fase presuntiva y fase confirmativa (Camacho et al., 2009).

En la fase presuntiva se usó el caldo lauril sulfato de sodio como medio de cultivo, permitiendo la restauración de organismos deteriorados encontrados en la muestra, los cuales son aptos de aprovechar la lactosa como fuente de carbono. En la fase confirmativa se usó el caldo lactosado bilis verde brillante como cultivo, pues es selectivo, asimismo solamente admite el crecimiento de organismos aptos de consentir las sales biliares como el verde brillante (Camacho et al., 2009).

La determinación de coliformes fecales se realizó desde los ensayos positivos de la prueba presuntiva, fundamentada por bacterias capaces de fermentar la lactosa y producir gas recurriendo a la incubación a una temperatura de  $45,5\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C}$  por un tiempo de 24 a 48 horas (Camacho et al., 2009).

La determinación de *Escherichia coli* se llevó a cabo partiendo de ensayos positivos de caldo EC, sembradas mediante agitación en cultivos específicos y diferentes (Agar Mac Conkey, Agar eosina azul de metileno), seguidamente ejecutando análisis bioquímicos básicos (IMViC) a poblaciones habituales (Camacho et al., 2009).

**Figura 3**  
*Determinación del Número Más Probable (NMP) de coliformes en agua.*



Fuente: Camacho et al., 2009.

### 3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

#### 3.8.1. Técnicas de procesamiento

**Excel:** Se trabajó toda la información obtenida a partir de los instrumentos, cuyos resultados obtenidos han sido procesados en el programa y tabulados, presentando gráficos de barras con su correspondiente interpretación.

#### 3.8.2. Análisis de datos

Se usó el método de coeficiente de correlación entre variables para su relación.

Según Martínez et al., (2009), utilizando el criterio de fuerza de correlación:

Mayor (>) correlación: Alta correlación

Menor (<) correlación: Baja correlación

### **3.9. Aspectos éticos**

Los datos obtenidos fueron de carácter confidencial por parte del laboratorio y se usó con fines informativos para la JASS de Cuchacmalca, quienes me brindaron el permiso correspondiente para ejecutar dicha investigación.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

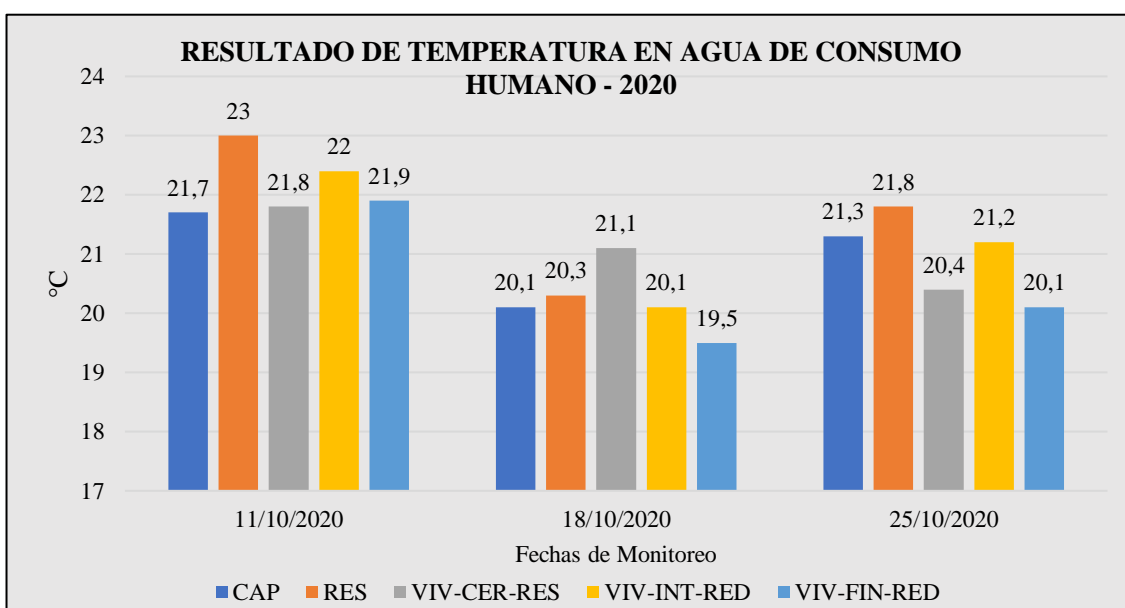
### 4.1. Descripción de resultados

#### A. Resultados de parámetros de control obligatorio de la calidad de agua para consumo humano

##### a.1. Temperatura

#### Figura 4

*Medición de temperatura en agua de consumo humano en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.*



La figura 4 nos muestra que la temperatura mínima y máxima fueron de 19,5 °C y 23 °C respectivamente.

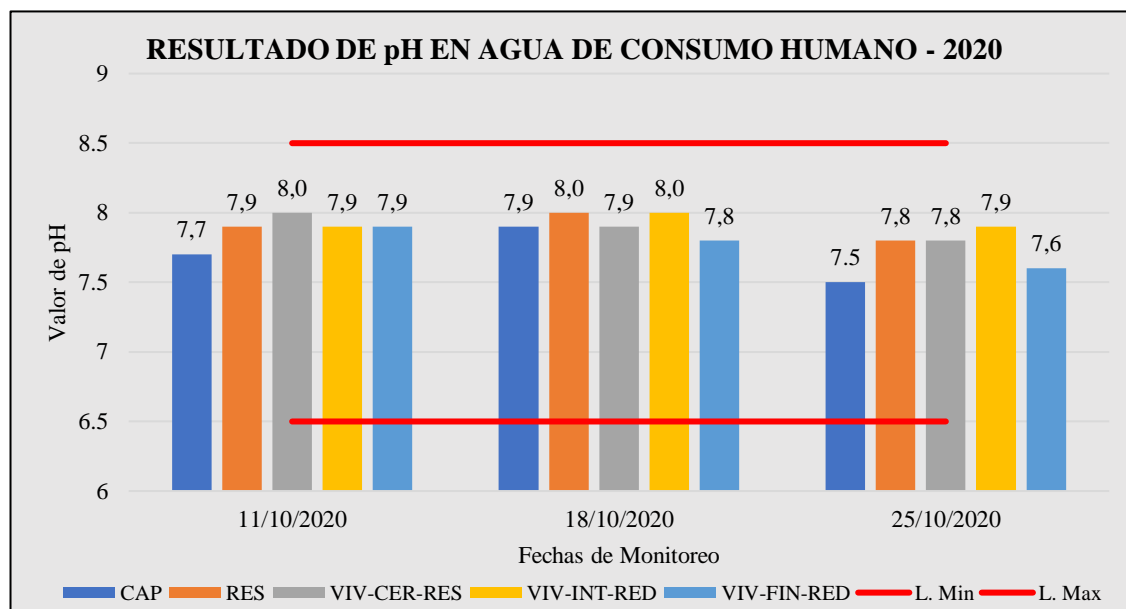
La temperatura afecta el comportamiento de otros parámetros, como el pH y otras variables fisicoquímicas. También influye en la subsistencia acuática de organismos, reacciones químicas, del mismo modo en la idoneidad del agua en sus diferentes utilidades (OMS, 2011).

Hay que tener en cuenta que la normativa, no estipula valores permisibles, por lo que, estos fueron tomados como referencia (D.S. N° 031-2010-SA).

## a.2. pH

**Figura 5**

*Medición de pH en agua de consumo humano en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.*



Las unidades de pH refieren que tienen una incidencia alcalina, ya que superan el valor neutro que es 7, cumpliendo con la normativa (6,5 – 8,5) del D.S. N° 031-2010-SA.

El pH ideal del agua potable fluctúa entre 6,5 a 8,5 unidades de pH (OMS, 2011).

Pérez López (2016), menciona que los valores de pH entre 5,5 y 8,5 no repercute sobre la calidad de agua.

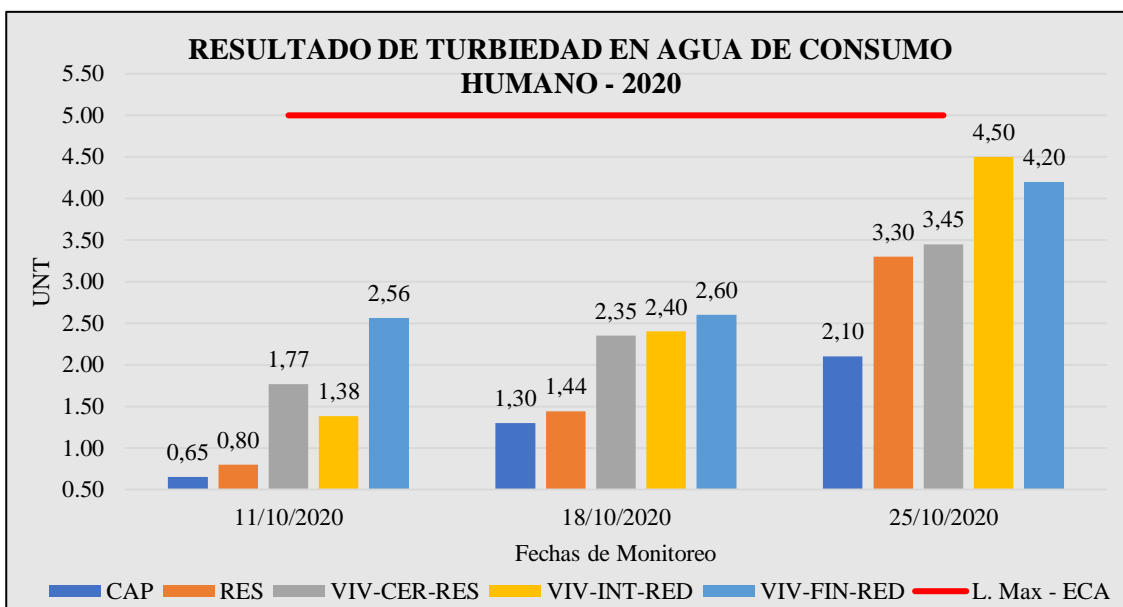
Parámetro determinante de la calidad del agua en relación a procesos de desinfección, por esta razón, el pH debe ser menor que 8, para realizar una cloración eficiente (OMS, 2011).

Por lo cual los resultados nos indican que cumplen los valores de pH para garantizar el proceso de desinfección, a través de la cloración sin generar efectos corrosivos (Conza y Páucar, 2013).

### a.3. Turbiedad

**Figura 6**

*Medición de turbiedad en agua de consumo humano en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.*



Los valores de turbiedad oscilan de 0,65 a 4,50 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad); teniendo en cuenta la incidencia de precipitaciones presentadas, según SENAMHI (2020), en el segundo monitoreo (18 de octubre) se obtuvo un registro de 1,9 mm/día considerada un precipitación débil y en el tercer monitoreo (25 de octubre) se registró 5,3 mm/día considerada una precipitación fuerte, siendo el causante del aumento de los valores de turbiedad; ya que (OMS, 2011), señala que la precipitación genera turbiedad por la sedimentación proveniente de la erosión de suelos.

Una alta turbidez indica elevados índices de microorganismos entre ellos bacterias, virus, parásitos, los cuales provocan síntomas como: náuseas, diarreas y dolores de cabeza. Asimismo, los altos índices de turbidez resguardan a los microorganismos de la efectividad de la desinfección y promueven la propagación bacteriana (OMS, 2011).

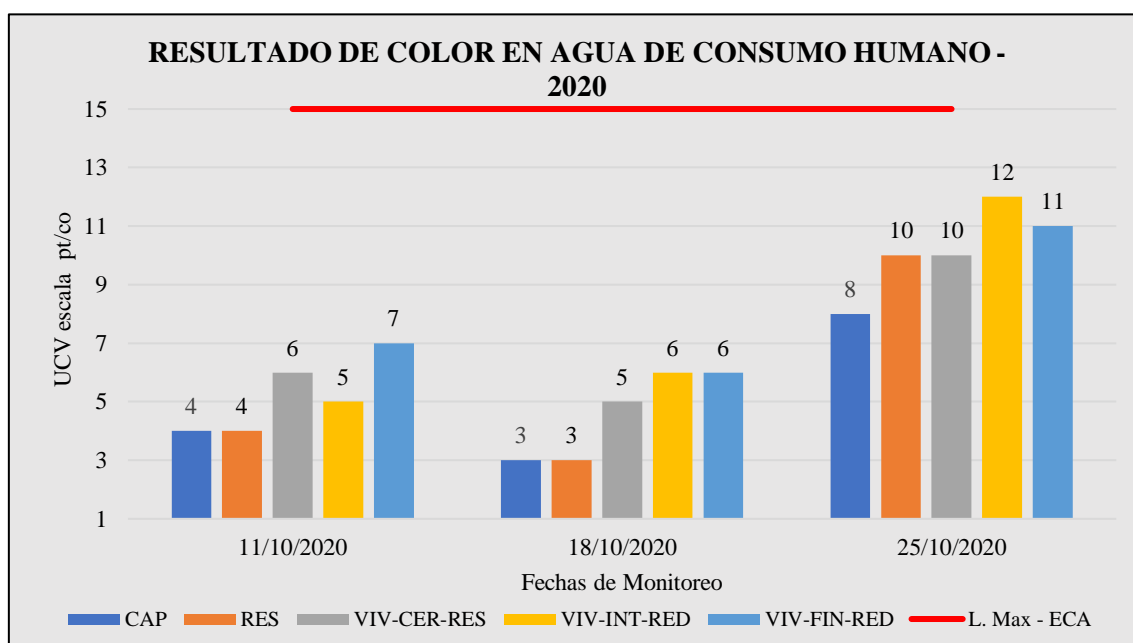


En este caso los índices de turbiedad cumplen con la legislación peruana D.S. N° 004-2017-MINAM (5 UNT) y D.S. N° 031-2010-SA (5 UNT); además de ello, la (OMS,2011) indica que en todas las coyunturas en el que se desinfecte el recurso hídrico la turbiedad debe ser menor a 5 UNT.

#### a.4. Color

**Figura 7**

*Medición de color en agua de consumo humano en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.*



Los resultados de color en los tres monitoreos, fueron menores a los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS) del D.S. N° 004-2017-MINAM y Límites Máximos Permisibles (LMP) del D.S. N°031-2010-SA, indicando que el parámetro (15 UCV escala pt/co) cumple con la normativa.

El color del agua, es primordialmente de carácter organoléptico (Cortana Ruffino, 2020).

OMS (2011), señala que no existe ninguna incidencia negativa en la salud de las personas e incluso gran parte de personas pueden percibir los niveles de color por

encima de los 15 UCV en un vaso de agua. Por ello los usuarios aceptan tolerables los valores de color por debajo de 15 UCV.

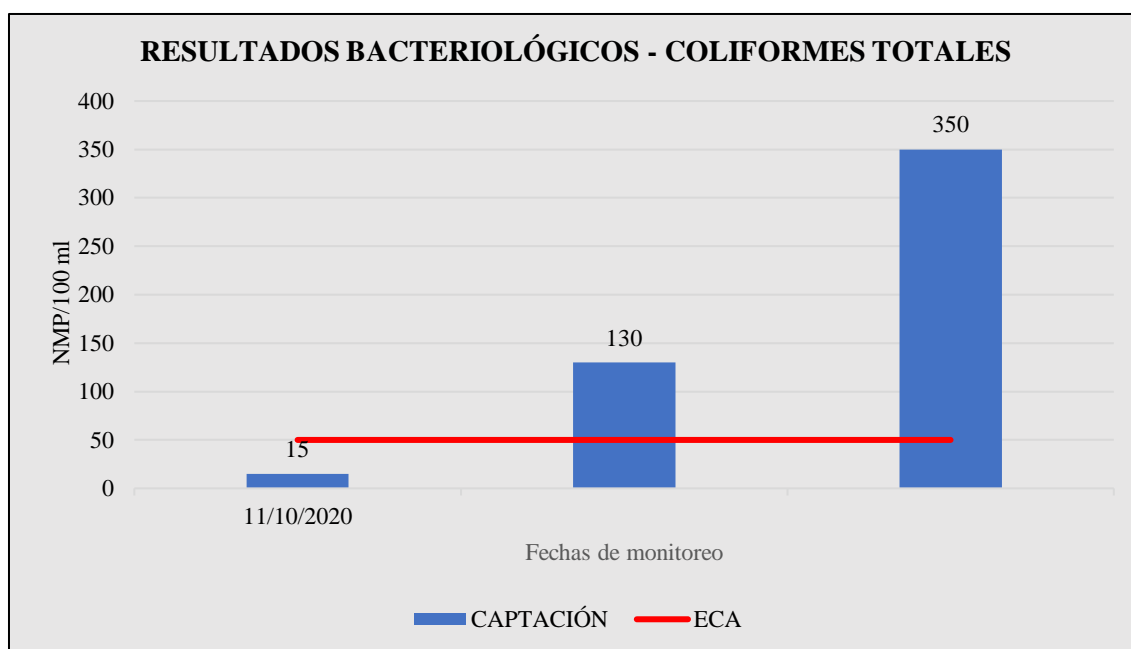
Por tanto, el color es adecuado para su distribución.

## B. Resultados de parámetros bacteriológicos

### b.1. Coliformes totales

#### Figura 8

*Resultados de los análisis de coliformes totales en la captación del sistema de abastecimiento de agua de Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.*

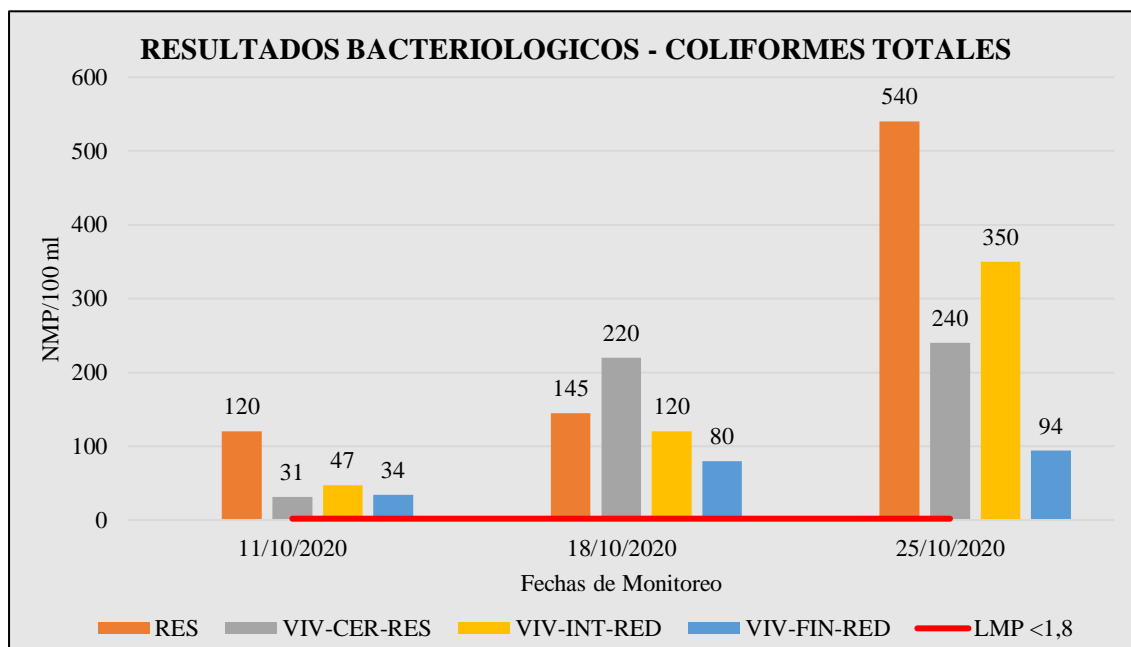


La densidad bacteriana de coliformes totales presentadas en la captación en el primer monitoreo cumple con el ECA, en cambio en los monitoreos posteriores, superan el ECA incumpliendo con la normativa D.S. N° 004-2017-MINAM, se aplica este decreto a aguas crudas, pues no ha recibido ningún tratamiento y no ha sido introducida a la red de distribución.

Por lo general los coliformes totales están presentes de manera natural en el ambiente; pero, no deben estar presentes en el agua, ya que su existencia señala un posible riesgo sanitario en su calidad (Guzmán et al., 2015).

**Figura 9**

*Resultados de los análisis de coliformes totales en el reservorio y red de distribución del sistema de abastecimiento de agua de Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.*



La densidad bacteriana de coliformes totales presentadas en el reservorio y redes de distribución, van desde 31 hasta 540 Número Más Probable/100 ml (NMP/100 ml), superando así el límite establecido en la normativa D.S. N° 031-2010-SA que es <1,8 NMP/100 ml, se aplica este decreto, ya que se utiliza en aguas tratadas.

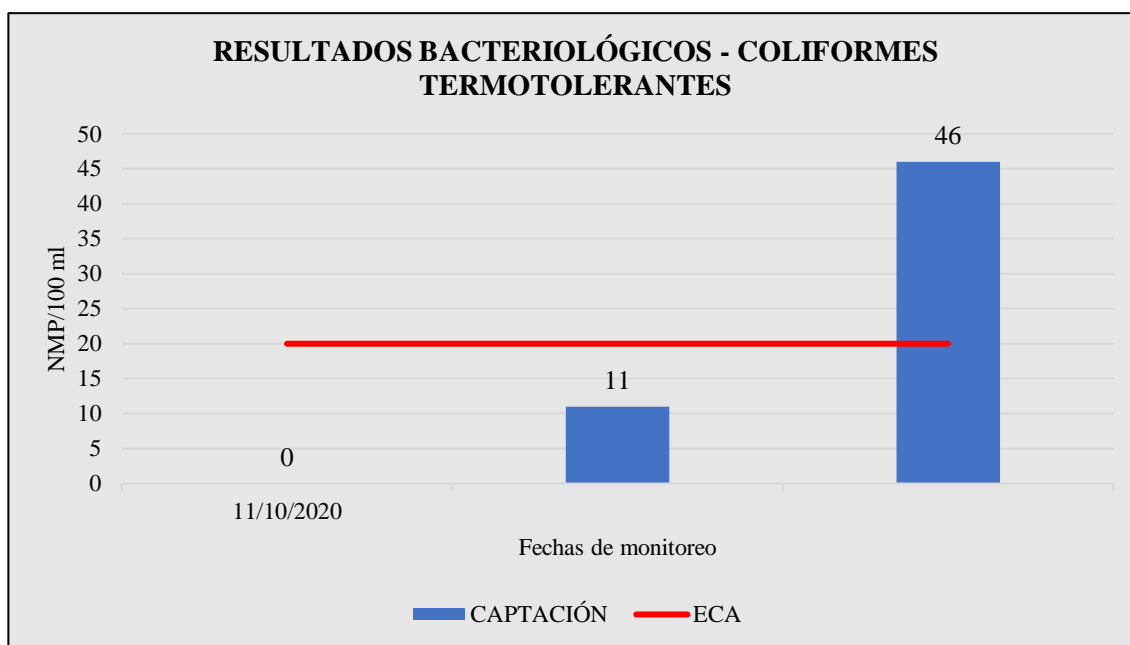
La incidencia de coliformes totales en el agua, a pesar de que no es un indicativo directo de contaminación por elementos patógenos, si es un indicio de contaminación provocada debido a falencias en los componentes del suministro de distribución (rupturas, fugas, discontinuidad en el suministro o generación de biopelículas, carencia de limpieza y desinfección en los elementos del suministro de distribución, entre otras), aunado a la presencia de un suelo arenoso, el cual facilita la filtración de los coliformes totales del suelo en las precipitaciones presentadas hacia los componentes de distribución (Guzmán et al., 2015).

Cortona Ruffino (2020), menciona que la limpieza y desinfección de estos componentes deben realizarse con una frecuencia semestral.

## b.2. Coliformes termotolerantes

**Figura 10**

*Resultados de los análisis de coliformes termotolerantes en la captación del sistema de abastecimiento de agua de Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.*



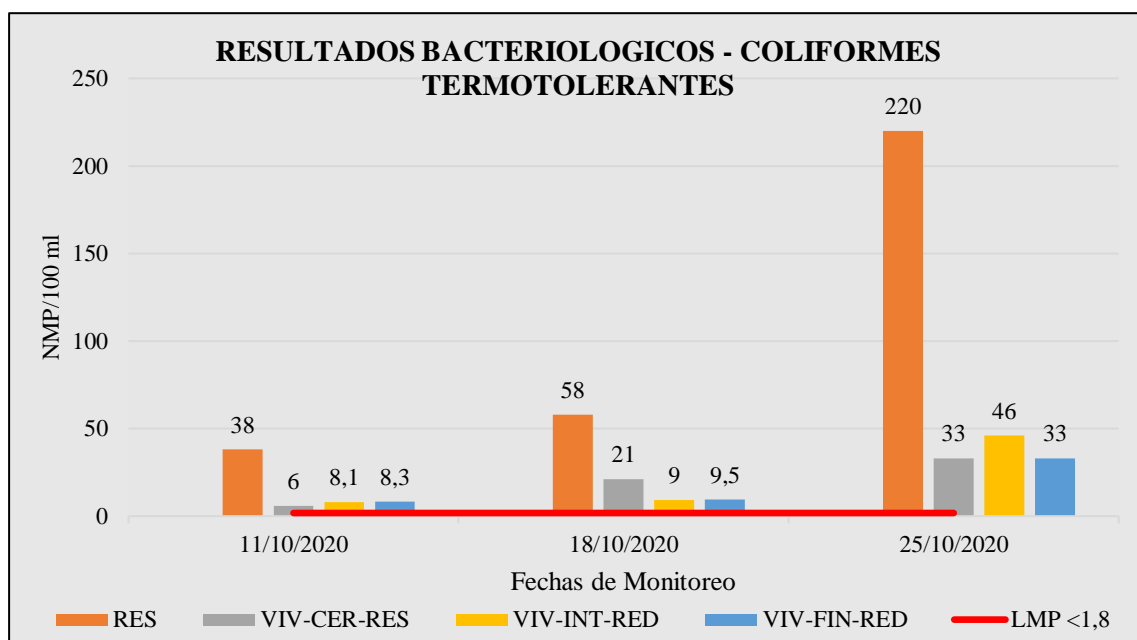
En la figura 10 se evidencia que, en los 2 primeros monitoreos, la presencia de coliformes termotolerantes cumplen con el ECA, sin embargo, en el tercer monitoreo supera el ECA incumpliendo con la normativa D.S. N° 004-2017-MINAM, resaltando que se aplica este decreto ya que es un agua cruda, pues no ha recibido ningún tratamiento y no ha sido introducida a la red de distribución.

Los coliformes termotolerantes evidencian contaminación fecal, siendo el microorganismo seleccionado por programaciones de vigilancia y control de la calidad del agua (OMS, 2011), ya que la contaminación fecal es el primordial peligro sanitario en el agua, generando riesgo de brotes de enfermedades hídricas (Ríos et al.,2017).

Por lo cual según Cortona Ruffino (2020), es esencial las actividades de limpieza y desinfección de la captación, para asegurar la ausencia de coliformes.

**Figura 11**

*Resultados de los análisis de coliformes termotolerantes en el reservorio y red de distribución del sistema de abastecimiento de agua en Cuchacmalca en los tres monitoreos del año 2020.*



En la figura 11 se evidencia que todas las muestras presentan coliformes termotolerantes, reportándose el máximo valor de 220 NMP/100 ml y mínimo de 6 NMP/100 ml en los puntos de reservorio y vivienda cercana al reservorio respectivamente, no cumpliendo así con el D.S. N° 031-2010-SA, el cual se utiliza para aguas tratadas.

El agua suministrada provenientes de pozos, riachuelos u otras fuentes de origen superficial, se encuentran expuestas a microorganismos de origen fecal. (Tarqui et al., 2016).

Es por ello, que, en la cámara de reunión de captación, la tubería que proviene de la quebrada de Sogos, es la principal fuente de contaminación.

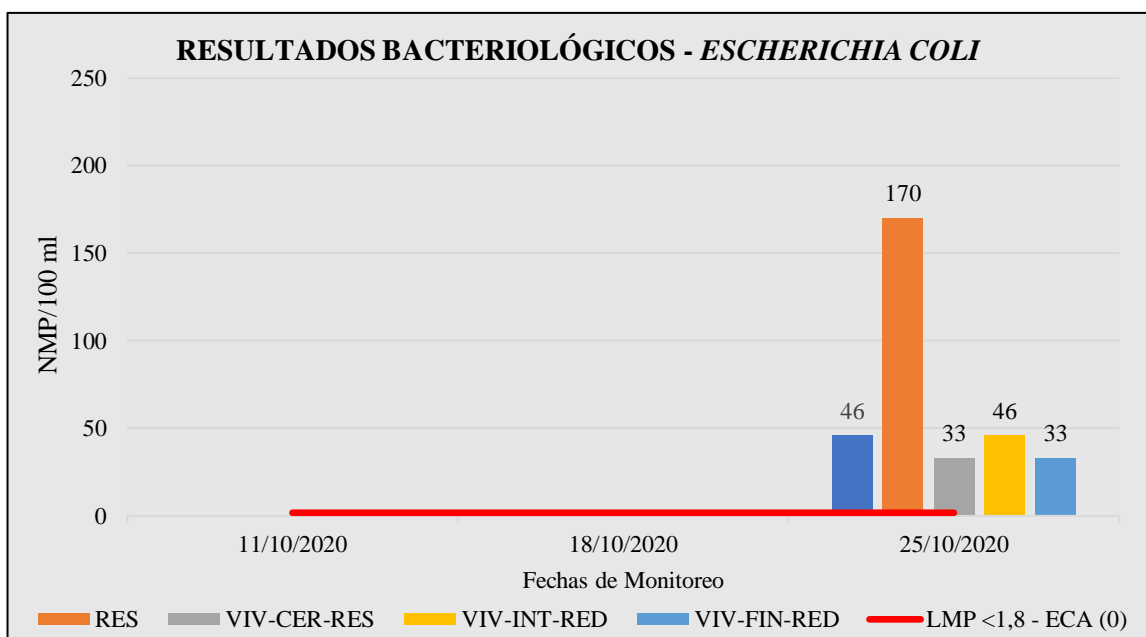
Además, la OMS (2011) menciona que las características del agua pueden cambiar rápidamente, por ejemplo, las precipitaciones elevan en gran medida los niveles de contaminación microbiana, lo cual concuerda los índices de aumento de contaminación fecal, ya que en el segundo (18 de octubre) y tercer (25 de octubre) monitoreo realizado, hubo presencia de precipitaciones de 1,9 mm/día siendo una precipitación débil y de 5,3 mm/día siendo una precipitación fuerte respectivamente (SENAMHI, 2020).

Por ello, se debe implementar la cloración, ya que, su propósito es erradicar los microorganismos patógenos (bacterias coliformes) en el agua convirtiéndola en un recurso hídrico inocuo (Conza y Páucar, 2013).

### b.3. *Escherichia coli*

**Figura 12**

*Resultados de los análisis de Escherichia coli en agua de consumo humano en Cuchacmalca en el tercer monitoreo del año 2020.*



En la figura 12, describe la existencia de *Escherichia coli* en todas las muestras analizadas en el tercer monitoreo, teniendo como valor mínimo 33 NMP/100 ml y valor máximo 170 NMP/100 ml.

Según D.S. N° 031-2010-SA, en su Art 63° Parámetros de control obligatorio, nos menciona que, si resulta positivo el ensayo de coliformes termotolerantes, es necesario ejecutar el test de *Escherichia coli* como medio confirmativo de contaminación fecal.

Mediante este artículo, se ejecutó el análisis de *Escherichia coli*, en el tercer monitoreo confirmando así la contaminación fecal presente en el sistema de abastecimiento.

Por lo cual, se debe implementar de manera inmediata la cloración del agua (Conza y Páucar, 2013).

## 4.2. Discusión de resultados

Según Santa Cruz y Terán (2016), en su investigación “Concentración microbiológica en el agua para consumo humano, de la comunidad campesina Yamichad del distrito y provincia de San Pablo 2015, así como la investigación “Calidad microbiológica del agua de consumo humano del sector fila Alta – Jaén, 2019 (Calle y Vargas, 2021); estudios realizados en la región Cajamarca, determinaron la existencia de coliformes totales y fecales, incumpliendo la normativa peruana.

En la presente investigación, los resultados obtenidos, nos indica la contaminación bacteriológica del agua de consumo humano de la comunidad de Cuchacmalca, ya que los valores de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* superan los límites permisibles (D.S. N° 031-2010-SA) y estándares de calidad (D.S. N° 004-2017-MINAM), siendo esto un riesgo para la salud pública debido a la presencia de estos microorganismos que generan enfermedades hídricas.

De lo indicado líneas arriba, se puede evidenciar coincidencias con las investigaciones mencionadas, en consecuencia, se recomienda realizar la desinfección del agua a través de la cloración.

Hay que tener en cuenta que, el incremento de las concentraciones de coliformes en el agua se debe a tres factores muy importantes, como son: hidrología, precipitación y edafología. Pues por la parte de hidrología, se presenta la existencia de una quebrada denominada “quebrada de Sogos”, la cual abastece a la cámara de reunión de la captación, abasteciéndola así al consumidor; en lo concerniente a la precipitación, se presentaron dos fechas de precipitaciones de 1,9 mm en el segundo monitoreo y 5,3 mm en el tercer monitoreo, afectando directamente al factor edafología, ya que, facilita la infiltración de coliformes en un suelo arenoso.



La presencia de coliformes se debe también a la ausencia de actividades de operación y mantenimiento en el sistema de abastecimiento de agua, pues, no existe un cronograma de tareas de la JASS, para que se puedan organizar con el propósito de realizar la limpieza externa e interna y desinfección de los elementos del sistema de abastecimiento: captación, reservorio y redes de distribución.

Asimismo, la inexistencia de un sistema de cloración a goteo, no permite la eliminación de estas bacterias coliformes, las cuales son las causales de las enfermedades hídricas, pues las definiciones operacionales del sector salud mencionan que, si los valores de cloro residual están comprendidos de 1,0 mg/ a 0,5 mg/l, ya no es necesario tomar la muestra bacteriológica para su análisis, pues, esta es un agua segura para el consumo humano.

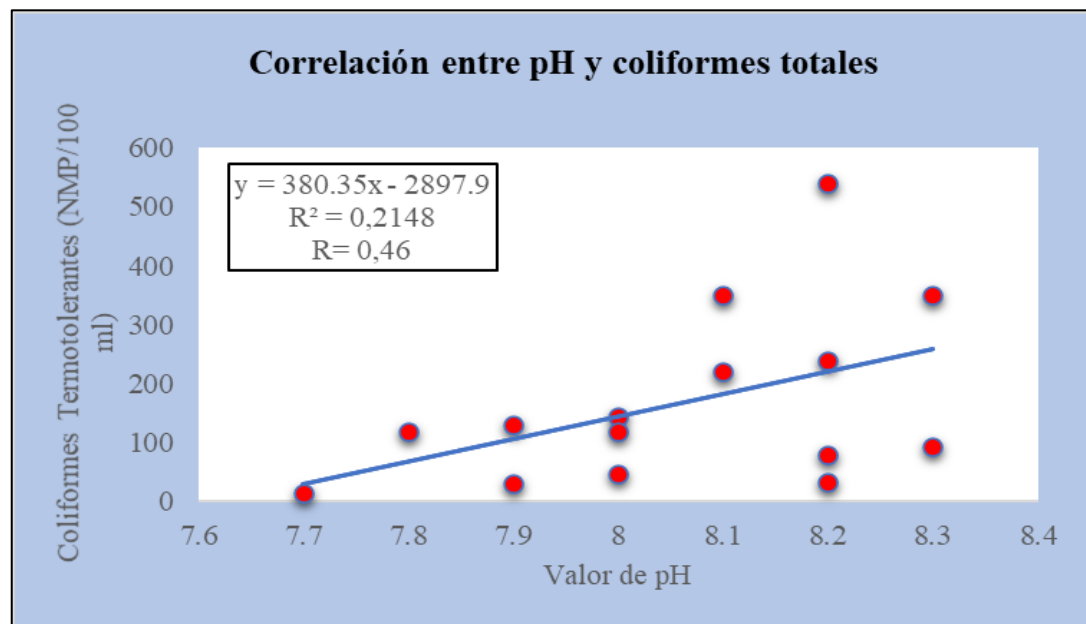
A pesar de estas deficiencias encontradas, la población de la comunidad de Cuchacmalca, sigue consumiendo el agua sin previo tratamiento alguno, ya sea, hervir el agua o realizar la desinfección intradomiciliaria con gotitas de lejía, generando esto un potencial riesgo en la salud pública.

## C. Análisis de Correlación

### c.1. Diagramas de correlación de parámetros de control obligatorio – parámetros bacteriológicos

**Figura 13**

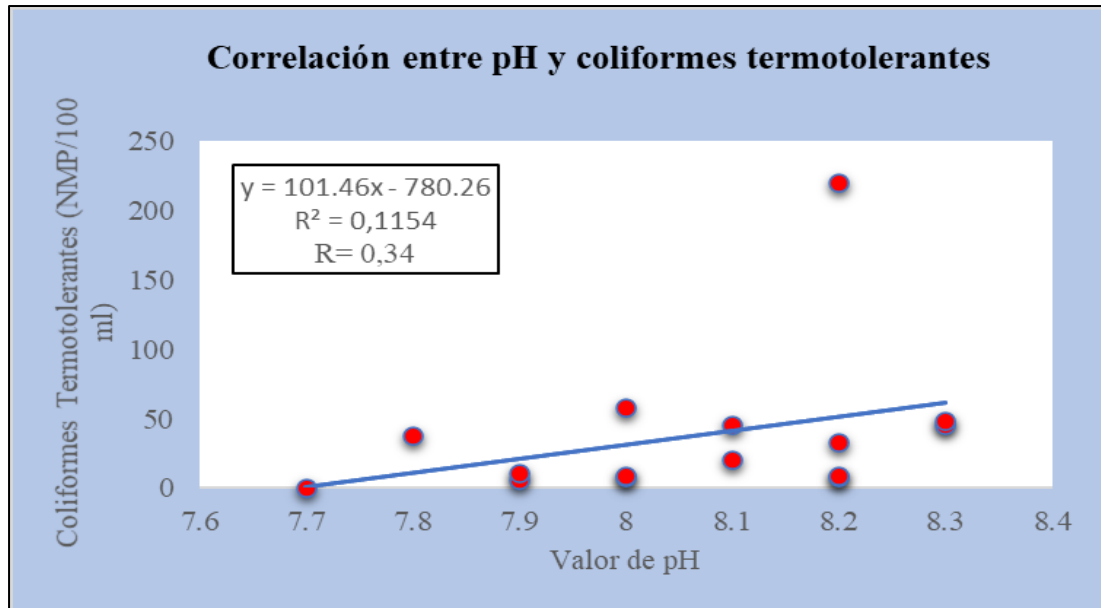
*Resultados de los análisis de agua para consumo humano de pH Vs presencia de coliformes totales, 2020.*



Martínez et al., (2009), en su criterio de fuerza de correlación (a mayor correlación, los puntos más se concentran o están más cerca de la línea de tendencia); por lo cual de la figura 13 se puede inferir que existe una baja correlación, ya que los puntos están muy dispersos, pues Romero rojas (2009), menciona que las bacterias coliformes totales prefieren vivir en el agua en un intervalo de pH de 6 – 8, sin embargo en la figura se observa valores por encima de 8, lo que significa que el pH modifica los valores de las bacterias, las cuales podrían morir o dejar de reproducirse.

### Figura 14

Resultados de los análisis de agua para consumo humano de pH Vs presencia de coliformes termotolerantes, 2020.

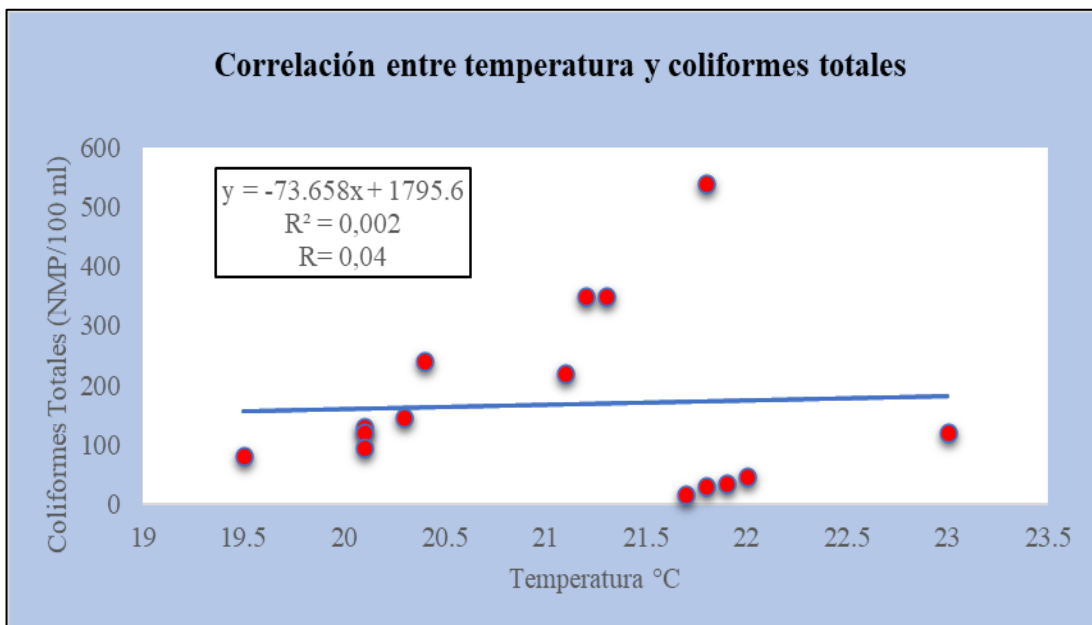


Utilizando el criterio de fuerza de correlación de Martínez et al., (2009), se observa una alta correlación; por lo que, el pH favorece de una manera idónea en el aumento de los valores de coliformes termotolerantes.

Coincidiendo con (Ríos et al., 2017). en donde refiere que el aumento de coliformes termotolerantes en el recurso hídrico, se da por las condiciones idóneas del pH.

### Figura 15

*Resultados de los análisis de agua para consumo humano de temperatura Vs presencia de coliformes totales, 2020.*

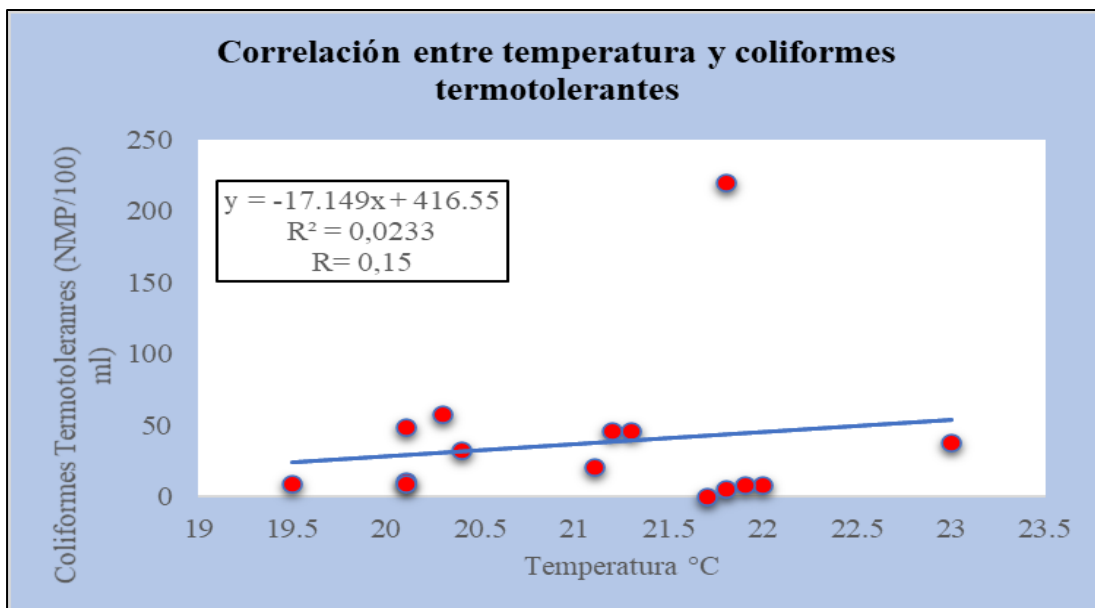


Martínez et al., (2009), en su criterio de fuerza de correlación (a mayor correlación, los puntos más se concentran o están más cerca de la línea de tendencia), en la figura los puntos se hallan separados; indicando una baja correlación; es decir, la temperatura influye de una manera débil, en la presencia de coliformes totales.

(Robert Pulles, 2014). menciona que la temperatura mientras sea más elevada puede originar proliferación de microorganismos, asimismo influye retrasando o acelerando la acción biológica, en este caso, los coliformes totales presentan retraso en su actividad biológica.

## Figura 16

*Resultados de los análisis de agua para consumo humano de temperatura Vs presencia de coliformes termotolerantes, 2020.*

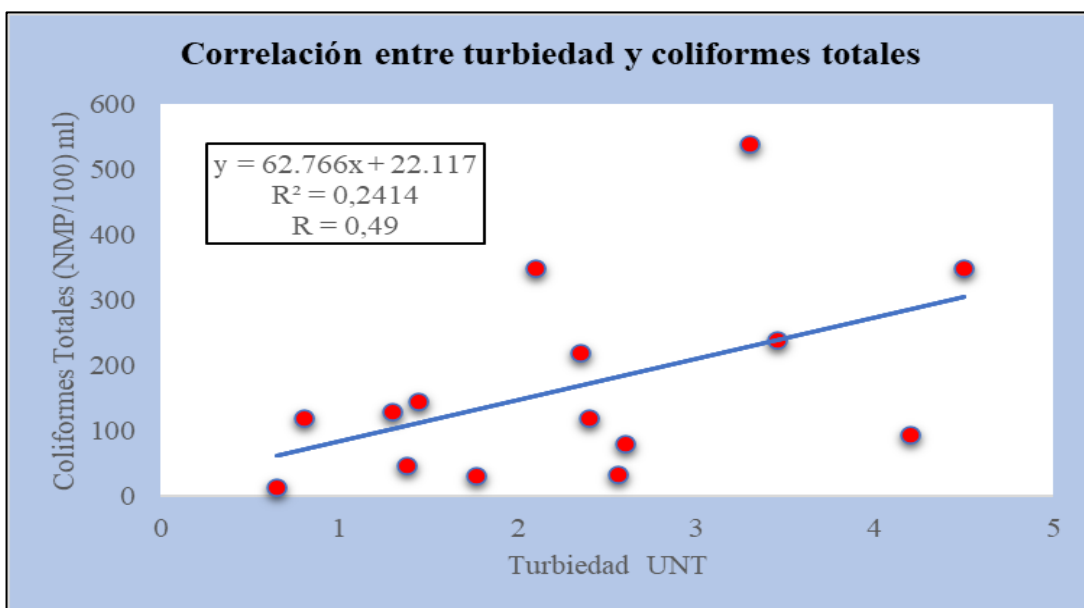


Se observa una alta correlación, debido a que los puntos se encuentran cercanos (Martínez et al., 2009), por lo que, la temperatura influye de una manera directa, en la existencia de coliformes termotolerantes.

Por lo que, los coliformes termotolerantes debido a la facultad de tolerar altas temperaturas, pues, su densidad poblacional no se verá afectada a temperaturas elevadas (Ríos et al., 2017).

### Figura 17

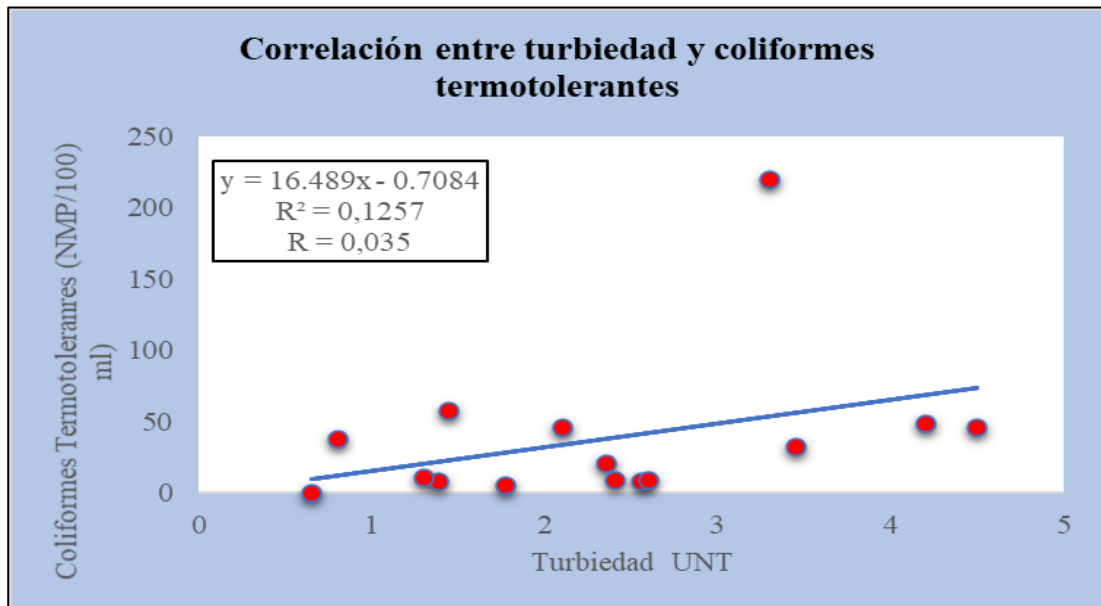
Resultados de los análisis de agua para consumo humano de turbiedad Vs presencia de coliformes totales, 2020.



Martínez et al., (2009), en su criterio de fuerza de correlación (a mayor correlación, los puntos más se concentran o están más cerca de la línea de tendencia); de lo cual se deduce de la figura 17 que existe una baja correlación, ya que los puntos están muy dispersos, lo que significa que la turbiedad tiene una baja incidencia en la existencia de coliformes totales en el recurso hídrico, puesto que, los coliformes totales se hallan en el medio ambiente, y no encontrándose exclusivamente en el recurso hídrico (Guzmán et al., 2015).

### Figura 18

Resultados de los análisis de agua para consumo humano de turbiedad Vs presencia de coliformes termotolerantes, 2020.

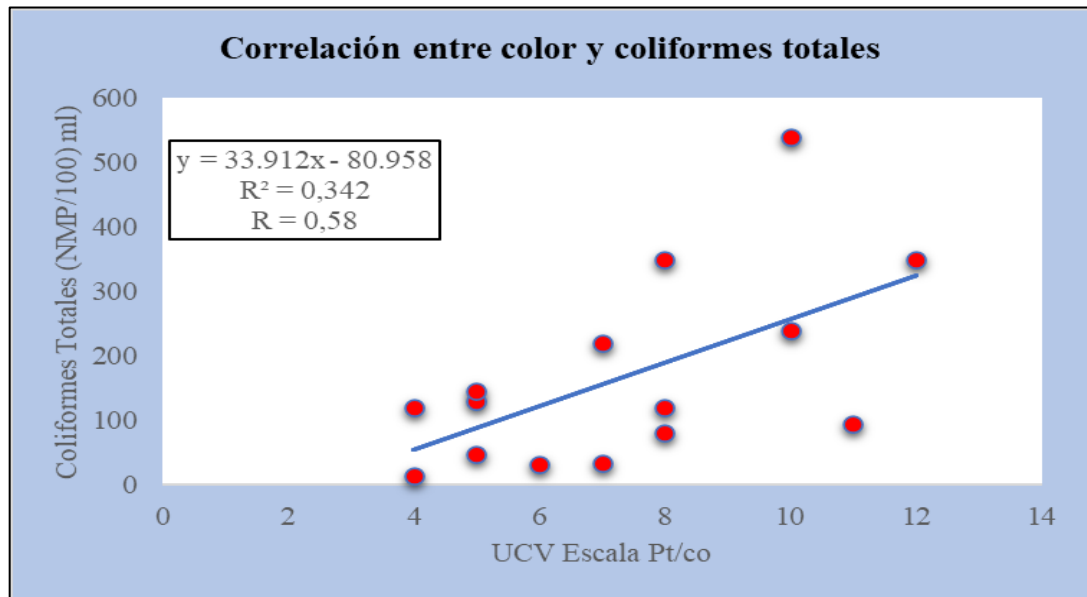


Existe correlación alta, debido a que los puntos se encuentran próximos a la línea de tendencia (Martínez et al., 2009), por lo tanto, la turbiedad incide directamente, en la presencia de coliformes termotolerantes.

De acuerdo a la (OMS,2011) los altos índices de turbidez resguardan a los microorganismos de la efectividad de la desinfección y promueven su propagación bacteriana (OMS, 2011).

### Figura 19

Resultados de los análisis de agua para consumo humano de color Vs presencia de coliformes totales, 2020.

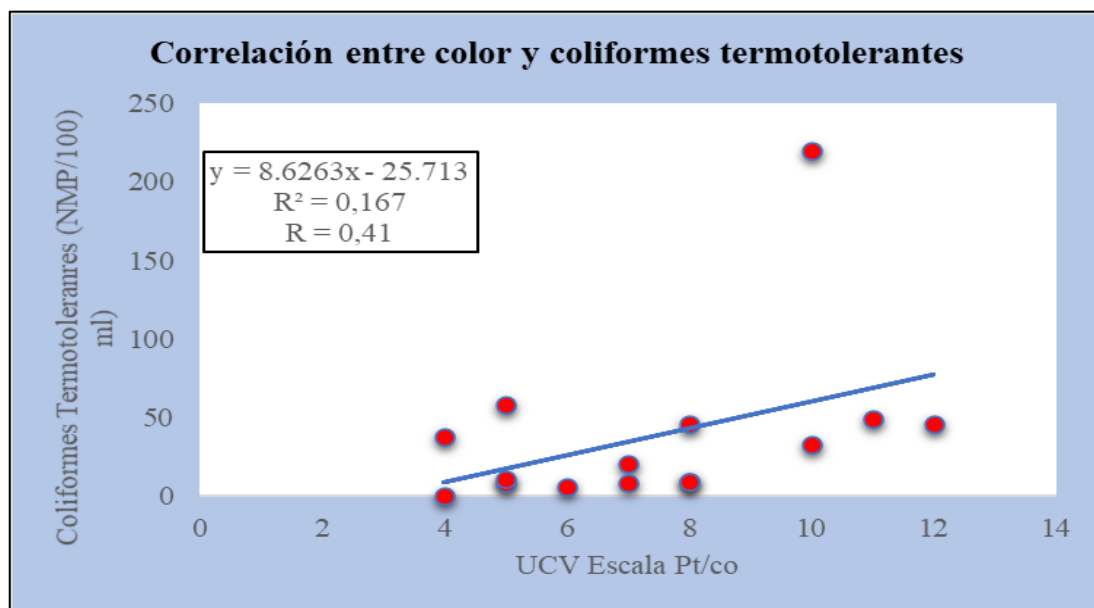


Martínez et al., (2009), en su criterio de fuerza de correlación (a mayor correlación, los puntos más se concentran o están más cerca de la línea de tendencia); en la figura 19 se observa una correlación baja, ya que los puntos están dispersos, pues el color tiene una influencia baja en la existencia de coliformes totales en el agua, dado que, el color del agua, tiene un carácter organoléptico (Cortana Ruffino, 2020).



## Figura 20

Resultados de los análisis de agua para consumo humano de color Vs presencia de coliformes termotolerantes, 2020.



Existe correlación alta, puesto que los puntos se hallan próximos a la línea de tendencia (Martínez et al., 2009), por lo tanto, el color incide en la presencia de coliformes termotolerantes, dado que, el color está vinculada directamente con la turbiedad (siendo esta un propagador de coliformes termotolerantes) (Robert Pulles, 2014).

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusión**

- ✓ El agua de consumo humano de la comunidad de Cuchacmalca, no es apta bacteriológicamente, ya que, las concentraciones de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en el sistema de abastecimiento de agua de la comunidad de Cuchacmalca exceden los ECAs y LMP de la legislación peruana.

## **5.2. Recomendaciones**

### **A la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS):**

- ✓ Eliminar el ingreso del agua proveniente de la quebrada de Sogos, ya que el agua superficial es susceptible a la contaminación, influyendo esto en las elevadas concentraciones de bacterias coliformes.
- ✓ Diseñar una correcta operación y mantenimiento del sistema de suministro de agua; mediante una correcta limpieza y desinfección en los diferentes elementos del sistema (captación, reservorio y redes de distribución).

### **A la JASS y Municipalidad distrital de Cochabamba:**

- ✓ Instalar un sistema de cloración a goteo, que permita la destrucción de microorganismos patógenos (capaces de producir enfermedades), garantizando así la inocuidad del agua.

### **Al sector Salud y Municipalidad distrital de Cochabamba**

- ✓ Ejecutar programas de vigilancia y control de calidad del agua para consumo humano, a través del Centro de Salud de Cochabamba y Área Técnica Municipal.
- ✓ Sensibilizar a la población en educación sanitaria, potenciando así, el consumo de agua hervida y el uso de hipoclorito de sodio (lejía) como desinfección intradomiciliaria del agua.

### **Al sector Salud, Municipalidad distrital de Cochabamba, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento (DRVCS) sede Cajamarca y Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento sede Cajamarca (SUNASS)**

- ✓ Capacitar a la JASS, en el suministro de agua inocua de forma operativa y administrativa garantizando la sostenibilidad del servicio.

## CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acqua Tecnología. (s.f.). *Cloro residual*. [http://acqua.com.pe/wp-content/uploads/Cloro\\_residual\\_Acqua\\_Tecnologia.pdf](http://acqua.com.pe/wp-content/uploads/Cloro_residual_Acqua_Tecnologia.pdf)

Ambientalys. (s.f.). Análisis de parámetros en aguas de consumo: el pH. <https://www.ambientalys.com/analisis-aguas-consumo-ph>

Autoridad Nacional del Agua (2020). Glosario de términos de la ley N° 29338 Ley de recursos hídricos y de su reglamento. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-documento-denominado-glosario-terminos-ley-ndeg-29338-ley>

Araujo-Cahuana, R., y Benito-Crisostomo, H. (2017). *Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el Sector Sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica – 2017*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Huancavelica]. Archivo digital. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1383>

Arias - Ayala, J. (2018). *Caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, Distrito de Chontabamba, Provincia de Oxapampa – 2018*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Alcides Carrión]. Archivo digital. [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/414/1/T026\\_70261078\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/414/1/T026_70261078_T.pdf)

Baeza-Gómez, E. (2016). *Calidad del Agua*. Biblioteca del congreso nacional de Chile/BCN.

Cabezas-Sánchez, C. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*, 35(2), 309-316. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761>

Calle-Iparraguirre, N., y Vargas-Saldaña, M. (2021). *Calidad microbiológica del agua de consumo humano del Sector Fila Alta-Jaén, 2019*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Jaén]. Archivo digital. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/163>

Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., Palao, M., Serrano, B. y Velásquez, O. (2009). Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos. *Facultad de Química, UNAM, México*.

Chávez-Ríos, D., y Torres-Mozombite, V. (2019). *Evaluación de la calidad bacteriológica del agua de consumo humano de pozos artesianos y pozos rústicos en la comunidad de Santo Tomas, Iquitos-Perú*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Archivo digital. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/6827>

Comisión Nacional del agua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Diseño de planta potabilizadoras tipo de tecnología simplificada*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/11DisenoDePlantasPotabilizadorasTipoDeTecnologiaSimplificada.pdf>

Controlaría general de la Republica. (2015). *Inversión y gestión de los servicios de saneamiento*. (Reporte N°03-2015-CG/EST).

[http://doc.contraloria.gob.pe/estudiosespeciales/reportes/2015/Reporte\\_N03-2015-CG\\_EST.pdf](http://doc.contraloria.gob.pe/estudiosespeciales/reportes/2015/Reporte_N03-2015-CG_EST.pdf)

Conza-Salas, A., Páucar-Olortegui, J. (2013). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales*. Aguallimpia & Fondo Multilateral de Inversiones. Primera Edición.

Cooperación Alemana. (2017). *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. Programa Buena Gobernanza y Programa PROAGUA.

Cortona-Ruffino, F. (2020). *Estudio de correlación entre parámetros biológicos y microbiológicos con parámetros fisicoquímicos en agua para consumo humano*. [Tesis de Titulación, Universidad Católica de Córdoba]. Archivo digital. [http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2919/1/TE\\_CortonaRuffino.pdf](http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2919/1/TE_CortonaRuffino.pdf)

Cutimbo-Ticona, C. (2012). *Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de la Yarada y Los Palos del distrito de Tacna*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Archivo digital. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1929>

Decreto Supremo 004 de 2017. (2017, junio). Consejo de ministros. Estándares de calidad ambiental para agua. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Decreto Supremo 031 de 2010. (2010, 26 de setiembre). Consejo de ministros. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf).

García, L. y Lannacone, J. (2014). Pseudomonas aeruginosa un indicador complementario de la calidad de agua potable: Análisis bibliográfico a nivel de Sudamérica *The biologist*, 12(1), 133-152.

Gómez-Gutiérrez, A., Josepa, M., Corbella, I., García, S., Navarro, S. y Llebaria, X. La calidad sanitaria del agua de consumo. *Gac Sanit.* 30(1), 63-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.04.012>

Gruber-Urquiola, R., y Mata-Bruzco, J. (2010). *Bacteriología del agua de consumo de los servicios sala de parto, cirugía y emergencia de adultos, hospital “Dr. Raul Leoni”.* San Felix – Estado Bolívar. [Tesis de Titulación, Universidad de Oriente Núcleo de Bolívar]. Archivo digital. <http://docplayer.es/8661661-Bacteriologia-del-agua-de-consumo-de-los-servicios-sala-de-parto-cirugia-y-emergencia-de-adultos-hospital-dr-raul-leoni-san-felix-estado-bolivar.html>

Guzmán, B., Nava, G. y Dias, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia. *Revista Biomédica* 2015;35(Supl.2):177-90. doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>

Hernández-Castillo, J. (2012). *Evaluación de la calidad bacteriológica de agua de pozos para consumo humano del casco urbano del departamento de Chiquimula*. [Tesis de Titulación, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QB1036.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Norma Técnica Ecuatoriana: Agua potable. Requisitos (Quinta revisión)*. <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>

Lozano-Rivas, W. A. y Lozano-Bravo, G. (2015). *Potabilización del agua: Principios de diseño, control de procesos y laboratorio*. Universidad Piloto de Colombia.

Larrea-Murrell, J., J., Rojas-Badía, M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N y Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de aguas. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 44(3), 34-34.

Manual de AO&M. (2011). *Manual de administración, operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento*. <https://www.sdgfund.org/es/publication/manual-de-administraci%C3%B3n-operaci%C3%B3n-y-mantenimiento-de-sistemas-de-agua-potable-y>



Martínez-Ortega, R., Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A. y Canovas, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de ciencias médicas*, 8(2).

Ministerio del Ambiente (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*.  
<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>

Ministerio de salud. (2019). *Casos notificados de enfermedades diarreicas*.  
<https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/cdistritos/2019/16/EDAS.pdf>

Navarro del Águila, J. (2014). *Evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozo en la comunidad de Manacamiri de la región Loreto*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana].  
<http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3399>

Organización Mundial de Salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. (Cuarta edición).  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Organización Panamericana de Salud. (2007). *¿Cómo reducir el impacto de los desastres en los sistemas de agua y saneamiento rural?*  
<http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/ImpactoDesastresAguaRural/ImpactoDesastresAguaRural.pdf>

Palacios-Pillajo, R., y Velastegui-Quinteros, L. (2020). *Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la comunidad San Rafael, provincia de Pichincha*. [Tesis de Titulación, Escuela Politécnica Nacional]. Archivo digital. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21047>

Pérez-López, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en mancha*, 8(1), 335-342. DOI: [10.18845/tm.v29i3.2884](https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884)

Resolución Directoral 160 de 2015. (2015, 24 de setiembre). Dirección General de Salud Ambiental. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD\\_160\\_2015\\_DIGESA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf)

Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cavavid, R y Gutiérrez-Builes, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev.Fac.Nac. Salud Pública*. 35(2), 236-247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Robert-Pulles, M. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 45(1), 25-36.

Rodríguez -Marcos, G. (2013). *Propuesta de plan director de agua potable para las localidades de Unquillo y Mendiolaza*. Universidad Nacional de Cordoba – Facultad de ciencias exactas, físicas y naturales.

- Rojas, F., Peñaherrera, F., Orellana, C., Castañeda, H., Armijos, L., Burbano, L., Morales, A., Rodrigues, P., Real, C., Rispo, A., Valverde, O., Alonso, A y Bianchi, F. (2019). *Estrategia del agua 2019-2022*. Corporación Andina de Fomento. <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1455/Estrategia%20de%20agua.pdf>
- Romero- Rojas, J. (2009). *Calidad del agua*. Tercera Edición. Escuela colombiana de ingeniería.
- Saldaña-Vásquez, E. (2017). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca-2017*. [Tesis de titulación, Universidad Privada del Norte]. Archivo digital. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14209>
- SENHAMI. (20220). Estación Chota CO-Meteorológica, código:106034. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Santacruz-Revilla, S., y Terán-Rojas, J. (2016). *Concentración microbiológica en el agua para consumo humano, de la comunidad campesina Yaminchad del distrito y provincia de San Pablo 2015*. [Tesis de Titulación, Universidad Cesar Vallejo]. Archivo digital. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10894>
- Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. (Primera edición). Ediciones Universidad de Medellín.

Tarqui-Mamani, C., Álvarez, D., Gómez, G., Valenzuela, R., Fernández, I. y Espinoza, P. (2016). Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Rev. Salud pública*, 18(6), 904-912. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n6.55008>

Vildoza, L., Peredo, Y. y Vargas, F. (2020). Diagnóstico preliminar de la calidad bacteriológica del agua de consumo humano y evaluación de prioridad de medidas correctivas en el municipio de Poopó. *Acta Anova*, 9(1), 483-503.

Weather Spark. (17 de marzo de 2011). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Cochabamba*. <https://es.weatherspark.com/y/19975/Clima-promedio-en-Cochabamba-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### 7.1. Panel fotográfico

**Figura 21**

*Toma de muestra en captación.*



**Figura 22**

*Toma de muestra en el reservorio.*



**Figura 23**

*Toma de muestra en vivienda.*



**Figura 24**

*Monitoreo de parámetros de control obligatorio.*



**Figura 25**

*Monitoreo de cloro residual.*



**Figura 26**

*Participación de los representantes de la JASS.*



**Figura 27**

*Resultados del laboratorio correspondiente al primer muestreo.*

	<b>LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA</b> GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084		
<b>IE1020480</b>			
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>			
Razon Social/Nombre	<b>JESÚS CLOSER TORRES DÍAZ</b>		
Dirección	<b>Inca Garcilazo de La Vega 638</b>		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	<a href="mailto:closerfor.amb@gmail.com">closerfor.amb@gmail.com</a>
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Fecha del Muestreo	<b>11.10.20</b>	Hora de Muestreo	<b>15:57 a 17:52</b>
Responsable de la toma de muestra	<b>Cliente</b>	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	<b>Puntual</b>		
Número de puntos de muestreo	<b>05</b>		
Ensayos solicitados	<b>Microbiológicos</b>		
Breve descripción del estado de la muestra	<b>Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación</b>		
Referencia de la Muestra:	<b>CUCHACMALCA</b>		
<b>DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO</b>			
N° Contrato	<b>SC - 754</b>	Cadena de Custodia	<b>CC - 480 - 20</b>
Fecha y Hora de Recepción	<b>12.10.20</b>	<b>14:04</b>	Inicio de Ensayo <b>12.10.20</b> <b>14:20</b>
Reporte Resultado	<b>21.10.20</b>	<b>11:00</b>	
			
Edder Neyra Jaico Responsable de Laboratorio CIP: 147028			
<b>Cajamarca, 26 de Octubre de 2020.</b>			
<small>JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.</small>			



**IE1020480**

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Código de la Muestra	Captación Cuchacmalca	Reservorio	Vivienda cercana al Reservorio	Vivienda intermedia de la red de distribución	Vivienda final de la red de distribución	-		
Código Laboratorio	1020480-01	1020480-02	1020480-03	1020480-04	1020480-05	-		
Matriz	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-		
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-		
Localización de la Muestra	Comunidad Cuchacmalca	Comunidad Cuchacmalca	Comunidad Cuchacmalca	Comunidad Cuchacmalca	Comunidad Cuchacmalca	-		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	15	120	31	47	34	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	<1.8	38	6.0	8.1	8.3	-

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

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

**NOTAS FINALES**

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(\*\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.



Firmado digitalmente por COLINA  
YENEGAS Juan Jose FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 26.10.2020 12:32:30 -05:00

"Fin del documento"



Firmado digitalmente por ZULUETA  
SANTA CRUZ Enver FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 26.10.2020 12:15:55 -05:00

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

**Cajamarca, 26 de Octubre de 2020.**

**Figura 28**

*Resultados de laboratorio correspondiente al segundo muestreo.*

	<b>LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA</b> GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084				
<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>		<b>IE1020510</b>			
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>					
Razon Social/Nombre	<b>JESÚS CLOSER TORRES DÍAZ</b>				
Dirección	<b>Inca Garcilazo de La Vega 638</b>				
Persona de contacto	-	Correo electrónico	<a href="mailto:closverfor.amb@gmail.com">closverfor.amb@gmail.com</a>		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Fecha del Muestreo	<b>18.10.20</b>	Hora de Muestreo	<b>15:45 a 17:05</b>		
Responsable de la toma de muestra	<b>Cliente</b>	Plan de muestreo N°	-		
Procedimiento de Muestreo	-				
Tipo de Muestreo	<b>Puntual</b>				
Número de puntos de muestreo	<b>05</b>				
Ensayos solicitados	<b>Microbiológicos</b>				
Breve descripción del estado de la muestra	<b>Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación</b>				
Referencia de la Muestra:	<b>CUCHACMALCA</b>				
<b>DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO</b>					
N° Contrato	<b>SC - 754</b>	Cadena de Custodia	<b>CC - 510 - 20</b>		
Fecha y Hora de Recepción	<b>19.10.20</b>	<b>13:30</b>	Inicio de Ensayo	<b>19.10.20</b>	<b>14:00</b>
Reporte Resultado	<b>28.10.20</b>	<b>11:30</b>			
					
Firmado digitalmente por NEYRA JAICO Edder Miguel FAU 20453741168 sofi Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 29.10.2020 18:42:07 -05:00					
Edder Neyra Jaico Responsable de Laboratorio CIP: 147028					
<b>Cajamarca, 29 de Octubre de 2020.</b>					
<small>JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO: 599000 anexo 1140.</small>					

**INFORME DE ENSAYO N° IE1020510**

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Código de la Muestra	Captación Cuchacmalca	Reservorio	Vivienda cercana al Reservorio	Vivienda intermedia de la red de distribución	Vivienda final de la red de distribución	-		
Código Laboratorio	1020510-01	1020510-02	1020510-03	1020510-04	1020510-05	-		
Matriz	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-		
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-		
Localización de la Muestra	Cuchacmalca	Cuchacmalca	Cuchacmalca	Cuchacmalca	Cuchacmalca	-		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	130	145	220	120	80	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	11	58	21	9.3	9.5	-

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

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

**NOTAS FINALES**

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

FIRMA DIGITAL



Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS Juan Jose FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 29.10.2020 15:11:18 -05:00

"Fin del documento"

FIRMA DIGITAL



Firmado digitalmente por ZULUETA SANTA CRUZ Envor FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 29.10.2020 15:00:41 -05:00

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

**Cajamarca, 29 de Octubre de 2020.**

**Figura 29**

*Resultados de laboratorio correspondiente al tercer muestreo.*

	<b>LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA</b> GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084				
<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>		<b>IE 1020536</b>			
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>					
Razon Social/Nombre	<b>Jesús Closver Torres Díaz</b>				
Dirección	<b>Inca Garcilazo de La Vega 638</b>				
Persona de contacto	-	Correo electrónico	<a href="mailto:closverfor.amb@gmail.com">closverfor.amb@gmail.com</a>		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Fecha del Muestreo	<b>25.10.20</b>	Hora de Muestreo	<b>16:32 a 18:05</b>		
Responsable de la toma de muestra	<b>Cliente</b>	Plan de muestreo N°	-		
Procedimiento de Muestreo	-				
Tipo de Muestreo	<b>Puntual</b>				
Número de puntos de muestreo	<b>5</b>				
Ensayos solicitados	<b>Microbiológicos</b>				
Breve descripción del estado de la muestra	<b>Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación</b>				
Referencia de la Muestra:	<b>Cuchacmalca</b>				
<b>DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO</b>					
N° Contrato	<b>SC-754/SC-832</b>	Cadena de Custodia	<b>CC - - 20</b>		
Fecha y Hora de Recepción	<b>26.10.20</b>	13:35	Inicio de Ensayo	<b>26.10.20</b>	<b>14:00</b>
Reporte Resultado	<b>04.11.20</b>	<b>13:35</b>			
			Firmado digitalmente por NEYRA JAICO Edder Miguel FAU 204537414188 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 04.11.2020 17:56:13 -05:00		
Edder Neyra Jaico Responsable de Laboratorio CIP: 147028					
<b>Cajamarca, 04 de noviembre de 2020</b>					
<small>JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ e-mail: laboratorio del agua@regioncajamarca.gob.pe / laboratorio del agua@hotmail.com FON0: 599000 anexo 1140.</small>					
<small>Página: 1 de 2</small>					

**INFORME DE ENSAYO N° IE 1020536**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	Captación Cuchacmalca	Reservorio	Vivienda cercana al reservorio	Vivienda intermedia de la red de distribución	Vivienda final de la red de distribución	-		
Código Laboratorio	1020536-01	1020536-02	1020536-03	1020536-04	1020536-05	-		
Matriz	Natural	Natural	Natural	Natural	Natural	-		
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-		
Localización de la Muestra	Comunidad Cuchacmalca	Comunidad Cuchacmalca	Comunidad Cuchacmalca	Comunidad Cuchacmalca	Comunidad Cuchacmalca	-		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	350	540	240	350	94	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	46	220	33	46	49	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	46	170	33	46	33	-

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

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G2. 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.

**NOTAS FINALES**

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



Firmado digitalmente por ZULUETA  
SANTA CRUZ Enver FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 04.11.2020 16:27:30 -05:00



Firmado digitalmente por COLINA  
VENEGAS Juan Jose FAU  
20453744168 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 04.11.2020 16:57:37 -05:00

"Fin del documento"

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

**Cajamarca, 04 de noviembre de 2020**