

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE
EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CASERÍO
LA LIMA, DISTRITO CHIRINOS 2022**

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

Autores: Bach. Doris Claret Jiménez Racho

Bach. Sara del Rosario Rincón Ruiz

Asesores:

Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez

M.Sc. Elser Burga Mendoza

Línea de investigación: Innovación tecnológica para el desempeño y competitividad
para la calidad ambiental

JAÉN – PERÚ, OCTUBRE DEL 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CASERÍO LA LIMA, DISTR

AUTOR

Doris Claret Jiménez Racho & Sara del Rosario Rincón Ruiz

RECUENTO DE PALABRAS

8083 Words

RECUENTO DE CARACTERES

45972 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

41 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.0MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 2, 2024 5:21 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 2, 2024 5:23 PM GMT-5

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el 13 setiembre 2024, siendo las 10 horas, se reunieron los integrantes del Jurado Evaluador designados con Resolución N° 538-2024-UNJ/FI.

Presidente, Dr. Luis Arturo Gil Ramírez

Secretario, Mg. María Marleni Torres Cruz

Vocal, Dr. Segundo Sánchez Tello

para evaluar la sustentación del Informe Final de Tesis titulado: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CASERÍO LA LIMA, DISTRITO CHIRINOS 2022", cuyos autores son Doris Claret Jimenez Racho y Sara del Rosario Rincón Ruiz, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, teniendo como asesor Dr. Freddy Roland Rodríguez Ordoñez y Co-Asesor Ing. Elser Burga Mendoza;

Después de la sustentación y defensa, el Jurado Evaluador acuerda:

Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

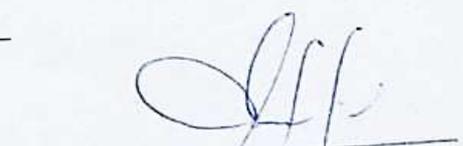
Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	()
Muy bueno	16, 17	()
Bueno	14, 15	(15)
Regular	13	()
Desaprobado	12 o menos	()

Siendo las 11:00 horas, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Mg. María Marleni Torres
Cruz
Secretario Jurado Evaluador


Dr. Luis Arturo Gil Ramírez
Presidente Jurado Evaluador


Dr. Segundo Sánchez Tello
Vocal Jurado Evaluador

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MATERIAL Y MÉTODOS	10
2.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	10
2.2. Población, muestra y muestreo	11
2.3. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos ...	12
2.3.1. Métodos.....	12
2.3.2. Técnica	12
2.3.3. Procedimientos	16
2.3.4. Instrumentos	19
III. RESULTADOS	20
3.1. Valoración de los parámetros fisicoquímicos en el sistema de abastecimiento La Lima.....	20
3.2. Valoración de los parámetros microbiológicos en el en el sistema de abastecimiento La Lima.....	21
3.3. Prueba de T de Student para parámetros fisicoquímicos (Turbidez, pH, Color, cloro residual)	23
3.4. Prueba de T de Student para parámetros microbiológicos.....	24
3.5. Análisis de varianza de un diseño completo al azar (DCA) - parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.....	25
IV. DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
5.1. Conclusiones:.....	29
5.2. Recomendaciones:	29
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
AGRADECIMIENTO	36
DEDICATORIA.....	37
ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de puntos de muestreo	10
Tabla 2 Monitoreo de parámetros de control obligatorio	11
Tabla 3 Codificación de puntos de muestreo.....	18
Tabla 4 Parámetros fisicoquímicos del PM-001-RLL; PM-002-PMLL; PM-003-UVLL	20
Tabla 5 Prueba T de Student para parámetros Fisicoquímicos.	23
Tabla 6 Prueba de T de Student para parámetros Microbiológicos.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del sistema de abastecimiento La Lima	10
Figura 2. Parámetros fisicoquímicos del PM-001-RLL; PM-002-PMLL; PM-003-UVLL	20
Figura 3. Parámetros microbiológicos del del PM-001-RLL; PM-002-PMLL; PM-003- UVLL	22
Figura 4 Equipo de transporte coler y frascos de polietileno y ámbar para muestreo....	38
Figura 5 Toma de muestra PM -001-RLL reservorio La Lima.	38
Figura 6 Toma de muestra PM-002-PMLL - punto medio La Lima.....	38
Figura 7 Toma de muestra PM-003-UVLL - ultima vivienda La Lima.....	39
Figura 8 Codificación de muestra PM -001-RLL (reservorio) Muestra 1.....	39
Figura 9 Codificación de muestra PM-003-UVLL (Ultima vivienda) muestra 3	39

RESUMEN

La contaminación en los suministros de agua potable por actividades antrópicas ha llevado a la necesidad de mecanismos de gestión ambiental según el DS N° 031–2010-SA. Este estudio evaluó la calidad del agua del sistema de abastecimiento La Lima, en época de estiaje. Se realizaron muestreos en tres puntos: el reservorio (PM-001-RLL), punto medio (PM-002-PMLL) y última vivienda (PM-003-UVLL), evaluando cuatro parámetros fisicoquímicos (turbidez, pH, color, cloro residual) y tres microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*). Se obtuvieron 21 datos y se aplicó la prueba de T de Student y análisis de varianza de un diseño completo al azar (DCA). Los resultados mostraron que en el sistema de abastecimiento La Lima, los niveles de pH y color cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) en los puntos de muestreo PM-001-RLL, PM-002-PMLL y PM-003-UVLL, por otro lado, la turbidez excede los límites máximos permisibles en los puntos de muestreo PM-001-RLL y PM-002-PMLL. Además, tanto el cloro residual como los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) no cumplen con los LMP en todos los puntos de muestreo. En conclusión, el agua del sistema de abastecimiento La Lima no es apta para el consumo humano.

Palabras Clave:

Calidad de agua, Sistema de abastecimiento, Parámetros de control obligatorio.

ABSTRACT

Contamination of drinking water supplies by anthropogenic activities has led to the need for environmental management mechanisms according to DS N° 031-2010-SA. This study evaluated the water quality of the La Lima water supply system during the dry season. Sampling was carried out at three points: the reservoir (PM-001-RLL), the midpoint (PM-002-PMLL) and the last dwelling (PM-003-UVLL), evaluating four physicochemical parameters (turbidity, pH, color, residual chlorine) and three microbiological parameters (total coliforms, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*). A total of 21 data were obtained and Student's t-test and analysis of variance of a complete randomized design (CRD) were applied. The results showed that in the La Lima supply system, pH and color levels comply with the maximum permissible limits (MPL) at sampling points PM-001-RLL, PM-002-PMLL and PM-003-UVLL; on the other hand, turbidity exceeds the maximum permissible limits at sampling points PM-001-RLL and PM-002-PMLL. In addition, both residual chlorine and microbiological parameters (total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*) do not comply with the MPLs at all sampling points. In conclusion, the water from the La Lima supply system is not suitable for human consumption.

Key words:

Water quality, Water supply system, Mandatory control parameters.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad del agua potable es un tema de gran relevancia a nivel mundial, ya que influye directamente en la salud pública y el bienestar de las comunidades (Moreno, 2022). En áreas rurales, donde las infraestructuras de tratamiento y distribución de agua suelen ser limitadas, los riesgos asociados a la contaminación del agua son particularmente altos (Hernández *et al.* 2020). Cabe considerar que, aunque el planeta está compuesto por un 70% de agua, 3% es dulce y apenas un 0,025% es potable. Esta cantidad se reduce año tras año debido a la contaminación, creando una situación crítica; el Banco Mundial menciona que alrededor de 2.200 millones de personas en todo el mundo no cuentan con acceso a servicios de agua potable que sean gestionados de forma segura, y 4.200 millones no disponen de servicios de saneamiento adecuados, y 3.000 millones no cuentan con instalaciones básicas para lavarse las manos (Correa, 2022).

Por otra parte, más de 80 países que representan el 40% de la población mundial están experimentando escasez de agua. Las tendencias sugieren una situación caótica en los próximos 50 años debido al crecimiento poblacional y el cambio climático global. Por lo tanto, es imperativo considerar estrategias de gestión ambiental que promuevan el uso eficiente del recurso hídrico (Cobo, 2023). Esta necesidad se agrava considerando que, de las 37 principales enfermedades en países en desarrollo, 21 están relacionadas con el agua y el saneamiento. Cada año, 1,8 millones de personas mueren debido a enfermedades diarreicas, siendo el 90% de estas personas niños menores de 5 años (Sangay, 2023).

En el contexto peruano, a pesar de la gran disponibilidad hídrica, múltiples actividades lícitas e ilícitas como la extracción de minerales, la explotación de recursos forestales y otras labores antropogénicas comunes han resultado en la contaminación por residuos sólidos y líquidos. Esto deteriora la calidad del agua y afecta la salud de las personas, pues las aguas contaminadas superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el reglamento de calidad del agua para el consumo humano (Hoyos, 2022). Además, los proyectos de saneamiento en zonas rurales y alejadas suelen ser deficientes, ya que una vez concluidos, enfrentan problemas de administración, operación y mantenimiento, esto repercute negativamente en la calidad del agua potable y, en consecuencia, en la salud de los usuarios (Álvarez *et al.* 2022).

En efecto en el distrito de Chirinos, ubicado en la provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca, Perú, la calidad del agua potable es motivo de preocupación debido a la

presencia de contaminantes en los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos los cuales llegan a incumplir los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS N°031-2010-SA, aun cuando el área técnica municipal del distrito Chirinos se encarga de la gestión de los servicios de agua, saneamiento y coordina con la junta administradoras de servicio de saneamiento (JASS) del caserío La lima y está a su vez con los usuarios, la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua. Sin embargo, múltiples veces el sistema de abastecimiento de agua, no se encuentra en buenas condiciones ya sea por los años de antigüedad o la falta de mantenimiento u operación; incluso se puede asumir que el agua no es apta para consumo humano debido a la falta de cloración permanente (Ruiz, 2020).

Estudios han demostrado que la calidad del agua en áreas rurales de países en desarrollo está frecuentemente comprometida por la presencia de valores que incumplen los LMP de los parámetros como; turbidez, pH, color y cloro residual, coliformes totales, coliformes termo tolerantes y *Escherichia Coli* (Ramos *et al.* 2020), investigaciones realizadas en Santiago de Cuba y Cisjordania han demostrado que la infraestructura deteriorada y las prácticas inadecuadas de almacenamiento contribuyen significativamente a la degradación de la calidad del agua (León *et al.* 2022). Además, Morales *et al.* (2019) en Costa Rica destacaron cómo la variabilidad climática influía en la calidad del agua, con niveles de coliformes y turbidez que superaban los límites recomendados.

Por lo tanto, es crucial abordar la doble amenaza para la población que enfrentan las personas sin acceso a un agua inocua y a un saneamiento adecuado. Mejorar la calidad del suministro de agua es fundamental para reducir la morbilidad por diarrea, apoyar la mejora de la calidad de vida de las personas y contribuir a la economía familiar (Parra, 2023).

Por lo cual se planteó como Objetivo General:

- Evaluar la calidad del agua potable en el sistema de abastecimiento del caserío La Lima, distrito de Chirinos 2022.

Objetivos Específicos:

- Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de control obligatorio aprobados por la DIGESA para agua potable (coliformes totales, termotolerantes,

color, turbiedad, cloro residual, pH y *Escherichia coli*) en tres puntos de muestreo (reservorio, punto medio y ultima vivienda).

- Comparar los parámetros de control obligatorio de las muestras de agua potable analizado en 3 puntos de muestreo en el sistema de abastecimiento La Lima; con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano (D.S. N°031-2010-SA).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La investigación fue realizada en el sistema de abastecimiento de agua potable ubicada en el caserío La Lima, Distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, Perú. Los datos fueron recolectados y procesados el día 17 de Julio del año 2022, sus coordenadas se extrajeron en UTM WGS 84 zona 17s.

Tabla 1

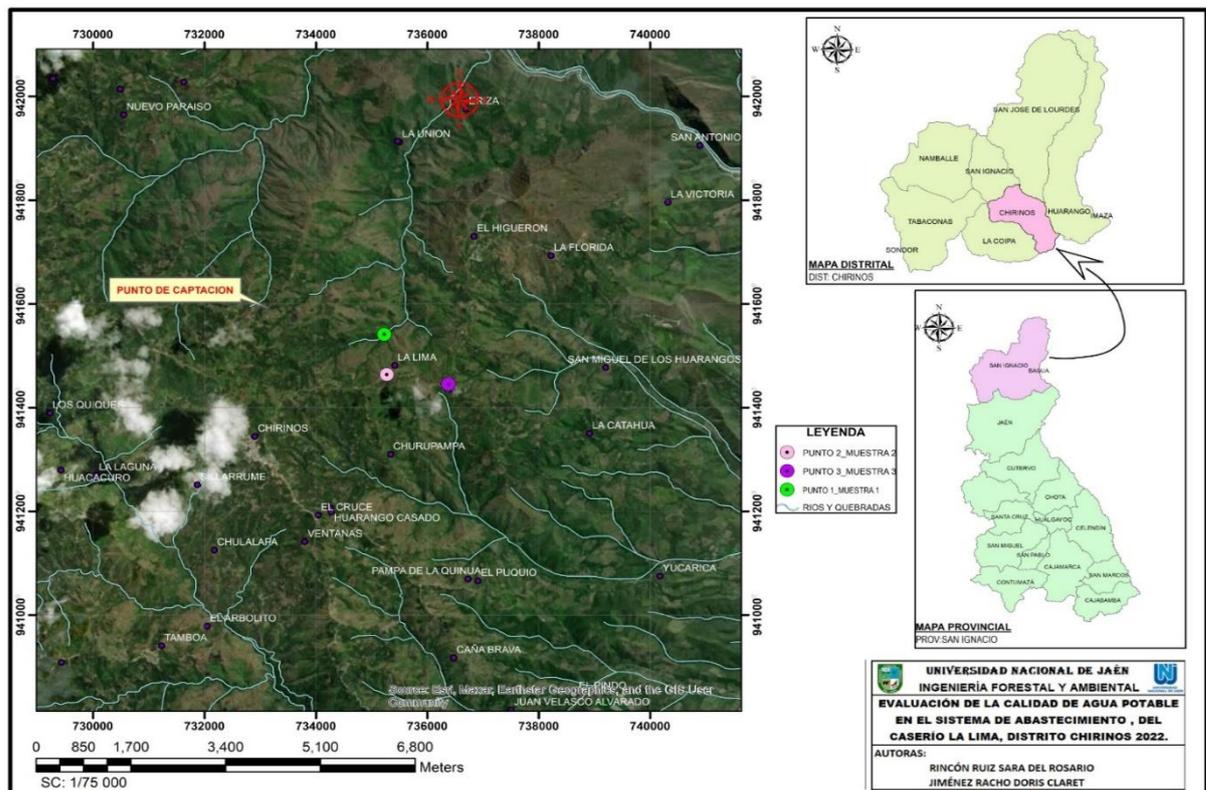
Ubicación de puntos de muestreo

Ubicación	Coordenadas UTM WGS 84		ALTURA
	ZONA 17 S		
Reservorio	733074.8 E	9414384.2 N	1917 m
Punto Medio	734705.1 E	9414383.9 N	1848 m
Ultima Vivienda	736569.6 E	9415288.6 N	1576 m

Fuente: elaboración propia

Figura 1

Ubicación del sistema de abastecimiento La Lima



2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

La población estuvo conformada por el total de sistemas de abastecimiento que administra el área técnica de la municipalidad del distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, según sus registros; 32 sistemas de abastecimientos de agua considerada potable.

2.2.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 1 sistema de abastecimiento de agua considerada potable, ubicada en el caserío La Lima, Distrito de Chirinos, con sus distintas estructuras (Captación, punto medio, ultima vivienda).

2.2.3. Muestreo

Se aplico un muestreo no probabilístico por conveniencia, que permitió elegir el sistema de abastecimiento del caserío La lima con sus distintas estructuras (reservorio, punto medio, ultima vivienda).

Tabla 2

Monitoreo de parámetros de control obligatorio

Estructura	Cantidad de muestras
Reservorio	01
Punto medio	01
Ultima vivienda	01
Total, de muestras	03

Nota. La ubicación geográfica de puntos de muestreo se ha realizado en la etapa de ejecución de acuerdo con el muestreo por conveniencia.

2.3. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.3.1. Métodos

Se empleó el método cuantitativo descriptivo debido a que la evaluación de la calidad del agua generalmente implica la medición y análisis de variables fisicoquímicas y microbiológicas, como pH, turbidez, cloro residual, y presencia de coliformes, lo cual se realiza a través de técnicas de laboratorio que proporcionan datos numéricos, y porque el estudio busca describir el estado actual de la calidad del agua en el sistema de abastecimiento La Lima, identificando los niveles de cumplimiento con los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010- SA. (SINIA, 2022).

2.3.2. Técnica

El laboratorio regional del agua de Cajamarca (Certificado por el INACAL), trabaja con el método de ensayo SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Standard Methods for examination of water and wastewater (métodos estándar para la examinación de agua y aguas residuales), para lo cual considera las siguientes técnicas:

A. Microbiológicos y parasitológicos

- *Escherichia coli*

Método de NMP (Número Más Probable)

Procedimiento:

- **Muestreo y Preparación:** Se extrajo 100 ml. de la muestra de agua en tubos de 10 ml. y se realizó una serie de diluciones.
- **Cultivo:** Se inoculó las diluciones con medio de cultivo selectivo (*Lactose Broth*).
- **Incubación:** Los tubos se incubaron a 35-37°C durante 24-48 horas.
- **Lectura:** Se observó la turbidez y la producción de gas (la presencia de gas en un tubo con medio de cultivo *Lactose Broth* fue indicativo de *E. coli*. (Standard methods for the examination of water and wastewater 2017, Part 9221 A, B, C, E, G2).

- **Coliformes totales**

Método de Número Más Probable (NMP)

Procedimiento:

- **Muestreo y Dilución:** Se preparó diluciones con 100 mL de la muestra de agua en tubos de cultivo de 10mL.
- **Cultivo:** Se inóculo con diluciones en medios de *cultivo Lactose Broth*.
- **Incubación:** se incubo a 35-37°C durante 24-48 horas.
- **Lectura:** Se observó la presencia de gas en un tubo con medio de cultivo el cual fue indicativo como positivo para coliformes totales.

(Standard methods for the examination of water and wastewater, 2017, Part 9221 A, B, C)

- **Coliformes Termotolerantes (coliformes fecales)**

Método de Número Más Probable (NMP)

Se empleo la técnica de fermentación en tubo múltiple que se centra en la detección de bacterias que fermentan lactosa.

- **Medio de Cultivo:** Caldo de laurel sulfato.
- **Incubación:** Temperatura de 44.5°C. Por 24 horas.
- **Lectura de Resultados:** La presencia de gas en los tubos indica un resultado positivo. Se utiliza la tabla NMP para determinar la concentración estimada de coliformes fecales en la muestra.

(Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2017, Part 9221 A, B, C, E)

B. Fisicoquímicos y residual de desinfectante

- **Color (UC)**

Método de Comparación con Escala de Platino-Cobalto.

Procedimiento:

- **Muestreo y preparación:** Se filtró 500 mL de la muestra de agua para eliminar partículas visibles y así evitar interferencias en la medición.

- Las soluciones estándar se prepararon a partir de una solución madre que contiene 500 unidades de color platino-cobalto (Pt-Co) por litro. La muestra se diluye si el color es demasiado intenso para compararla con las soluciones estándar, para lo cual se empleó cilindros de vidrio colorimétricos de 100 mL.
- **Medición:** Se comparo el color de la muestra con las soluciones estándar de platino-cobalto, que poseen una escala va de 0 UC (incoloro) a 500 UC, donde 500 UC es el valor correspondiente a la solución madre que contiene 500 mg/L de cloroplatinato de potasio en ácido clorhídrico.
- **Lectura:** Se registro el valor de color en UC comparando visualmente la muestra con la escala de referencia. (Standard methods for the examination of water and wastewater, 2017, Part 2120)

- **Turbidez**

Método de Medición: Medición de Turbidez con Turbidímetro

Procedimiento:

- **Preparación de la Muestra:** Se empleo 50 mL de la muestra de agua siendo mezclada adecuadamente para asegurar una distribución uniforme de las partículas suspendidas, evitando agitarla en exceso para prevenir la formación de burbujas que podrían haber interferido con la medición.
- **Medición:** Se utilizó un turbidímetro, un dispositivo que mide la cantidad de luz dispersada por las partículas en suspensión en la muestra. El turbidímetro midió la luz que se dispersaba a un ángulo de 90 grados en relación con el haz de luz incidente, proporcionando así una medición precisa de la turbidez de la muestra, cabe considerar que la muestra de agua fue puesta en un tubete (Con altura de 10 cm, de diámetro de 3 cm y Capacidad de 50 mL)
- **Lectura:** El resultado de la medición se expresó en Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), que es la unidad estándar para la turbidez. Se registró el valor obtenido por el turbidímetro, el cual indicaba la cantidad de luz dispersada y, por ende, la

concentración de partículas en la muestra de agua. (Standard methods for the examination of water and wastewater, 2017, Part 2130)

- **pH**

Método de Medición: Medición del pH con pH-metro

Procedimiento:

- **Preparación de la Muestra:** se utilizó 50 mL de la muestra de agua en un vaso de precipitados, que fue ajustada y mantenida a una temperatura de 25°C para obtener una medición precisa del pH.
- **Calibración del pH-metro:** Se realizó la calibración del pH-metro utilizando soluciones buffer estándar con valores de pH conocidos (normalmente 4, 7 y 10) para garantizar la precisión del instrumento.
- **Medición del pH:** Se introdujo directamente el electrodo del pH-metro en la muestra de agua, permitiendo que el dispositivo se estabilizara. Luego, se leyó el valor del pH directamente del pH-metro, asegurándose de que la medición se realizará a la temperatura de 25°C. (Standard methods for the examination of water and wastewater 2017, Part 4500-H+B)

- **Cloro residual**

Método DPD

- **Preparación de la Muestra:** Se mezcló bien 20 mL de la muestra de agua en un vaso de precipitados, luego se filtró para eliminar partículas que puedan interferir con la medición.
- **Adición de Reactivo:** Se agregó el reactivo DPD a la muestra, el cual no reacciona con el cloro libre, sin formar un complejo coloreado.
- **Resultado:** Se obtuvo una concentración de cloro residual inferior al Límite de Cuantificación Mínimo (< LCM), el cual indicó un valor muy bajo, y por ende no se obtuvieron resultados cuantitativos válidos. (Standard methods for the examination of water and wastewater 2017, Part 4500-Cl).

2.3.3. Procedimientos

2.3.3.1. Recopilación de información local

Se realizó la coordinación con la Junta Administrativa de servicios de saneamiento (JASS), del caserío La Lima, distrito Chirinos, para la recolección de información institucional y aceptación de ejecución del proyecto de investigación, ver anexo 4.

2.3.3.2. Registro de datos campo

En el monitoreo se hizo uso de una ficha de campo, donde se estableció la siguiente información; código del punto de muestreo, origen de la fuente, descripción del punto de muestreo, hora y fecha de muestreo, localidad, distrito, provincia y departamento, además de coordenadas de ubicación del punto de muestreo (UTM), datos personales de quien realizó la toma de muestra y condiciones climáticas, ver anexo 2.

2.3.3.3. Muestreo de agua

En cuanto al muestreo de agua se consideró el “protocolo para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano” aprobado por Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA, adecuados a la realidad de la localización de la presente investigación.

A. Consideraciones generales

En esta etapa se consideró tener en cuenta materiales de campo como; frascos de polietileno y frascos de vidrio color ámbar, los cuales fueron de primer uso, esterilizados, además los equipos tuvieron una calibración en campo (GPS) realizada por las investigadoras, asimismo se ejecutó el llenado de los registros de cada muestra recolectada (ficha de muestreo) y se identificó cada frasco (llenado de etiquetas), haciendo cadena de custodia para determinar el tiempo de llegada de la muestra al laboratorio acreditado por el INACAL, ver anexo 3.

La indumentaria de protección del personal que realizó el muestreo estuvo constituida por guardapolvo, casco, guantes quirúrgicos y botines de seguridad.

B. Toma de muestra

Se tomó en cuenta los procedimientos estipulados por la Resolución Directoral N°160-2015-DIGESA-SA.

Indicadores microbiológicos

Parámetros: *Escherichia coli*, coliformes totales, coliformes termotolerantes

Las muestras para análisis microbiológico se obtuvieron a una profundidad de 30 cm, empleando frascos de vidrio esterilizados, no se realizó un enjuague previo de los frascos, la recolección se hizo de manera directa, dejando un tercio del frasco sin llenar para facilitar la homogenización con el preservante y tener una buena aireación de la muestra extraída.

Indicadores fisicoquímicos

Parámetros: Color, turbiedad, PH y cloro residual.

Se utilizó frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético con una capacidad de un litro, se extrajo la muestra a una profundidad de 30 cm. de forma directa dejando un tercio del frasco sin llenar para facilitar la homogenización con el preservante y tener una buena aireación de la muestra extraída.

C. Preservación y conservación

Una vez realizada la toma de muestras, se procedió a cerrar herméticamente los frascos de polietileno utilizados para los parámetros fisicoquímicos, no se utilizó preservantes, excepto para la muestra a evaluar cloro residual, el cual se añadió sulfato de sodio (Na_2SO_3), con la finalidad de evitar la degradación del mismo ya que neutraliza el cloro, para los parámetros microbiológicos se utilizaron frascos de vidrio color ámbar conteniendo el preservante Azida (NaN_3), el cual es un inhibidor del crecimiento microbiano permitiendo mantener la integridad de la muestra hasta el momento de sus análisis.

Todas las muestras se colocaron en un cooler con hielo, siguiendo las directrices establecidas en la Resolución Directoral N° 160-2015-

DIGESA-SA y los procedimientos del Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca, para asegurar su adecuada conservación hasta el análisis.

D. Identificación de las muestras

Antes de la recolección, los recipientes se etiquetaron con una identificación clara y legible, protegida con cinta adhesiva transparente. La etiqueta incluía el número de la muestra, el código de identificación, detalles del punto de muestreo (ver tabla 3), la fecha y hora de recolección, como también nombre del responsable de la toma de muestras.

Tabla 3

Codificación de puntos de muestreo

Código	Descripción
PM-001-RLL	Punto de muestra 001, Reservorio La Lima.
PM-002-PMLL	Punto de Muestra 002, Punto Medio. La Lima.
PM-003-UVLL	Punto de Muestra 003, Ultima Vivienda La Lima

2.3.3.4. Envío de las muestras al laboratorio de análisis.

Las muestras recolectadas para análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron entregados al laboratorio en el menor tiempo posible, estando dentro de las 24 horas máximas de realizado el muestreo como lo estipula la (resolución directoral N°160-2015-DIGESA-SA).

2.3.3.5. Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico de los parámetros obligatorios para agua potable (coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante, pH y *Escherichia coli*) en tres puntos del sistema de abastecimiento La Lima: reservorio, punto medio y última vivienda. Para ello, se emplearon los softwares Excel 2019 y SPSS versión 25.

Prueba t de Student

Se empleo esta prueba ya que se cuenta con un número de muestra menor a 30; el cual, en el contexto de la calidad del agua permitió evaluar y comparar las medias de dos grupos y así determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

ANOVA (Análisis de Varianza)

En este estudio de calidad del agua, se utilizó el ANOVA para comparar las medias de los parámetros de calidad del agua en los tres puntos de muestreo distintos: el reservorio, el punto medio y la última vivienda, permitiendo identificar si al menos una de las medias de los parámetros de calidad del agua era significativamente diferente de las otras, lo que permitiría entender mejor las variaciones en la calidad del agua a lo largo del sistema de distribución.

2.3.4. Instrumentos

- Cadena de custodia

Este instrumento simplificó el proceso de control y supervisión del muestreo, cubriendo los métodos de recolección, preservación, codificación, transporte, y el análisis asociado (anexo 03).

- Ficha de recolección de datos de campo

Este instrumento proporcionó información sobre las condiciones climáticas, el origen de la fuente, la ubicación de los puntos de muestreo, los parámetros a evaluar, el número de muestras con su respectivo código de identificación, las coordenadas UTM WGS84 – ZONA 17S, así como la fecha y hora del muestreo. También especificó el tipo de análisis requerido. Para más detalles, consulte el Anexo 2.

III. RESULTADOS

3.1. Valoración de los parámetros fisicoquímicos en el sistema de abastecimiento La Lima.

Tabla 4

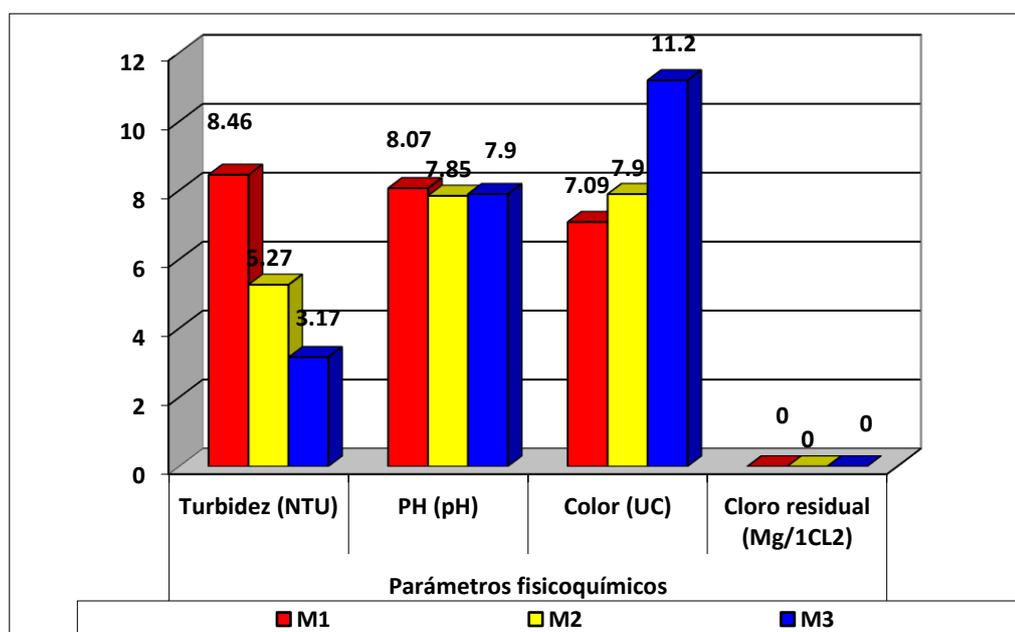
Parámetros fisicoquímicos del PM-001-RLL; PM-002-PMLL; PM-003-UVLL

Parámetros físicos químicos	Unidad	PM-001- RLL	PM-002- PMLL	PM-003- UVLL	LMP
Turbidez	NTU	8.46	5.27	3.17	5 NTU
pH	pH	8.07	7.85	7.90	6,5 a 8,5
Color	UC	7.09	7.90	11.20	15 UCV
Cloro residual	Mg/LCL ₂	<LCM	<LCM	<LCM	0.5 mg/L

Nota. En los puntos PM-001-RLL; PM-002-PMLL; PM-003-UVLL se evaluó 4 parámetros fisicoquímicos de control obligatorio /LCM: Limite de cuantificación del método /NTU: Unidad nefelométrica de turbidez/UC: Color real o verdadero.

Figura 2

Parámetros fisicoquímicos del PM-001-RLL; PM-002-PMLL; PM-003-UVLL



En la tabla 4 y figura 2, se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados en los puntos de muestreo PM-001-RLL, PM-002-PMLL y PM-003-RLL del sistema de abastecimiento La Lima. En primer lugar, la turbidez, medida en NTU, mostró valores de 8.46 en PM-001-RLL, 5.27 en PM-002-PMLL y 3.17 en PM-003-RLL. Dado que el límite máximo permitido (LMP) es de 5 NTU, se observa que dos de los puntos de muestreo superaron este límite. Por otro lado, el pH se mantuvo dentro del rango aceptable de 6.5, con valores de 8.07, 7.85 y 7,90, respectivamente. Además, el color, expresado en UC, se mantuvo por debajo del LMP de 15 UCV, con mediciones de 7.09, 7.90 y 11.20 cumpliendo el reglamento. Sin embargo, el cloro residual no pudo ser cuantificado adecuadamente en ninguno de los puntos de muestreo, ya que todos presentaron valores inferiores al límite de cuantificación del método (<LCM).

En consecuencia, aunque los parámetros de pH y color cumplen con los estándares establecidos, la turbidez en dos puntos excede el límite permitido y la falta de datos precisos sobre el cloro residual plantea preocupaciones sobre la calidad general del agua.

3.2. Valoración de los parámetros microbiológicos en el en el sistema de abastecimiento La Lima.

Tabla 5

Parámetros microbiológicos del PM-001-RLL; PM-002-PMLL; PM-003 UVLL.

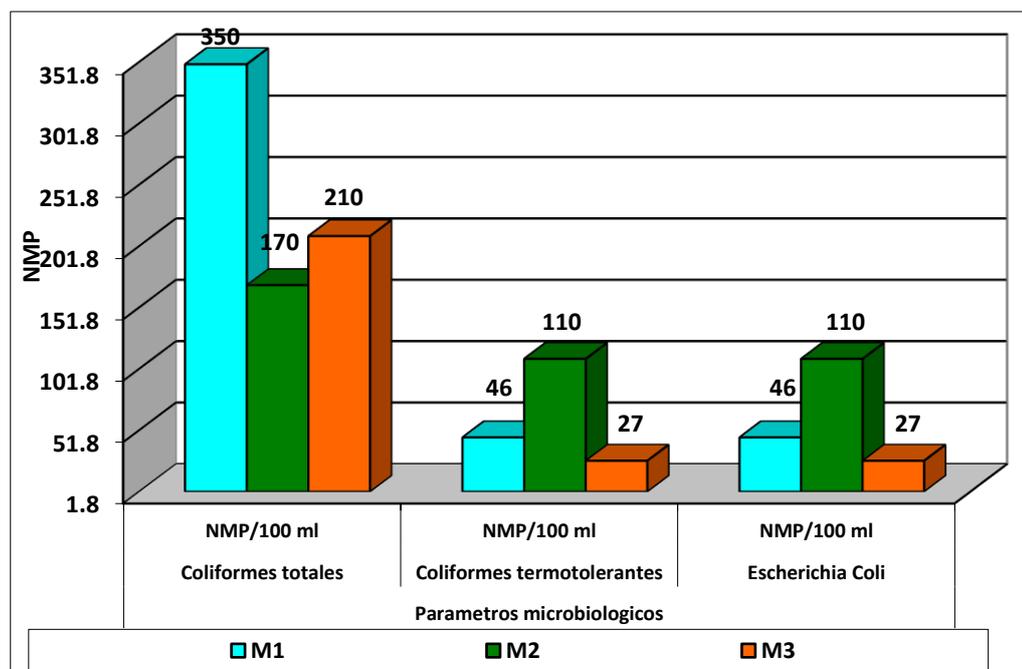
Parámetros microbiológicos	Unidad	PM-			LMP
		001-RLL	PM-002-PMLL	PM-003-UVLL	
Coliformes totales	NMP/100mL	350	170	210	< 1,8 NMP/100 ml
Coliformes termo tolerantes	NMP/100mL	46	110	27	< 1,8 NMP/100 ml
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	46	110	27	< 1,8 NMP/100 ml

Nota: Según el D.S. 031-20010 SA, para los análisis microbiológicos se debe de tener en cuenta que para análisis con la técnica UFC (Unidad formadora de

colonias) el LMP es (0) y en caso de analizar por la técnica del NMP (número más probable) por tubos múltiples el LMP = < 1,8 /100 mL.

Figura 3

Parámetros microbiológicos del del PM-001-RLL; PM-002-PMLL; PM-003-UVLL



En la Tabla 5 y la Figura 3 se presentan los resultados de los parámetros microbiológicos evaluados en el sistema de abastecimiento La Lima, correspondientes a los puntos de muestreo PM-001-RLL, PM-002-PMLL y PM-003-UVLL. Los niveles de coliformes totales fueron de 350, 170 y 210 NMP/100 mL, respectivamente, superando todos ellos el límite máximo permisible (LMP) de <1,8 NMP/100 mL. Además, los coliformes termotolerantes mostraron valores de 46, 110 y 27 NMP/100 mL, que también exceden el LMP de <1,8 NMP/100 mL. Asimismo, *Escherichia coli* presentó niveles de 46, 110 y 27 NMP/100 mL, sobrepasando igualmente el LMP de <1,8 NMP/100 mL.

En consecuencia, los resultados sugieren una contaminación bacteriana significativa en todas las muestras de agua, dado que los niveles de todos los parámetros microbiológicos evaluados están por encima de los límites establecidos para asegurar la inocuidad del agua.

3.3. Prueba de T de Student para parámetros fisicoquímicos (Turbidez, pH, Color, cloro residual)

Tabla 5

Prueba T de Student para parámetros Fisicoquímicos.

Parámetro	Valores	Media	Desviación Estándar	LMP	Valor T Calculado	Significancia
Turbidez	8.46, 5.27, 3.17	5.63	2.66	5 NTU	0.41	No
pH	8.07, 7.85, 7.90	7.94	0.12	6.5 a 8.5	-8.00	Sí
Color	7.09, 7.90, 11.20	8.73	2.18	15 UCV	-4.98	Sí
Cloro residual	<LCM	N/A	N/A	0.5 mg/L	N/A	N/A

Nota. La T de Student analiza el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos de forma general involucrando los puntos de muestreo (reservorio, punto medio y ultima vivienda).

En la Tabla 6, se observa que la turbidez presenta un valor T calculado de 0.41, que no supera el valor crítico, indicando que la diferencia con el límite permitido de 5 NTU no es significativa, a pesar de estar ligeramente por encima del LMP. Por otro lado, el pH, con un valor T de -8.00, y el color, con un valor T de -4.98, muestran diferencias significativas con sus respectivos límites permitidos, aunque ambos parámetros están dentro de los rangos aceptables; la alta precisión en las mediciones destaca estas diferencias. En cuanto al cloro residual, no es posible realizar la prueba T debido a la falta de datos cuantitativos.

3.4. Prueba de T de Student para parámetros microbiológicos

Tabla 6

Prueba de T de Student para parámetros Microbiológicos

Parámetro	valores	Media	Desviación Estándar	LMP	Valor T Calculado	Significativo
Coliformes totales	350, 170, 210	243.33	91.97	1,8	4.55	Sí
Coliformes termotolera ntes	46, 110, 27	61.00	41.47	1,8	2.55	No
<i>Escherichia coli</i>	46, 110, 27	61.00	41.47	1,8	2.55	No

Nota. La T de Student analiza el comportamiento de los parámetros microbiológicos de forma general involucrando los puntos de muestreo (reservorio, punto medio y ultima vivienda).

En la Tabla 7, se observa que los niveles de coliformes totales presentan un valor T calculado de 4.55, que excede el valor crítico. Esto indica una diferencia significativa y confirma que los niveles de coliformes totales están muy por encima del límite permitido de <1,8 NMP/100 MI, señalando una preocupación importante respecto a la calidad del agua. En cuanto a los coliformes termo tolerantes y *Escherichia coli*, aunque los valores T calculados de 2.55 no superan el valor crítico, estos parámetros también están significativamente por encima del límite permitido de <1,8 NMP/100 mL. Esto sugiere que, aunque la diferencia no sea estadísticamente significativa en términos de valor crítico, los niveles observados son considerablemente elevados, lo que es preocupante y requiere atención para mejorar la seguridad y calidad del agua.

3.5. Análisis de varianza de un diseño completo al azar (DCA) - parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

A. Parámetros Fisicoquímicos (Turbidez, pH, Color)

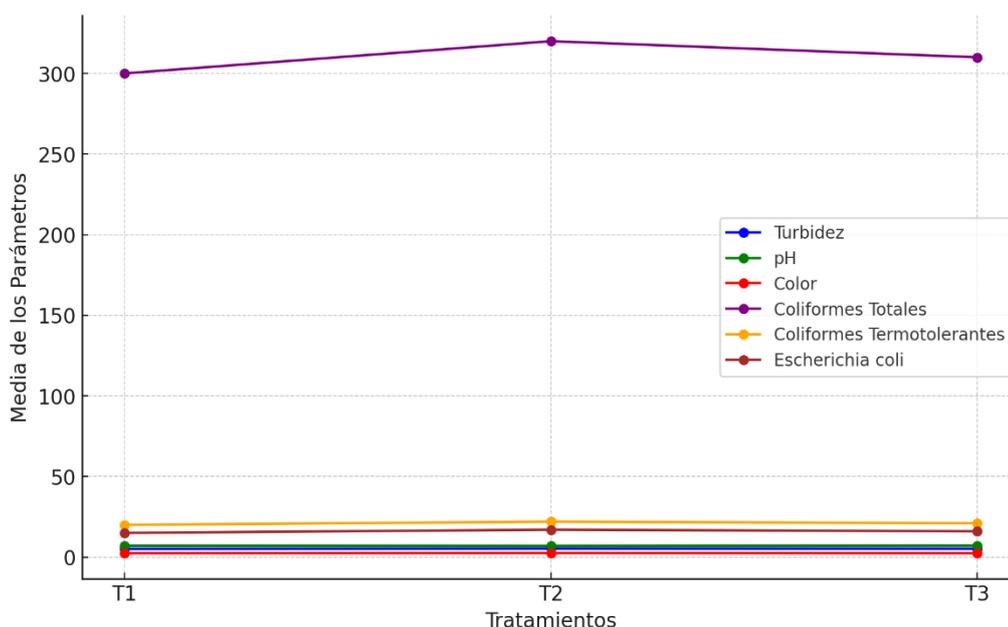
- **Hipótesis Nula:** Los promedios de los tratamientos son iguales.
- **Hipótesis Alternativa:** Los promedios de los tratamientos son diferentes.
- **Resultado:** Se acepta la hipótesis nula, indicando que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (T1, T2, T3) para los parámetros fisicoquímicos, según ANOVA con un nivel de significancia del 5%.

B. Parámetros Microbiológicos (Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli*)

- **Hipótesis Nula:** Los promedios de los tratamientos son iguales.
- **Hipótesis Alternativa:** Los promedios de los tratamientos son diferentes.
- **Resultado:** Se rechaza la hipótesis nula, demostrando que existen diferencias significativas entre los tratamientos (T1, T2, T3) para los parámetros microbiológicos, según ANOVA con un nivel de significancia del 5%.

Figura 4.

Comparación de Tratamientos – Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos



En la Figura 4. Se presenta la comparación entre parámetros fisicoquímicos y microbiológicos donde se puede visualizar que en un rango de 0 a 350, los valores

más elevados se encuentran en los parámetros microbiológicos, lo que representa una ligera contaminación que debe ser atendida prioritariamente.

IV. DISCUSIÓN

El propósito de esta investigación fue evaluar la calidad del agua en el sistema de abastecimiento La Lima, enfocándose en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de control obligatorio según el Decreto Supremo N°031-2010-SA. Los resultados principales revelaron que, aunque los niveles de pH y color se encuentran dentro de los límites máximos permisibles (LMP), la turbidez y la contaminación microbiológica exceden los LMP establecidos, como también se demostró la ausencia de cloro residual, evidenciando deficiencias en el tratamiento del agua y planteando preocupaciones sobre su seguridad para el consumo humano ya que no cumple los requisitos mínimos estipulados por el decreto.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Arias *et al.* (2024), quienes encontraron que la turbidez excedía los límites establecidos en varias ubicaciones de su estudio en Santiago de Cuba, comparables a lo observado en los puntos PM-001-RLL y PM-002-PMLL del sistema de abastecimiento La Lima. Lo cual, es causado básicamente por la ausencia de un sistema de filtración adecuado, erosión del suelo ocasionada por la agricultura, crianza de animales menores al libre albedrío cerca de las fuentes de abastecimiento de agua, prácticas agrícolas inadecuadas, épocas de lluvia, etc. Estas causas introducen sedimentos, partículas y contaminantes en las fuentes de agua lo que causa presencia de turbidez elevada. Para abordar el problema, se sugiere mejorar el sistema de tratamiento de agua instalando filtros; como también controlar y regular las actividades que se ven involucradas contra la inocuidad del recurso hídrico.

Además, Mamani *et al.* (2022), en su estudio determinaron que los parámetros microbiológicos analizados reportaron la presencia de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* en muestras de agua, reflejando similitud a la elevada contaminación microbiológica detectada en fuente de abastecimiento La Lima en sus tres puntos de muestreo (PM-001-RLL, PM-002-PMLL y PM-003-UVLL), así como también en su estudio de (Burga, 2023), donde evaluó la calidad del agua de suministro en distrito de Santa Rosa Jaén, determino que los Coliformes totales y Coliformes termo tolerantes sobrepasaron los límites establecidos. Esto se debe básicamente a la ausencia de cloro en todas las muestras estudiadas, reflejando serias deficiencias en el proceso de desinfección o en la dosificación. Estos resultados contrastan con lo encontrado por Morales *et al.* (2019) en Costa Rica, donde las concentraciones de cloro residual estaban dentro de los límites establecidos a consecuencia de manejarse una constante y adecuada dosificación

y mantenimiento de su infraestructura. La comparación de estos estudios muestra que la calidad del agua está estrechamente relacionada con el control efectivo del cloro residual y el mantenimiento adecuado de los sistemas de tratamiento de agua. Las deficiencias en estos aspectos pueden llevar a una elevada contaminación microbiológica, como se observa en los estudios de Mamani *et al.* y Burga. La experiencia positiva en Costa Rica demuestra que un buen manejo del proceso de desinfección puede prevenir problemas microbiológicos, subrayando la importancia de una infraestructura bien mantenida y una dosificación adecuada del cloro.

Así, como también lo menciona Conejeros *et al.* (2021), donde recalcan la importancia de un monitoreo continuo y en tiempo real de los parámetros clave para garantizar su calidad. Cabe mencionar que la falta de cloro, en particular representa un riesgo significativo para la salud pública, al impedir la eliminación efectiva de patógenos potencialmente peligrosos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

- La evaluación de los parámetros fisicoquímicos en el sistema de abastecimiento La Lima, muestra que los niveles de pH y color cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) en todos los puntos de muestreo, es decir, PM-001-RLL, PM-002-PMLL y PM-003-UVLL.
- A pesar del cumplimiento en algunos parámetros fisicoquímicos, la evaluación revela que la turbidez excede los límites máximos permisibles en los puntos de muestreo PM-001-RLL y PM-002-PMLL. Además, tanto el cloro residual como los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*) no cumplen con los LMP en todos los puntos de muestreo, incluyendo PM-001-RLL (reservorio), PM-002-PMLL (punto medio) y PM-003-UVLL (última vivienda).
- Basado en los resultados obtenidos y en comparación con los parámetros establecidos en el D.S. N°031-2010-SA para agua potable, se concluye que el agua del sistema de abastecimiento La Lima no es apta para el consumo humano.

5.2. Recomendaciones:

- Al Área Técnica Municipal de la Municipalidad Distrital de Chirinos se le recomienda implementar y mejorar los procesos de filtración y sedimentación en el sistema de tratamiento de agua para reducir la turbidez a niveles aceptables.
- A la Junta Administrativa de Agua y saneamiento se le recomienda aumentar la frecuencia de la cloración y asegurar una dosificación adecuada para mantener niveles suficientes de cloro residual en todo el sistema de distribución.
- Al Centro de salud Chirinos y la Unidad de Gestión Municipal a través del área técnica municipal se le recomienda implementar un programa de control microbiológico o plan de control de calidad (PCC), más riguroso para prevenir la presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, a través de desinfección y mantenimiento de las infraestructuras.

- A los futuros investigadores en la línea de gestión ambiental se les recomienda realizar investigaciones de este tipo en épocas de sequía y lluvia, además del cálculo de huella hídrica y la aplicación del ICA para el monitoreo de los recursos hídricos utilizados para consumo humano, recreación o producción agrícola.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adesakin, T. A., Oyewale, A. T., Bayero, U., Mohammed, A. N., Aduwo, I. A., Ahmed, P. Z., Abubakar, N. D., & Barje, I. B. (2020). Assessment of bacteriological quality and physico-chemical parameters of domestic water sources in Samaru community, Zaria, Northwest Nigeria. *Heliyon*, 6(8), e04773. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04773>
- Al-Khatib, I. A., Al-Jabari, M., & Al-Oqaili, M. (2023). Assessment of Bacteriological Quality and Physiochemical Parameters of Domestic Water Sources in Jenin Governorate: A Case Study. *Journal of Environmental and Public Health*, 2023, 8000728. <https://doi.org/10.1155/2023/8000728>
- Álvarez Durand, F., Laos Millán, R. E., Marino Panduro, A., Sarria Garcia de Rodriguez, L. B., & Fuentes Chavez, K. M. (2022). *Análisis del cierre de brecha en el acceso al agua en Lima y crecimiento poblacional no planificado: Caso Sedapal* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667278>
- Arias-Lafargue, T., Arias-Zamora, S., Portuondo-Savón, D., Álvarez-Monier, E., Arias-Lafargue, T., Arias-Zamora, S., Portuondo-Savón, D., & Álvarez-Monier, E. (2024). Evaluación de la calidad del agua servida por potabilizadora a Santiago de Cuba. *Tecnología Química*, 44(1), 233-253. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852024000100233&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Burga Mendoza, E. (2023). *Calidad del agua de suministro y grado de satisfacción poblacional del distrito de Santa Rosa Jaén* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/9880>
- Casal Tellería, J. (2022). *Técnicas de análisis de datos: Análisis de la varianza*. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/26527>

- Chacón, L. J. R., Morales, G. E. R., Luna, A. C. P., Medina, J. H. C., & Cantuña-Vallejo, P. F. (2022). El Muestreo Intencional No Probabilístico como herramienta de la investigación científica en carreras de Ciencias de la Salud. *Universidad y Sociedad*, *14*(S5), Article S5. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3338>
- Cobo Urios, M. M. (2023). *Desafíos y tendencias de cambio en la disponibilidad y uso de agua en un contexto de cambio climático* [Masters, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM)]. <https://oa.upm.es/76989/>
- Correa Assmus, G. (2022). Disponibilidad, acceso y calidad del agua: Una reflexión socioambiental para Colombia. *Revista de la Universidad de La Salle*, *2021*(87), 151-166. <https://doi.org/10.19052/ruls.vol1.iss87.8>
- Han, X., Tang, F., & Liu, A.-L. (2024). Drinking water quality evaluation in supply systems in Wuhan, China: Application of entropy weight water quality index and multivariate statistical analysis. *Environmental science and pollution research international*, *31*(1), 280-292. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31212-1>
- Hoyos Muñoz, G. (2022). *Formulación de estrategias a partir de la Investigación Acción Participativa (IAP), para el fortalecimiento de la ciudadanía ambiental en la Vereda el Rosal, Corregimiento de la Gallera, Municipio del Tambo, Cauca*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/47813>
- Iñiguez-Muñoz, L. E., Anaya-Esparza, L. M., Castañeda-Villanueva, A. A., Martínez-Esquivias, F., Carvajal-Hernández, M., & Robles, M. D. M. (2022). Calidad microbiológica del agua potable utilizada en escuelas públicas de la ciudad de Tepatlán, Jalisco. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, *8*(15), Article 15. <https://doi.org/10.29057/icap.v8i15.7958>

- Lugo-Armenta, J. G., & Pino-Fan, L. R. (2022). Niveles de Razonamiento Inferencial para el Estadístico t-Student. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35, 1776-1802. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n71a25>
- Mamani Sánchez, B., Aguilar Franco, F., Nova Pinedo, M., Daza Kucharsky, A., Mamani Sánchez, B., Aguilar Franco, F., Nova Pinedo, M., & Daza Kucharsky, A. (2022). Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico—Bolivia. *Acta Nova*, 10(4), 443-460. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1683-07892022000200443&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Morales, E., Solano, M., Morales, R., Reyes, L., Barrantes, K., Achí, R., Chacón, L., Morales, E., Solano, M., Morales, R., Reyes, L., Barrantes, K., Achí, R., & Chacón, L. (2019). Evaluación de la influencia de la estacionalidad climática en calidad del agua de consumo humano en un sistema de abastecimiento en San José, costa rica, periodo 2017-2018. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 28(1), 48-58. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1409-14292019000100048&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Navarrete, M. S., Adrian, C., & Bachelet, V. C. (2022). Respondent-driven sampling: Ventajas e inconvenientes de un método de muestreo. *Medwave*, 21(01). <https://doi.org/10.5867/medwave.2022.01.002528>
- Ochoa*, J., & Yunkor*, Y. (2019). El estudio descriptivo en la investigación científica. *ACTA JURÍDICA PERUANA*, 2(2), Article 2. <http://201.234.119.250/index.php/AJP/article/view/224>

- Palomino Gutierrez, J. E. (2024). *Calidad del Agua Potable y la Percepción Local en la Comunidad de Pichiurara Huanta, 2023* [Universidad Nacional Autónoma de Huanta]. <https://hdl.handle.net/20.500.14388/42>
- Parra Leal, P. V. (2023). *El caso del pueblo Wayúu: El abordaje del derecho al agua en Colombia desde el estándar del soft law internacional* [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83917>
- Pereyra, L. E. (2022). *Metodología de la investigación*. Klik.
- Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA. (s. f.). Recuperado 12 de junio de 2024, de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)
- Sangay Ayac, M. S. (2023). Conocimiento de las madres de niños menores de 5 años sobre enfermedades diarreicas agudas y la práctica de medidas de prevención, Puesto de Salud Agocucho, Cajamarca—2021. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5724>
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (2017). Part 9221: Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group – Fecal coliform procedure (23rd ed.). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Scalize, P. S., Gabriel, E. F. M., Lima, F. S., Arruda, P. N., Lopes, H. T. L., Paula Reis, Y., Carneiro, L. C., Bezerra, N. R., Fiaccadori, F. S., & Baumann, L. R. F. (2021).

- Physicochemical, microbiological quality, and risk assessment of water consumed by a quilombola community in midwestern Brazil. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(27), 35941-35957. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13146-8>
- Tunal Santiago, G. (2022). Protocolizando la investigación científica. *Investigación y postgrado*, 37(1), 235-255. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8485758>
- Valer, J. O. (2022). Participación en la gestión de recursos hídricos en Latinoamérica 2017-2022: Una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 486-512. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2239
- Venegas, C. P. G., Guajardo, R. M., & Pardo, J. M. (2021). Características argumentativas de la interpretación de tablas de frecuencia en estudiantes chilenos de Segundo Año Medio. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v13i1.39>
- Ya, M., Wm, D., & E, A. (2023). Assessment of Drinking Water Quality in Urban Water Supply Systems: The Case of Hawassa City, Ethiopia. *International journal of analytical chemistry*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/8880601>
- Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., & Palacios, I. A. M. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

AGRADECIMIENTO

Es propicia la presente para agradecer a Dios por habernos permitido culminar los estudios académicos con salud y prosperidad.

A mi madre Zara que desde el cielo cuida de mí, mi hijo, mi esposo y hermanos.

A nuestros asesores de tesis; Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez, y Mg. Elser Burga Mendoza, por el apoyo incondicional durante el desarrollo de toda la secuencia didáctica del proyecto e informe final de tesis.

A los miembros de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento en el caserío La Lima, en especial a mi padre Héctor Jiménez Córdova por su apoyo durante los días de delimitación de estaciones de muestreo y tomas de muestra.

A nuestros miembros Dr. Luis Arturo Gil Ramírez y a la Dra. Cinthya Yanina Santa Cruz López, por las sugerencias realizadas a la presente que ha contribuido a enriquecer el conocimiento científico.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres; Rosa Racho Flores y Héctor Jiménez Córdova, por permitir lograr mis objetivos profesionales y a mi hija Dannely Jharet Burga Jiménez, por ser fuente de inspiración, Y al Mg. Elser Burga Mendoza por haber estado presente en todo el transcurso del logro de mis objetivos profesionales.

Doris Claret Jiménez Racho

Con todo mi corazón dedico mi tesis a mi madre que con su bendición desde el cielo me protege y me lleva por el buen camino, por ser mi fuerza y mi motor a mi hijo y hermanos por la motivación, estar conmigo en todo momento y a mis sobrinos que son mi inspiración.

Sara del Rosario Rincón Ruiz

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico

Figura 5

Equipo de transporte cooler y frascos de polietileno y ámbar para muestreo.



Figura 6

Toma de muestra PM -001-RLL reservorio La Lima.



Figura 7

Toma de muestra PM-002-PMLL - punto medio La Lima



Figura 8

Toma de muestra PM-003-UVLL - ultima vivienda La Lima



Figura 9

Codificación de muestra PM -001-RLL (reservorio) Muestra 1



Figura 10

Codificación de muestra PM-003-UVLL (Ultima vivienda) muestra 3



Anexo 2. Ficha de campo

FICHA DE CAMPO												
TESIS		EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CASERIO LA LIMA, DISTRITO CHIRINOS 2022										
DATOS DEL MUESTREADOR			Tesista. Doris Claret Jiménez Racho.					Tesista. Sara del Rosario Rincón Ruiz.				
CONDICIONES CLIMÁTICAS		Época de Estiaje										
ORIGEN DE LA FUENTE		SUPERFICIAL- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CASERIO LA LIMA										
LOCALIDAD		La Lima										
DISTRITO		Chirinos										
PROVINCIA		San Ignacio										
DEPARTAMENTO		Cajamarca										
MEDICIONES												
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS												
NÚMERO DE MUESTRA	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS		HORA DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	TIPO DE ANÁLISIS REQUERIDO						
		Este	Norte			PH	TURBIDEZ	COL OR.	CLO RO	NOJOFALES	NC.TER.MO	E.CO LI
1	PM-001-RLL	733074.8 E	9414384.2 N	3:07 pm	17 / 07 / 2022	PH	TURBIDEZ	COL OR.	CLO RO	NOJOFALES	NC.TER.MO	E.CO LI
2	PM-002-PMLL	734705.1 E	9414383.9 N	4:25 pm	17 / 07 / 2022	PH	TURBIDEZ	COL OR.	CLO RO	NOJOFALES	NC.TER.MO	E.CO LI
3	PM-003-UVLL	736569.6 E	9415288.6 N	3:51 pm	17 / 07 / 2022	PH	TURBIDEZ	COL OR.	CLO RO	NOJOFALES	NC.TER.MO	E.CO LI

Anexo 4. Autorización de la JASS

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

SOLICITA: Autorización
para monitoreo de calidad de agua
del sistema de abastecimiento La Lima.

**Sr. GERARDO JIMÉNEZ CÓRDOVA
PRESIDENTE DE LA JASS-LA LIMA.**

Nosotras las tesistas, DORIS CLARET JIMÉNEZ RACHO identificada con **DNI N° 75773443**, domiciliada en: Calle capitán Quiñones N° 260 del distrito y provincia Jaén y **SARA DEL ROSARIO RINCÓN RUIZ** identificada con **DNI N° 71741428** domiciliada en la Calle Raimondi S/N en el distrito y provincia Jaén, ante Ud. Con el debido respeto nos presentamos y exponemos lo siguiente:

Que, deseando obtener el **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL AMBIENTAL** por la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN** y teniendo aprobado el proyecto de tesis denominado: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CASERÍO LA LIMA, DISTRITO CHIRINOS 2022”** con resolución de investigación **N° 312-2022-UNJ**, **SOLICITO** a Usted tenga a bien disponer a quien corresponda la emisión del documento de autorización para ejecutar el monitoreo de la calidad del agua potable en el reservorio, punto medio y ultima vivienda, el día 16 de julio del 2022.

Es propicia la ocasión para hacerle llegar nuestras muestras de consideración y estima personal.

La Lima , 03 de Julio del 2022.



**DORIS CLARET JIMÉNEZ
RACHO
DNI N° 75773443**



**SARA DEL ROSARIO RINCÓN
RUIZ
DNI N° 71741428**

AUTORIZACIÓN

La Lima , 04 de Julio del 2022.

**Srtas. Doris Claret Jiménez Racho
Sara del Rosario Rincón Ruiz
Tesisistas de la UNJ**

Estimadas tesisistas, por medio de la presente, me permito informarles que a nombre de la **JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)—LA LIMA**, se autoriza la ejecución del proyecto de tesis denominado **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CASERÍO LA LIMA, DISTRITO CHIRINOS 2022”** con resolución de investigación N° 312-2022-UNJ, a través del monitoreo de la calidad del agua potable en el reservorio, punto medio y ultima vivienda a realizarse el día 16 de julio del 2022.



**Sr. GERARDO JIMÉNEZ CÓRDOVA
PRESIDENTE DE LA JASS-LA LIMA.**



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA



FOR E D E SAYO N° IE 0722465

ENSAYOS CON REGISTRO N° LE-084 QUÍMICOS

Código de la Muestra **IN M E N** PM-001-PML PM-002-PMLL PM-003-UJLL

Código Laboratorio	0722465-01	0722465-02	0722465-03			
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-	-	-
Localización de la Muestra	Lat: -5 294525°; Long: 78 89703° San Ignacio	Lat: -5 294517°; Long: 78 882247° San Ignacio	Lat: -5 286252°; Long: 78 8852° San Ignacio	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Turbidez	NTU	0.0900	8.46	5.27	3.17	-
pH a 25°C	pH	NA	8.07	7.85	7.90	-
Color Verdadero	UC	4.0000	7.9	7.9	11.2	-
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.1000	<LCM	<LCM	<LCM	-
Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor			que la concentración del analito es mínima (trazas)			

ENSAYOS

<LCM significa

MIG

OS

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8	350	170	210	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	46	110	27	-
Escherichia coli	NMP/100mL	1.8	46	110	27	-
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 valor estimado						

Ensayo

Unidad

Método de Ensayo Utilizado

Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed 2017 Turbidity Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B 23rd Ed 2017 pH Value: Electrometric Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed 2017: Color Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed 2017. (Validado)
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C 23rd Ed 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group - Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E 23rd Ed 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group - Fecal Coliform Procedure
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 23rd Ed 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a os 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.

"Fin del documento"

INFORME DE ENSAYO N° IE 0722465

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **DORIS CLARET JIMENEZ RACHO**
 Dirección -
 Persona de contacto **DORIS CLARET JIMENEZ RACHO/ SARA DEL ROSARIO RINCÓN RUÍZ** Correo electrónico =

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **17.07.22** Hora de Muestreo **14:57 a 16:25**
 Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
 Procedimiento de Muestreo -
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de puntos de muestreo **03**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos- Microbiológicos**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
 Referencia de la Muestra: **Tesis: Evaluación de la calidad de agua potable en el sistema de abastecimiento del caserío La Lima, distrito Chirinos 2022.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-614** Cadena de Custodia **CC - 465 - 22**
 Fecha y Hora de Recepción **18.07.22 12:20** Inicio de Ensayo **18.07.22 12:30**
 Reporte Resultado **27.07.22 17:00**



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 27 de julio de 2022

Anexo 8: Acreditación del Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

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

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA – Laboratorio Regional del Agua

Laboratorio de Ensayo
En su sede ubicada en: Jr. Luis Alberto Sánchez s/n Urb. El Bosque, distrito de Cajamarca, provincia y departamento de Cajamarca.
Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración
Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 12 de diciembre de 2021
Fecha de Vencimiento: 11 de diciembre de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU 20600283015 soft
Fecha: 2021.12.29 2:57:02
Integridad del Documento

Cédula N° : 714-2021-INACAL/DA
Contrato N° : N° 076-2021-INACAL-DA
Registro N° : LE-084

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

Fecha de emisión: 29 de diciembre de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cedula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

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

Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la ley N° 30224, otorgó al Gobierno Regional de Cajamarca – Laboratorio Regional del Agua el Certificado de Acreditación, facultándolo a emitir informes de ensayo con símbolo de Laboratorio Acreditado.

El Laboratorio Regional del Agua tiene reconocimiento nacional e internacional desde Dic.-2014; al contar con el Certificado de Acreditación de acuerdo con la norma NTP-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales para la Competencia técnica de Laboratorios de Ensayo y Calibración" versión 2006, acreditada por el Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

El Laboratorio Regional del Agua renovó su acreditación el año 2017, por consiguiente, se debería de realizar una Auditoria de evaluación de primer seguimiento la cual se programó para el año 2018, siendo esta reprogramada para los días 13, 14, 15 y 16 de Mayo del 2019. Logrando mantener su ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025 del Laboratorio.

[Ver Parámetros Acreditados](#)



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA - LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

CÓDIGO DE ACREDITACIÓN : 84
 TOTAL DE REGISTROS : 23
 LABORATORIO : LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
 CAMPO DE PRUEBA : QUÍMICAS

N°	TIPO ENSAYO	NORMA REFERENCIA	AÑO	TÍTULO
1	ANIONES (FLUORURO, CLORURO, NITRITO, BROMURO, SULFATO, NITRATO, FOSFATO, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO)	2017	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
2	CONDUCTIVIDAD A 25 °C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.	2017	Conductivity. Laboratory Method
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
3	MERCURIO POR AAS-CV	EPA Method 245.1 Rev. 3.0, 1994. (VALIDADO)	2014	Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
4	METALES DISUELTOS Y TOTALES POR ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (VALIDADO)	2014	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
5	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) A 25 °C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.	2017	pH Value. Electrometric Method
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
6	TURBIDEZ	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.	2017	Turbidity. Nephelometric Method
Producto(s):				AGUA NATURAL

	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
	AGUA RESIDUAL

LABORATORIO : LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA.

CAMPO DE PRUEBA : QUÍMICAS (Incluye MUESTREO)

N°	TIPO ENSAYO	NORMA REFERENCIA	AÑO	TITULO
7	CIANURO TOTAL	ASTM D7511 - 12	2012	Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
8	CROMO VI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed.	2017	Chromium. Colorimetric Method
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA RESIDUAL (Validado)
9	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.	2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA RESIDUAL
10	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.	2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA RESIDUAL
11	METALES TOTALES POR ICP-OES (Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Ca, Cr, Co, Ce, Cu, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, P, K, Se, Si, Ag, Na, Sr, Tl, Sn, Ti, V, Zn)	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (VALIDADO)	2017	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA RESIDUAL
12	NITRÓGENO AMONICAL, AMONIACO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed.	2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL

13	OXIGENO DISUELTO EN CAMPO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed.	2017	Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA RESIDUAL
14	PH EN CAMPO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.	2017	pH Value. Electrometric Method
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
15	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,C, 22nd Ed.	2012	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
16	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,F, 22nd Ed.	2012	Solids. Settleable Solids.
Producto(s):				AGUA RESIDUAL
17	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,D, 22nd Ed.	2012	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA RESIDUAL
18	SULFUROS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S(2 ⁻) G, 23rd Ed.	2017	Sulfide. Ion-Selective Electrode Method.
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA RESIDUAL
19	TEMPERATURA EN CAMPO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed.	2017	Temperature . Laboratory and Field Methods
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA RESIDUAL

LABORATORIO : LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - MICROBIOLÓGICOS
CAMPO DE PRUEBA : MICROBIOLÓGICAS (Incluye MUESTREO)

N°	TIPO ENSAYO	NORMA REFERENCIA	AÑO	TÍTULO
20	BACTERIAS HETEROTROFAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed.	2017	Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Producto(s):				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
21	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	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.
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
22	COLIFORMES TOTALES	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.
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
23	ESCHERICHIA COLI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 23rd Ed.	2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures
Producto(s):				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO