

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Evaluación físico-química y microbiológica del agua consumida por la población y propuestas tendientes a su mejora, en Chulucanas, provincia de Morropón-Piura

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR

Pierre Joe Giancarlo Benites Ruesta

ASESOR

Alfredo Sandoval Norabuena

Morropón, Perú

2021

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 017 - 2022/UCSS/FIA/DI

Siendo las 09:00 a. m. del día 18 de marzo de 2022 - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------|
| 1. Julián Alberto Álvarez Paredes | presidente |
| 2. Elvira Teófila Castañeda Chirre | primer Miembro |
| 3. Natividad Lourdes Artica Cosme | segundo Miembro |
| 4. Alfredo Julián Sandoval Norabuena | asesor |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada **Evaluación físico-química y microbiológica del agua consumida por la población y propuesta tendientes a su mejora, en Chulucanas, provincia de Morropón-Piura** que presentan el bachiller en Ciencias Ambientales, **Pierre Joe Giancarlo Benites Ruesta** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

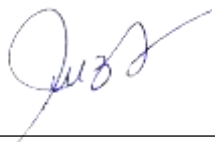
Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

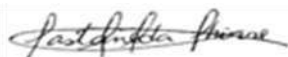
DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **BUENA** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferirle el **TÍTULO** de **INGENIERO AMBIENTAL**.

Lima, 18 de marzo de 2022.



Julián Alberto Álvarez Paredes
PRESIDENTE



Elvira Teófila Castañeda Chirre
1° MIEMBRO



Natividad Lourdes Artica Cosme
2° MIEMBRO



Alfredo Julián Sandoval Norabuena
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por permitirme la vida, que cada día pueda afrontar nuevos retos para salir adelante y ser una persona de éxito.

A mi familia que con su dedicación invaluable, amor y gran sacrificio hicieron posible mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios en primera instancia que me permite alcanzar este logro a nivel profesional y que me ofrece tener y disfrutarlo junto a mis seres queridos.

Agradezco a mi familia por haberme forjado en valores y principios bien fijados y que ahora son los cimientos de mi desarrollo.

A la Universidad Católica Sedes Sapientiae que me abrió las puertas y me dio la bienvenida al mundo laboral.

A mis maestros que con su dedicación ejercieron no solo la función de instructores y formadores, sino también por los gestos de empatía que demostraron el amor por su labor.

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE APÉNDICES	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes	5
1.2. Bases teóricas especializadas	11
1.2.1. El agua.....	11
1.2.2. El agua y sus usos.....	12
1.2.3. Situación del agua superficial.....	13
1.2.4. Disponibilidad de agua: escasez.....	14
1.2.5. Factores que afectan la calidad de los recursos hídricos.....	14
1.2.6. Calidad de agua.....	15
1.2.7. Parámetros del agua.....	17
2.1. Diseño de la investigación	21
2.1.1. Lugar y fecha.....	21
2.1.2. Población y muestra.....	22
2.1.4. Descripción de la investigación.....	27
2.1.5. Identificación de variables y su mensuración.....	31
Cadena de custodia.....	31
2.1.6. Análisis de datos.....	32
CAPÍTULO III: RESULTADOS	34
3.1. Parámetros físicos del agua consumida por la población de Chulucanas.....	34
3.2. Parámetros químicos del agua consumida por la población de Chulucanas.....	36
3.3. Parámetros microbiológicos del agua consumida de la población de Chulucanas.....	40
3.4. Estadística descriptiva de los datos.....	42
3.5. Prueba T de Student.....	44
3.6. Prueba de hipótesis.....	50

3.7. Evaluación de los resultados obtenidos-normas del Ministerio de Salud y Ministerio del Ambiente según el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobados D.S. N° 031-2010-S.A.	52
3.8. Propuestas tendientes de mejora en la distribución de agua potable.....	52
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES	56
4.1. Parámetros físicos del agua consumida por la población de Chulucanas	56
4.3. Parámetros microbiológicos del agua consumida en la población de Chulucanas	59
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	61
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	64
TERMINOLOGÍA	70
APÉNDICES	71

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Límites Máximos Permisibles (LMP) de parámetros microbiológicos y parasitológicos</i>	20
Tabla 2. <i>Límites Máximos Permisibles (LMP) de parámetros de calidad organoléptica</i>	20
Tabla 3. <i>Zonas de muestreo para agua de consumo humano Chulucanas</i>	23
Tabla 4. <i>Etapas de la investigación</i>	27
Tabla 5. <i>VARIABLES de estudio y su mensuración</i>	31
Tabla 6. <i>Materiales muestras microbiológicas</i>	32
Tabla 7. <i>Equipos para registro de datos de campo</i>	32
Tabla 8. <i>Equipos e instrumentos para registro de información</i>	33
Tabla 9. <i>Materiales y equipos</i>	33
Tabla 10. <i>Resultados parámetros físicos de agua consumo humano en Chulucanas</i>	34
Tabla 11. <i>Resultados parámetros químicos de agua consumo humano Chulucanas</i>	37
Tabla 12. <i>Resultados análisis microbiológicos del agua consumo humano Chulucanas</i>	40
Tabla 13. <i>Desviación estándar de los parámetros físicos</i>	42
Tabla 14. <i>Desviación estándar de los parámetros químicos</i>	43
Tabla 15. <i>Desviación estándar de los parámetros microbiológicos</i>	44
Tabla 16. <i>Prueba T de Student para la muestra Turbidez</i>	44
Tabla 17. <i>Prueba T de Student para la muestra Conductividad</i>	45
Tabla 18. <i>Prueba T de Student para la muestra Temperatura</i>	45
Tabla 19. <i>Prueba T de Student para la muestra pH</i>	46
Tabla 20. <i>Prueba T de Student para la muestra cloruros</i>	47
Tabla 21. <i>Prueba T de Student para la muestra dureza total</i>	47
Tabla 22. <i>Prueba T de Student para la muestra alcalinidad</i>	48
Tabla 23. <i>Prueba T de Student para la muestra calcio</i>	48
Tabla 24. <i>Prueba T de Student para la muestra magnesio</i>	49
Tabla 25. <i>Prueba T de Student para la muestra Coliformes totales</i>	49
Tabla 26. <i>Prueba T de Student para la muestra Coliformes fecales</i>	50

Tabla 27. <i>Parámetros físicos y su estimación del p valor</i>	51
Tabla 28. <i>Parámetros químicos y su estimación de p valor</i>	51
Tabla 29. <i>Parámetros microbiológicos y su estimación de p valor</i>	52

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Localización del proyecto de investigación	22
<i>Figura 2.</i> Valores NTU de las muestras analizadas según parámetros de turbidez, LMP 5	35
<i>Figura 3.</i> Valores uS/cm de las muestras analizadas según parámetros de conductividad, LMP 1500	35
<i>Figura 4.</i> Valores en °C de las muestras según parámetro de temperatura	36
<i>Figura 5.</i> Rangos de pH presentados en las muestras según unidades de pH, LMP 8.5	37
<i>Figura 6.</i> Valores en mg Cl/L de las muestras según parámetro Cloruros, LMP 250	38
<i>Figura 7.</i> Valores de mg CaCO ₃ /L de las muestras según parámetro dureza total, LMP 500	38
<i>Figura 8.</i> Valores en mg CaCO ₃ /L de las muestras según parámetros de alcalinidad, LMP 500	39
<i>Figura 9.</i> Valores en mg/L de las muestras según parámetro calcio total	39
<i>Figura 10.</i> Valores den mg/L de las muestras según parámetro magnesio total	40
<i>Figura 11.</i> Valores UFC/100 ml de coliformes totales en las muestras analizadas	41
<i>Figura 12.</i> Valores UFC/100 ml de coliformes fecales en las muestras analizadas	41

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Análisis de laboratorio muestras de agua	71
Apéndice 2. Zonas de donde se obtuvo las muestras de agua	82
Apéndice 3. <i>Cooler</i> para conservación de las muestras de agua	82
Apéndice 4. Toma de muestra de agua Pozo-Las Viñas	83
Apéndice 5. Toma de muestra de agua Pozo Huapalas	84
Apéndice 6. Toma de muestra de agua zona alta y baja de Chulucanas	85
Apéndice 7. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo según coordenadas	87
Apéndice 8. Formato de cadena de custodia o acta de muestreo	91
Apéndice 9. Diagrama de flujo de Potabilización de agua	92
Apéndice 10. Certificación de la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL).	93

RESUMEN

La investigación tuvo como propósito realizar una evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua consumida por la población y propuestas tendientes a su mejora, Chulucanas provincia de Morropón, Piura. Asimismo, comparar los resultados con la norma del Ministerio de Salud y Ministerio del Ambiente según el reglamento de calidad de agua para consumo humano aprobado por D.S. N° 031-2010-S.A. Los análisis físicos químicos y microbiológicos se realizaron en los Laboratorios y Asesoría Pintado E.I.R.L. y Laboratorio de Analytical Laboratory E.I.R.L con respaldo del Organismo Peruano de Acreditación INACAL (Ver Apéndice 10). El diseño de la investigación fue no experimental de tipo transeccional, se trabajaron nueve muestras (9) de manera convencional. Los resultados fueron comparados con los LMP y ECA. Para el cálculo se aplicó la media central, dispersión, desviación estándar, prueba T de student para una muestra y valores extremos. Parámetros físicos: turbiedad (NTU), conductividad (uS/cm), temperatura (°C) y parámetros químicos: pH, cloruros (mg Cl/L), dureza total (CaCO₃/L), alcalinidad total (mg CaCO₃/L), calcio (mg/L) y magnesio total (mg/L), de las muestras de agua, encontrándose dentro de los rangos y aptos para consumo humano, y LMP establecidos en las N.T.P. D.S. N° 031-2010-S.A. A diferencia de la muestra tres (3) de conductividad y la muestra tres (3) de cloruros que están por encima de los LMP establecidos en las N.T.P. El ensayo de los parámetros microbiológicos de coliformes totales y coliformes fecales están dentro de los LMP establecidos, a excepción de las muestras uno de ambos parámetros que sobrepasan los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-S.A.

Palabras clave: Agua de consumo humano, calidad, muestra, coliformes, monitoreo

ABSTRACT

The purpose of the research was to carry out a physicochemical and microbiological evaluation of the water consumed by the population and proposals for its improvement, Chulucanas province of Morropón, Piura. Likewise, compare the results with the norm of the Ministry of Health and Ministry of the Environment according to the regulation of quality of water for human consumption approved by D.S. N ° 031-2010-S.A. The physical, chemical, and microbiological analyzes were carried out at Laboratorios y Asesoría Pintado E.I.R.L. and Laboratory of Analytical Laboratory E.I.R.L with support from the Peruvian Accreditation Body INACAL. The research design was non-experimental of a transectional type, nine samples (9) were worked in a conventional way. The results were compared with the LMP and RCT. For the calculation, the central mean, dispersion, standard deviation, student's t test for a sample and extreme values were applied. Physical parameters: turbidity (NTU), conductivity (uS/cm), temperature (° C), and chemical parameters: pH, chlorides (mg Cl/L), total hardness (CaCO₃/L), total alkalinity (mg CaCO₃/L), calcium (mg/ L) and magnesium total (mg/L) of the water samples, being within the ranges and suitable for human consumption, and LMP established in the NTP D.S. N ° 031-2010-S.A. Unlike sample three (3) of conductivity and sample three (3) of chlorides that are above the MPL established in the N.T.P. The test of the microbiological parameters of total coliforms and fecal coliforms are within the established MPLs, with the exception of samples one of both parameters that exceed the MPL established in the S.D. N ° 031-2010-S.A.

Keywords: Water for human consumption, quality, sample, coliforms, monitoring

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso hídrico de vital importancia que ha sido afectado por la sobrepoblación y desarrollo industrial, ocasionando contaminación en los sistemas acuáticos y ecosistemas. Los componentes del agua han sufrido cambios en su composición principalmente debido a los agentes tales como minerales y agrotóxicos, originando aguas no aptas para consumo en la población (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2008). Así mismo, el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM indica que los Estándares de Calidad Ambiental [ECA] de agua, que para que sean utilizadas como aptas para consumo de la población, deben de tener un tratamiento previo. También, en conformidad a las normas vigentes, para que sea consumida por la población se debe realizar una desinfección.

Según la OMS (2008) aún falta en el Perú que se le dé la importancia al estudio de aguas contaminadas, principalmente las provenientes de fuentes naturales, estanques o cisternas de distribución urbana y rural, donde según Marchand (2002) manifiesta que en un estudio biológico realizada en poblaciones asentadas en áreas rurales, encontró en el agua presencia de bacterias heterotróficas 42,86 %, coliformes fecales termotolerantes 92,86 % y coliformes totales 92,86 % respectivamente, llegando a la conclusión que son aguas inaptas para el consumo humano. Sin embargo, el monitoreo y control del agua para consumo humano está definida como la “evaluación y examen”, de forma continua y vigilante (*World Health Organization* [WHO], 2011). La población de Chulucanas enfrenta diversos problemas de salud, siendo una de las principales las enfermedades diarreicas agudas (EDAS), por el uso de fuentes inocuas de agua para consumo humano.

El presente estudio, está estructurado en seis capítulos. Capítulo I hace referencia al marco teórico, conteniendo sus antecedentes nacionales e internacionales que se utilizaron para las discusiones de la investigación y sus bases teóricas especializadas que ayudan fortalecer y complementar la investigación. Información que permitió conocer, analizar e interpretar conceptos sobre la calidad de agua de consumo humano (D.S. N° 031-2010-S.A), características, parámetros físicos, químicos y microbiológicos, y los estándares nacionales establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM. En el Capítulo II la información

proporcionada corresponde a materiales y métodos, donde se indica la utilización del método no experimental siendo la muestra representativa la población de Chulucanas. El Capítulo III se ubican los resultados obtenidos de las nueve (9) muestras de agua de consumo humano de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Capítulo IV referido a las discusiones donde los valores obtenidos se comparan y discuten con otras investigaciones similares. El Capítulo V son las conclusiones que arrojo la investigación y el Capítulo VI referido a las recomendaciones que se hacen en función a las conclusiones obtenidas en el presente estudio. Finalmente, las referencias bibliográficas, terminología y apéndices respectivamente.

Por lo que es indispensable verificar la calidad de agua, la presente investigación planteó como objetivo evaluar los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos del agua consumida por la población de Chulucanas y que sus resultados sean un aporte para tomar acciones que sean necesarias y adecuar el mejor tratamiento, de monitoreo y control.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar aspectos físico-químicos y microbiológicos del agua consumida por la población y plantear propuestas tendientes a su mejora, en Chulucanas, Provincia de Morropón-Piura.

Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros físico-químicos del agua consumida por la población de Chulucanas.
- Determinar los parámetros microbiológicos; presentes en el agua consumida por la población de Chulucanas.
- Evaluar los resultados obtenidos con las normas del Ministerio de Salud (D.S. N° 031-2010-S.A) y Ministerio del ambiente según el D.S. N° 004-2017-MINAM y establecer propuestas tendientes a su mejora.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Internacional

García (2018) realizó un estudio del uso potencial del agua potable obtenida de los sistemas de captación, en las zonas 24 y 25 del municipio de Guatemala, Ciudad de Guatemala. El objetivo fue determinar la situación actual de los sistemas de captación de agua potable para consumo. Siguiendo una metodología basada en un diagnóstico con entrevistas estructuradas y semiestructuradas a 52 personas involucradas en dicha actividad. Determinó los valores fisicoquímicos y microbiológicos de 24 muestras tomadas en cinco colegios pertenecientes al municipio de Guatemala, usando como parámetro de comparación la Norma Guatemalteca NGO 29 001: 99 de agua potable, fue la que utilizaron como base para la comparación de los resultados obtenidos en la presente investigación. Para la comparación de resultados aplicaron un criterio analítico, haciendo uso de gráficas. Asimismo, los filtros implementados en las zonas 24 y 25 del municipio de Guatemala, fueron eficientes para disminuir los parámetros fisicoquímicos, fueron eficaces en un 72 % en los parámetros estudiados, en el caso de los parámetros microbiológicos, los filtros no cumplieron con su función, puesto que detectó la presencia de coliformes totales como *E. coli*. De esta manera los resultados obtenidos indicaron que las muestras de agua potable estudiadas no cumplen con las normas establecidas y no era un agua apta para consumo humano. Concluyendo que el agua de consumo humano debe dársele una enmienda necesaria y así cumplir con los valores establecidos en la norma vigente para agua potable.

Calderón y Orellana (2015) estudiaron la calidad de agua potable del campus de la Universidad de Cuenca, Ecuador. El principal objetivo fue realizar un control físico, químico y microbiológico del agua potable que ingresa al campus de la Universidad de Cuenca, Ecuador. Los parámetros analizados fueron físicos (temperatura, turbiedad, olor, color, sabor, conductividad); químicos (alcalinidad, pH, oxígeno disuelto, dureza total, cloruros, nitritos, cobre, cloro libre, hierro; microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales, Aerobios mesófilos). Los resultados que obtuvieron de las muestras analizadas fueron, según

el análisis comparativo con los valores establecidos en la norma de INEM 1108:2014 demostrando que las muestras fisicoquímicas en su mayoría cumplen de manera satisfactoria con los requerimientos de calidad de agua potable. Pero existen resultados de las muestras microbiológicas indicativos de contaminación en las fuentes de agua que se utilizan de manera primordial para el uso humano en las instalaciones del campus universitario. Concluyendo que, mediante la implementación de medidas de limpieza, y desinfecciones frecuentes estas alteraciones pueden ser erradicadas.

Zhen (2009) llevó a cabo una investigación de los índices de calidad del agua en la quebrada Victoria Guanacaste, Costa Rica (2007-2008) durante un año hidrológico que incluyó un periodo lluvioso y seco. El principal objetivo del estudio fue determinar los parámetros biológicos, físicos y químicos en la quebrada Victoria. El propósito del estudio fue evaluar la calidad de agua desde la naciente de la quebrada hasta la toma del acueducto, identificando 15 puntos de muestreo. Aplicó una prueba estadística de Shapiro-Wilks utilizando un programa de InfoStart versión 1.1. para el análisis de datos. Los resultados mostraron que en la parte baja de la quebrada el agua fue ácida con pH medio de 4.7, y en la parte alta de la quebrada fue ligeramente neutra con pH medio de 6,5. En el año 2008 que fue un periodo de transición de lluvioso a seco, la calidad de agua estuvo afectada en el punto 14 debido a la presencia de suelos arcillosos y muy erosionados, con aumento del parámetro turbiedad en $> 2,5$ UNT y en el parámetro color en > 10 U.Pt – Co. También, en los puntos 4, 12 y 14 hubo un incremento en los parámetros biológicos en coliformes fecales en > 2000 NPM / 100 ml, debido a la transición del periodo lluviosos a seco registrado en el año 2008 y a la tormenta tropical Noel del 2007; fecales cuyos rangos fueron de 0 y 4 600 NMP100 ml⁻¹. El autor concluyó en que los pozos 13 y 14 presentaron contaminación fecal en la época de transición seca a lluviosa 2008, debido al aumento de *Escherichia coli* (2000 NPM / 100 ml), por lo que estas fuentes no fueron aptas para consumo poblacional.

1.1.2. Nacional

Cruz (2018) estudió el análisis de la calidad de agua para consumo humano en la ciudad de Palcazú, Puno. El objetivo principal fue determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua. Aplicó un diseño no experimental descriptivo correlacional. La metodología que empleó fue determinar los valores de las muestras de agua y los comparó

con la normatividad oficial peruana, empleando la prueba presuntiva, confirmativa y completa. Realizó un análisis estadístico con un nivel de confianza del 95 % aplicando la prueba de NMP. También, para el análisis de las estaciones del año y colonias muestreadas empleó el método estadístico de U de Mann Witney. Los resultados que obtuvo fueron que las pruebas presuntiva, confirmativa y completa de los análisis realizados a las muestras de agua fueron inferiores a los ECA del agua en los indicadores inorgánicos, químicos y físicos. Mientras, que el indicador microbiológico se encontró en niveles superiores a los establecidos en el reglamento de los ECA categoría A-2 por la presencia de coliformes termotolerantes, estableciendo un tratamiento convencional al agua y de esta manera pueda tener uso poblacional. Concluyó que el agua para ser consumida por la población debe someterse a un tratamiento convencional por haber sobrepasado el ECA de los coliformes termotolerantes.

Mendoza (2018) en la “Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial realizado en el centro poblado de Sacsamarca, Ayacucho, Perú”, tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del agua superficial empleada para consumo humano. La investigación la ejecutó en los meses de junio y setiembre del 2017 y realizó el monitoreo de calidad de agua de los parámetros fisicoquímicos donde planificó ocho estaciones de muestreo, ubicadas en el río Caracha, reservorio y efluente de la poza de tratamiento del pueblo, Puquial y laguna Uerpococcha para realizar en la misma zona las respectivas mediciones y toma de muestras. Aplicaron pruebas estandarizadas como gravimétricas y volumétricas, además de las de absorción atómica. Los resultados de las variables en estudio reportaron: valores de temperatura que oscilaron entre 10,6 y 23,8 °C, CE entre 47 y 843 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS entre 16 y 437 ppm, pH entre 5,20 y 8,32; DQO entre 0 y 9,98 mg/L, sólidos totales 0,71 y 473,7 mg/L, fosfatos entre 0,0120 y 8,8356 mg/L, nitratos entre 0,1101 y 3,6917 mg/L, sulfatos entre 7,1420 y 65,9218 mg/L, asimismo, los metales, arsénico presentaron rangos óptimos de concentración entre 5 – 200 $\mu\text{g}/\text{L}$, cadmio entre 0,05 – 2 mg/L, 0,2 – 20 mg/L de calcio, 0,2 – 10 mg/L de cobre, 0,3 – 10 mg/L de hierro, 0,02 – 2 mg/L de magnesio, 0,2 - 10 $\mu\text{g}/\text{L}$ de mercurio, 1 – 20 mg/L de plomo, 0,1 – 2 mg/L de potasio, 0,03 – 1 mg/L de sodio y zinc entre 0,05 – 2 mg/L respectivamente. Concluyó que el agua de la laguna Uerpococcha y el reservorio no presentó problemas graves de contaminación, mientras que en el puquial recomendó que no debió realizar actividades de lavado de prendas de vestir.

Cava y Ramos (2016) en el trabajo sobre la “Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano en la localidad La Junta del distrito de Pacora-Lambayeque y propuesta de tratamiento” tuvieron como objetivo de investigación caracterizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de consumo y aportar con tratamientos para la mejora del servicio. La investigación evaluó a 10 puntos de muestreo que incluyó la poza subterránea, el tanque de agua y 8 unidades vecinales, recolectando por semana un total de 40 muestras, en la cual fueron evaluados 19 parámetros. Los resultados que mostraron fueron los siguiente: la temperatura oscila entre 19 – 25 °C, la turbidez entre 0,52 – 0,72 NTU, el color entre 6 - 7 UC, el pH entre 7,8 – 8,4, la alcalinidad entre 570 - 676, los cloruros entre 270 - 298 mg/L, la dureza entre 204-296 mg/L, calcio entre 51.6 – 68.8 mg/L, magnesio entre 30,8 - 41,2 mg/L, además, de 3 400 – 3 475 $\mu\text{s}/\text{cm}$ de conductividad. En cuanto a los nitratos los valores que encontraron fueron de 21,7 – 22 mg/L, asimismo, los sólidos totales disueltos entre 2 040 - 2 085 mg/L, sulfatos entre 455,2 – 490,2 mg/L, arsénico entre 0,0023 – 0,0026 mg/L, plomo entre 0,003- 0,005 mg/L, cloro residual con 0 ppm, *Coliformes totales* entre 30 - 50 UFC/100 ml y *Coliformes termotolerantes* entre 1 - 2 UFC/100 ml. Con respecto a los indicadores a la dureza total, turbidez, pH, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos estos fueron encontrados dentro de los límites para consumo humano, y entre los parámetros que sobrepasaron los límites estaban los cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, *Coliformes totales* y *Coliformes termotolerantes*. Concluyó en la presente investigación que el agua del distrito de Pacora, Lambayeque no fue apta para consumo humano.

Guimaraes (2015) en la investigación titulada “Calidad del agua para consumo humano en poblaciones no abastecidas por EMAPACOP S.A de Nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo. El objetivo de la investigación fue determinar la cultura hídrica, en el distrito de Gallería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali 2014”. La metodología que utilizó fue analizar las variables: conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, pH, temperatura, Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y cloro residual libre. Utilizó un GPS Garmin con una precisión de 10 metros para determinar los puntos de muestreo, además, utilizó el software ArcGis 10,0 y Mapsoon del cual se obtuvieron los datos DEM SRTM. Asimismo, aplicó la prueba de “t de Student” en el análisis estadístico y

de esta manera poder encontrar la diferencia significativa en cada uno de los parámetros estudiados. Los resultados que encontró de cloro residual libre arrojaron 0 en todos los casos, asimismo, fueron reportados valores de hasta 223 UFC/100 ml de Coliformes totales y 39 UFC /100 ml de Coliformes termotolerantes, parámetros inferiores según lo señalado por el reglamento de calidad de agua de consumo humano DS N° 031-2010 a los Límites Máximos Permisibles (LMP). También, realizó la evaluación biológica del agua de consumo poblacional y sus valores fueron inferiores a los Límites Máximos Permisibles realizadas al primer pozo, siendo lo contrario en el segundo pozo. En el análisis biológico le resultó con presencia de bacterias termotolerantes y presencia de coliformes totales. La cultura hídrica lo determinó mediante la prueba de entrada, indicando que tienen conocimiento en temas de cuidado de agua, limpieza y mantenimiento de la fuente de agua (pozo tubular). Obtuvo como resultado que el 90 % de la población, tenía una cultura hídrica que fortalece en beneficio de la mejora del uso de agua de calidad. Concluyó que el agua para consumo fue encontrada apta para el consumo humano, ya que las muestras de agua tomadas estuvieron por debajo de los LMP, en sus parámetros físico, químicos y microbiológicos.

Casilla (2014) en el estudio denominado “Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez, Puno-2014”, planteó como objetivo principal de la investigación evaluar la calidad del recurso hídrico a través de un diagnóstico y características de las diferentes áreas contaminadas de la cuenca del río Suchez, Puno. El propósito de la investigación fue que la población asentada en la cuenca del río Suchez, Puno conociera la calidad de agua que consume. El diseño de la investigación que planteó fue descriptivo no experimental. El área de estudio donde desarrolló la investigación esta una altitud de 3 844 a 3 904 m s.n.m. y abarco 35 km de la cuenca del río Suchez a partir de su desembocadura. Además, hizo la caracterización de los cuerpos de agua del río Suchez en los siguientes parámetros pH, sulfatos, calcio, magnesio, sodios (iones mayores), conductividad eléctrica y partículas menores. Los resultados de la investigación que evidenció fue la presencia de baja cantidad de partículas suspendidas en < 5 mg/L, y con posibilidad de incrementar debido a que la inclinación de la desembocadura va disminuyendo. Concluyó que el catión más importante fue el calcio con 24,0-16,0 mg/L y el anión más predominante es el sulfato 32,0-24 mg/l. Además, indicó que los ecosistemas locales corren el riesgo de contaminación, perjudicando la salud de la población. Es por ello

que la Institución Agua Sustentable a través de la Asociación Fauna Agua realizaran un análisis y determinar la situación de la contaminación de la cuenca.

Cacho (2014) en la investigación titulada “Calidad de agua de consumo humano en la ciudad de Cajamarca, región Cajamarca – 2014”, determinó como objetivo principal conocer la calidad del agua de consumo poblacional en la ciudad de Cajamarca. La investigación la realizó con el propósito de monitorear 28 puntos durante cuatro meses y con una frecuencia quincenal, estudiando las variables; cloro libre residual, conductividad, pH, turbiedad, sólidos totales disueltos, *Coliformes totales* y *Coliformes termotolerantes*. La información que recolectó, la procesó y analizó a través del programa Microsoft Office Excel 2010. Además, utilizó el coeficiente de Spearman para el análisis de correlación de los datos. Aplicó un análisis estadístico empleando el coeficiente de Pearson, y el análisis de correlación. Los resultados evidenciaron incrementos de la fluctuación del cloro residual del agua potable en la ciudad de Cajamarca. También, fueron encontrados valores para coliformes termotolerantes como para coliformes totales de <1. Asimismo, los valores de temperatura variaron de 12,7 °C a 23 °C. Mientras que los rangos de conductividad eléctrica 147,5 -186,7 UNT y sólidos totales 231-405 µS/cm se mantuvieron constantes. Finalmente, los valores de turbiedad variaron de 0,35 a 3,51 UNT y el pH entre 6,19 y 8,50 respectivamente. Concluyó que el agua potable que se consume en la ciudad de Cajamarca está dentro de los estándares de calidad según el D.S N° 002-2008-MINAM.

Avila y León (2012) investigaron la calidad de agua para consumo humano en el área urbana del distrito de Trujillo, La Libertad. El objetivo central de la investigación fue determinar las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua que se consumía en el distrito de Trujillo. El diseño de la investigación fue descriptivo no experimental. La metodología de estudio que utilizaron fue basada en la comparación de los resultados con las normas de referencia en el reglamento de calidad de agua para consumo humano y la norma de fuentes de agua de la Organización Mundial de la salud (OMS). Para lo cual diseñaron un programa de muestreo donde determinaron 5 puntos estratégicos de la localidad (Covirt, San Andrés, Monserrate, Vista hermosa y Trupal), cada punto fue muestreado tres veces. Los resultados obtenidos de la calidad de agua fueron: temperatura 24,8 °C-35,2 °C, color de 1-5 unidades, turbidez 0,1-3,2 UNT, conductividad eléctrica 250-900 uS/cm, pH 6,2-6,9, sólidos totales

750-1020 mg/L, alcalinidad 12-15 mg/L, dureza total 400-620 mg/L, cloruros 25-115 mg/L, nitritos 0,30-1,40 mg/L, sulfatos 30-110 mg/L respectivamente. En la parte bacteriológica los resultados de los sectores Covirt, Vista hermosa y Trupal fue nulo. En el resto de los reservorios presentaron coliformes fecales y totales. Concluyeron que el agua proveniente de los reservorios que se distribuyeron por la empresa SEDALIB de Trujillo fue apta para consumo humano lo que implicó que el tratamiento y desinfección que debió hacerse mejoró la calidad de agua para consumo humano y de esta manera abastecer a la población de Trujillo.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. El agua

El agua es un recurso natural presente desde hace más de 3 mil millones de años, como componente esencial de los ecosistemas y los seres vivos, ocupando las $\frac{3}{4}$ partes de la superficie terrestre. Compuesto por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, que al juntarse se forma la molécula de H₂O (agua) (Carbajal y Gonzáles, 2012).

Además, el agua tiene una densidad electrónica con distribución irregular, donde el oxígeno, es un elemento electronegativo, y los electrones se atraen por enlaces covalentes, de forma que en el átomo de oxígeno se centra la mayor carga negativa y la menor carga se centra cerca de los hidrógenos (Carbajal y Gonzáles, 2012).

Dicho elemento lo podemos encontrar en diferentes medios como océanos, lluvia, o de forma líquida etc., Además, en témpanos en forma de sólidos, como gas en las nubes en forma gaseosa, debido a que las moléculas se unen entre sí y determinan su forma. También, el agua es el elemento principal para la vida vegetal y animal, es insípida, casi inodoro e incoloro (Carbajal y Gonzáles, 2012).

Asimismo, es un recurso natural renovable y vulnerable e indispensable para la vida, catalogado como recurso estratégico para el desarrollo sostenible (Ley de Recursos Hídricos N°29338, 2009).

1.2.2. El agua y sus usos

El agua es un recurso que ocupa la tercera parte del planeta, siendo muy abundante para todo el planeta tierra, el 20 % se destina a la industria y el 10 % se destina al consumo doméstico. También, en los seres vivos es su principal componente para la vida. Para Ramos (2016) según su uso se clasifican en:

Uso doméstico y humano

A este nivel el 10 % del agua es destinado solo para el uso doméstico, usándose en las diferentes actividades cotidianas que ello demanda y que puede incluir limpiar la casa, lavar los platos, lavar la ropa, preparar alimentos, beber, bañarse, además del uso necesario para regar los vegetales y atender a los animales (Ramos, 2016).

Según, Ramos (2016) el agua de consumo debe reunir las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas y de esta manera no sea un peligro su uso en la población, ni genere de parte del usuario un rechazo total, debiéndose ser utilizada sin restricción alguna en la higiene personal, preparación de comidas y bebidas directas.

Uso industrial

A este nivel el agua es un recurso usado como materia prima por procesos industriales para la generación de vapor de calderas, intercambiadores de calor en los sistemas refrigerantes y de refrigeración, calefacción en los procesos térmicos en las destilerías de petróleo, en la industria láctea, lavaderos de lana, curtiembres, refinerías, industria petroquímica, etc. (Ramos, 2016).

Uso gubernamental

Hace referencia al recurso hídrico utilizado en áreas públicas, bebederos y oasis, y de esta manera estén dispuestos e instalados bajo sistemas contra incendios en las diferentes organizaciones e instituciones del estado, así como también, como dispensadores públicos y de higiene para la población usuaria (Ramos, 2016).

Uso en la agricultura

El sector agrícola es uno de los sectores que utiliza la mayor cantidad de agua, significando muchas veces alrededor del 69 % de consumo. En el riego agrícola se pierde cantidades significativas de agua debido a la transpiración de las plantas, producción de frutos, flores y por evaporación. El agua subterránea extraída se infiltra superficialmente y se pierde por evaporación no productiva mayormente (Ramos, 2016).

1.2.3. Situación del agua superficial

En la Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA (2018), indica que en el Perú discurren el 5 % de la disponibilidad de agua a nivel mundial, lo que representa alrededor de dos millones de metros cúbicos de agua dulce.

Asimismo, la resolución señala que en los andes del Perú, la presencia de la cordillera permite una división en tres grandes regiones desde el punto de vista hídrico. Así, tenemos que la región de la vertiente del lago Titicaca cuenta con 13 unidades hidrográficas (U.H), la del Amazonas cuenta con 84 unidades hidrográficas (U.H) y la del Pacífico con 62 unidades hidrográficas (U.H) respectivamente. Además, que la vertiente del Titicaca tiene una disponibilidad del recurso hídrico de 0,56 % y una población de 3,36 %, la vertiente del Amazonas cuenta con una disponibilidad de 97,27 % del recurso hídrico y 30,76 % de la población, finalmente la vertiente del pacifico tiene 2,18 % del recurso hídrico y 65,98 de población.

1.2.4. Disponibilidad de agua: escasez

Según Reynolds (2002), el agua se encuentra en estado de vulnerabilidad por negligencia, falta de concientización y falta de información de las instituciones locales, regionales y nacionales, colegios profesionales y municipalidades entre otros, sobre el cuidado y uso razonable de tan valioso recurso hídrico.

Existen poblaciones en el mundo con falta de disponibilidad de agua y en muchos casos carentes de este valioso recurso, lo que representa alrededor de la tercera parte de la población del planeta. A medianos del decenio de los años 90 el 40 % de la población mundial (80 países) sufren por la no disponibilidad de agua para su consumo y uso cotidiano, y se proyecta que en 25 años la escasez se incrementara en las dos terceras partes de la población mundial (Reynolds, 2002).

Las necesidades aumentaran en un 40 % se pronostica para el año 2020, y que el uso de agua en la producción alimentaria crecerá en un 17 % con la finalidad de atender el crecimiento poblacional y sus necesidades (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2002).

1.2.5. Factores que afectan la calidad de los recursos hídricos

Factores principales que afectan la calidad del recurso hídrico:

- a. Actividades humanas.** Son acciones que realizan las poblaciones y actividades productivas que emplean y usan el agua desde la fuente o manantial, además, de producir aguas no aptas que generan contaminación por el mal manejo de la infraestructura sanitaria y falta de tratamiento de las aguas domesticas residuales. También el uso ineficiente e irresponsable de productos químicos, hidrocarburos y la minería que trae consigo gradación del suelo y pérdida de la biodiversidad (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016).
- b. Naturales.** Es toda acción producida de manera natural sin interferencia del ser humano, así tenemos procesos naturales tales como, fenómenos naturales, actividades

volcánicas, cambio climático, actividades geológicas, edafología y actividades hidrológicas (ANA, 2016). También, Peña, (2012) manifiesta que la ausencia de agua se le atribuye generalmente a que nuestros ríos se están secando, glaciares derritiéndose y lagos disminuidos de agua.

1.2.6. Calidad de agua

Según, la Organización Mundial de la Salud [OMS], (2018) las características biológicas y fisicoquímicas son los parámetros que definen la calidad de agua. Además, la aceptación o rechazo va a depender de la lectura de dichos parámetros. La presencia de sustancias físicas y químicas en el agua son las que van a determinar si afectan o alteran la condición de salud de la población.

Por otro lado, los parámetros biológicos van a determinar la presencia de microorganismos que alteran la calidad del agua y la condición de salud de la población ocasionando problemas graves. También, este indicador nos alerta de la presencia de *Salmonella*, Coliformes fecales y *Escherichia coli*.

Las aguas consideradas para consumo humano serán aquellas donde sus parámetros fisicoquímicos y biológicos cumplan con las normas y estándares técnicos establecidos y de esta manera puedan ser utilizados para los diferentes menesteres domésticos tales como: higiene personal, preparación de alimentos, bebida, lavado de utensilios entre otros (Organismo Panamericano de la Salud [OPS], 2003).

Por otra parte, Rock y Rivera, (2014) manifiestan que las características químicas, físicas o biológicas del agua definen la calidad del agua. También, indica que la salud de los ecosistemas se basa en determinar y evaluar la calidad de agua. Asimismo, Custodio y Llamas (1996) indica que la calidad de agua destinada a ser consumida por el hombre ha sido, y es, una de las principales variables importantes. El agua potable es aquella agua que puede ser consumida por el hombre sin generar ningún peligro o efecto extraño a la salud.

a.- Calidad química del agua

La presencia de materia orgánica y mineral son variables que influyen en la determinación de la calidad de agua. A continuación se indica las razones de efectuar los diferentes análisis químicos en el agua potable: conocer las concentraciones de los componentes químicos que se encuentren en el agua y compararlos con las normas establecidas, determinar la presencia de nitratos que son un indicador de mineralización de la materia orgánica, la presencia de nitritos indican que la materia orgánica ha sufrido oxidación, presencia de amoníaco y finalmente presencia de nitrógeno (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018).

b.- Calidad física del agua

Se denomina así a lo observado por los sentidos, donde se evalúa y registra los diferentes parámetros como, sabor, textura y olor, indicadores que acreditan las condiciones saludables del agua. También, indican que estos parámetros son los que llaman la atención del usuario, por lo tanto, son de vital interés por el usuario (OMS, 2018).

c.- Calidad microbiológica del agua

El agua de consumo poblacional, previamente a su consumo debe tener un tratamiento y así eliminar coliformes fecales y otros microorganismos presentes en ella. El agua que mayormente se bebe, puede ocasionar infecciones o enfermedades producidas por parásitos, protozoos, virus y bacterias y de esta manera ponen en riesgo a la población usuaria de este importante recurso hídrico (OMS, 2018).

La presencia o ausencia de Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* reflejados en un análisis de agua son indicadores que determinan la calidad desde el punto de vista microbiológico. *Escherichia coli* debe considerarse como indicio seguro de contaminación fecal reciente y, por lo tanto, peligrosa que exige la aplicación de medidas urgentes (OMS, 2018).

También, la presencia de microorganismos en el agua elabora a partir del triptófano indol en rangos de 21 ± 3 h a $44 \pm 0,5$ °C; pueden generar reacciones de descarboxilación del ácido L-Glutámico, debido a la presencia de la enzima BGalactosidasa que es la que reacciona de manera positiva juntamente con el rojo de metilo, y a la vez muestra ineficiencia al emplear citrato como fuente única de carbono o de incrementar el KCN (cianuro de potasio) en un medio de cultivo (Rojas, 2018).

Toda agua para uso de consumo humano según el Ministerio de Salud (2010) debe estar libre de:

- Bacterias termotolerantes, coliformes totales y *Escherichia coli*,
- Virus,
- Quistes, ooquistes de protozoarios patógenos, huevos y larvas de Helmintos.
- Libres de algas, protozoarios, y nemátodos en todos sus ciclos evolutivos.
- Menos de 500 UFC/ml a 35 °C para bacterias heterotróficas.

1.2.7. Parámetros del agua

a. Parámetros fisicoquímicos del agua

pH: Potencial de hidrógeno

Parámetro utilizado para determinar el comportamiento del ion hidrógeno, donde involucra la concentración del ion hidrogeno $[H^+]$ elevado al logaritmo del inverso de diez. Valores que pueden considerarse neutro (7) y valores que pueden ir desde 0 hasta 14. Así, tenemos que el agua puede registrar valores desde menores de 7 (ácida), neutra (7) y básica o alcalina que están por encima de 7. El gran porcentaje de este recurso se encuentra en estado natural que en una escala de 14 grados tiene valores de pH que van desde 5,5 a 8,6 los valores de pH se trabajan a escala de diez con valores logarítmicos, lo que refleja que cada valor sucesivo de pH es diez veces superior que el valor obtenido anteriormente (American Water Works Association, 2003).

Sólidos totales disueltos (STD)

Son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Los sólidos disueltos totales, también conocidos como residuos filtrables totales, en aguas naturales consisten principalmente en carbonatos, bicarbonatos, cloruro, sulfato, calcio, magnesio, sodio y potasio. La materia orgánica disuelta y metales disueltos y otras sustancias también representan una pequeña porción del residuo disuelto en el agua (American Water Works Association, 2003).

Conductividad eléctrica

Son valores que hacen referencia a una temperatura de 25 °C. Asimismo, la C.E (conductividad eléctrica) es un indicador de la capacidad que tienen un sustrato o solución líquida que en presencia de iones transporta la corriente. Por lo tanto, se puede definir como la capacidad que tienen los electrolitos o sales inorgánicas para conducir de un lado a otro la corriente eléctrica. Esta propiedad varía con la concentración total de sustancias ionizadas disueltas en el agua, con la temperatura, con la movilidad de los iones, con la valencia de los iones y con las concentraciones real y relativa de cada ion (Ramos, 2016).

Dureza total

La presencia de magnesio y calcio son unas de las principales causas de la dureza del agua. Químicamente la presencia de metales bivalentes y presencia de cationes que juntamente con el jabón se precipitan con los diferentes aniones existentes para formar incrustaciones. Asimismo, el aluminio es considerado también causante de dureza, pero su solubilidad al pH del agua natural es tan limitada, que sus concentraciones se consideran despreciables (Ramos, 2016).

Turbiedad

Se considera a la dispersión de las partículas debido a la presencia de los rayos luminosos que estos atraviesan, para finalmente en presencia de materia orgánica e inorgánica se refleja dividida (Ramos, 2016).

Cloro residual libre

Está presente en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito en el agua, cuya función es la de protección de impurezas en el agua, es necesario para evitar la contaminación microbiológica (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], 2013).

También se define como la concentración de cloro presente en el agua, luego de aplicar la cantidad indicada, verificando el tiempo necesario de contacto con la reacción oxidativa, donde se utiliza la misma (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], 2013).

b. Parámetros microbiológicos del agua

Coliformes termotolerantes

Son bacterias que se encuentran en los tractos digestivos de la mayoría de los animales de sangre caliente, y en los humanos. Los efectos ambientales más dañinos de las bacterias Coliformes fecales provienen de la contaminación de los sistemas acuáticos, que se atribuye a la introducción directa de desechos humanos o animales en vías fluviales, o a plantas de tratamiento de aguas residuales o escorrentía agrícola (Robbins, 2007).

Coliformes totales

La *Escherichia Coli*, *Enterobacter Klebsiella*, y *Citrobacter Freundii*. Microorganismos presentes de manera natural en la vegetación y suelo, donde no se les considera como una variable de contaminación. Por lo antes señalado a este grupo de microorganismos si se les considera como un parámetro de contaminación fecal, ocasionando perjuicio de contaminación microbiológica (Robbins, 2007).

c. Límites Máximos Permisibles para el agua (LMP)

Según la Ley General del Ambiente N° 28611, es la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos, que al ser excedida puede causar daño a la salud de la población.

El Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (Tabla 1 y 2), aprobado por el D.S. N° 031-2010-S.A, dispone los siguientes límites:

Tabla 3

Límites Máximos Permisibles (LMP) de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	LMP
Coliformes totales.	NMP/100 ml	50 (*)
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0 (*)
Coliformes termotolerantes o Fecales.	NMP/100 ml	20 (*)
Vibrio cholerae	Presencia /100 ml	Ausencia
Formas parasitarias	N° org/L	0
Virus	UFC / ml	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copéodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

Fuente: D.S 031-2010-S.A

NMP = Número más probable

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

Tabla 4

Límites Máximos Permisibles (LMP) de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	LMP
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Unidad de pH	6,5 a 8,5
Conductividad	µs/cm	1 500
Sólidos totales disueltos	mg / L	1 000
Cloruros	mg / L	250
Sulfatos	mg / L	250
Dureza	mg / L	500
Amoniacó-N	mg / L	1,5
Hierro	mg / L	0,3
Manganeso	mg / L	0,4
Aluminio	mg / L	0,9
Cobre	mg / L	2,0
Zinc	mg / L	3,0

Fuente: D.S 031-2010-S.A

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METÓDOS

2.1. Diseño de la investigación

La presente investigación utilizó un diseño de investigación no experimental de tipo transversal. No experimental porque no se pueden manipular variables, los datos reunidos fueron obtenidos de los diferentes análisis que se realizaron al agua y de tipo transversal ya que la recolección de datos se realizó en un solo tiempo (Hernández *et al.*, 2003). Asimismo, tiene la ventaja que se basan en la observación que existe en la realidad de objetos producto de la investigación sin intervenir ni manipular en ellos (Sierra, 2003).

2.1.1. Lugar y fecha

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Chulucanas, Provincia de Morropón, región Piura. Se ubica a los 5° 05' 47" latitud sur y a 80° 09' 39" latitud oeste, y está ubicada en la zona norte del Perú, a una altitud de 92 m s.n.m (Figura 1). El estudio tuvo una duración de 6 meses. Iniciándose en el mes de octubre de 2020 hasta el mes de febrero de 2021.



Figura 1: Localización del proyecto de investigación. Fuente: Google Earth.

2.1.2. Población y muestra

a. Población: Estuvo representada por el agua que consume los pobladores de Chulucanas, Provincia de Morropón. Donde se identificaron diferentes puntos de muestreo, para luego determinar los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos del agua que consume la población de Chulucanas.

- **Parámetros físicos:** temperatura, conductividad y turbiedad.
- **Parámetros Químicos:** pH, cloruros, dureza, alcalinidad, magnesio y calcio.
- **Parámetros microbiológicos:** bacterias coliformes totales, bacterias termotolerantes.

b. Muestra: Estuvo constituida por 09 puntos para la toma de muestras: 1 en la captación, 2 al ingreso a la planta de potabilización 2 zona alta, 2 zona baja 2 grifos a la entrada de las viviendas asignadas aleatoriamente. Puntos de muestreo fueron identificados previamente. La herramienta que se utilizó fue el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) el cual

permitió el registro de los datos y coordenadas en UTM y en sistema WGS84 (Dirección General de Salud [DIGESA], 2015) (Tabla 3).

c. Representatividad: Todos los puntos de muestreo fueron georreferenciados para plasmarlos en registros y mapas, se tomaron fotografías de los lugares a muestrear y se anotó cualquier observación que se pueda presentar. El muestreo tuvo una duración de tres meses.

Tabla 3

Zonas de muestreo para agua de consumo humano Chulucanas

Puntos	Coordenadas UTM WGS 84	
	Este (E)	Norte (N)
M-1	609358,00	9438976,00
M.2	592532,47	9440501,32
M-3	588572,83	9432535,68
M-4	593787,45	9438025,57
M-5	593297,87	9437471,24
M-6	592827,97	9436698,00
M-7	592832,23	9436562,02
M-8	593028,40	9436539,65
M-9	592890,67	9436327,57

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen la ubicación respectiva de cada zona de muestreo y en el Apéndice 7 se encuentran el mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo de acuerdo con las coordenadas:

- M-1: Captación sistema de gravedad, quebrada Sabila (San Pedro)
- M-2: Sistema de bombeo-Pozo la Viña
- M-3: Sistema de bombeo-Pozo Huapalas
- M-4: Zona alta de Chulucanas-Mercado Jarrin, agua captada del caño
- M-5: Zona alta de Chulucanas-Jr Apurímac, agua captada del caño
- M-6: Consumo Ca Huancavelica N° 567, agua captada de caño
- M-7: Consumo Ca Lima N° 413, agua captada del caño
- M-8: Zona baja Ca Libertad N° 360, agua captada de caño
- M-9: Zona baja Ca Arequipa N° 404 agua captada del caño

2.1.3. Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos utilizados en la presente investigación se describen a continuación:

Técnicas del laboratorio

Las técnicas que se aplicaron en las muestras obtenidas en el campo están basadas en la Norma Técnica Peruana (2012), y manual de análisis de agua (2000). Laboratorios y Asesoría Pintado E.I.R.L. y los Laboratorios de Analytical Laboratory E.I.R.L con respaldo del Organismo Peruano de Acreditación INACAL (Ver Apéndice 10).

1.- Técnicas para parámetros físicos

a.- Temperatura: para medir la temperatura de las muestras obtenidas, se utilizó el termómetro de mercurio que mide en grados centígrados °C. es un indicador de calidad de agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de calidad del recurso hídrico. En el procedimiento que se aplicó, se vierte la muestra en un vaso estéril en cantidad de 100 ml y seguidamente se introduce el termómetro y se esperó 5 minutos máximos para luego registrar la medida.

b.- Conductividad eléctrica (C.E): se mide la conductividad eléctrica en micro cien/centímetro, donde se utilizó electrodos de tamaño y forma rectangular y cilíndrica, que permitieron determinar la C.E. Se procedió en un vaso estéril ingresar la cantidad de 100 ml,

para posteriormente ingresar los electrodos y de esta manera registrar la información y datos utilizando el equipo conductímetro.

c.- Turbidez: que, a través del método de la nefelometría, la luz se dispersa utilizando una solución patrón, con la finalidad de determinar la velocidad de la trayectoria de la luz. Se tuvo en cuenta la limpieza de las celdas utilizando papel estéril cada vez que se use, para ello se usó en las celdas del turbidímetro 100 ml de muestras de agua.

2.- Técnicas para parámetros químicos

a.- pH: los valores que se pueden encontrar se ubican entre pH ácido menor de 6,5, pH básico 8,5 y pH neutro con un valor de 7, para su determinación se utilizó el potenciómetro. Se vertió 50 ml de muestra en un vaso precipitado estéril, antes de colocar el vaso y registrar la información obtenida, se procedió a lavar con agua estéril la punta del potenciómetro.

b.- Cloruros: la titulación con nitrato de mercurio que se genera en el agua forma el cloruro soluble disociado, que es el método para determinar dicho parámetro. Se procedió a insertar un tubo de alimentación en el cartucho de titulación, se giró la perilla de descarga y expulso algunas gotas al titulador. El volumen de la muestra de agua se midió en una probeta, en un frasco de Erlenmeyer estéril de 250 ml la muestra se transfirió, y finalmente hasta marcar 100 ml de agua destilada se diluyó. Para registrar los datos finales, se incorpora nitrato de potasio en la muestra y este cambia a un color amarillo y mientras se va titulando con nitrato de plata también se va girando el frasco, obtenido un color amarillo rosa.

c.- Dureza total: se utiliza como agente titulador soluciones de ácido de etileno y sales de sodio, y de esta manera se determinó el magnesio y calcio aplicando el método volumétrico. Se procedió a expulsar algunas gotas presentes en el titulador girando la perilla de descarga una vez instalado el tubo de alimentación del cartucho de titulación. Para medir el volumen de la muestra se utilizó una probeta o pipeta. En un frasco de Erlenmeyer de 250 ml estéril se colocó la muestra para el proceso de dilución (hasta cuando marca 100 ml de agua destilada).

d.- Alcalinidad: depende de su contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. La determinación de la alcalinidad se utilizó en el proceso de tratamientos de agua. La alcalinidad del agua natural puede ser causada por los valores de pH: hidróxido, carbonatos y bicarbonato. El procedimiento fue, mediante titulación de la muestra con una solución valorada de un ácido fuerte Cloruro de Hidrógeno (HCL) a través de un potenciómetro o de indicadores ácido bases adecuados.

e.- Magnesio: principal componente de los tejidos vegetales y animales se presenta en la naturaleza solo o en forma combinada. De color blanco plateado, de forma maleable y de característica ligero.

f.- Calcio: junto con el magnesio forman la dureza del agua, varían mucho y se asocia con el nivel de mineralización. El calcio forma sales generalmente solubles. El calcio pasa al agua por disolución cuando proviene de sulfatos y silicatos o por la acción de dióxido de carbono disuelto en el agua.

3.- Técnicas para parámetros microbiológicos

a.- Coliformes totales o fecales: se aplicaron metodologías recomendadas por D.S. N° 031-2010-S.A. En nueve puntos se tomaron las muestras, previamente se tuvo en cuenta la indumentaria a utilizar considerando, tapa boca, gorro, mandil y botas. Se contó con material limpio y esterilizado como frasco de boca ancha de material de vidrio provisto de tapa y de papel Kraft, seguido se procedió a rotular e identificar cada muestra. Cada frasco con una capacidad de 250 ml. En horas de la mañana se tomaron las muestras y luego se colocaron en cajas de Tecnopor con hielo y llevadas al laboratorio para el análisis microbiológico.

b.- Coliformes totales: el medio de cultivo se preparó con una anticipación de 24 horas, utilizando el método NMP. Para la esterilización se llevó a estufa a 35 °C. además, se aplicó el método de fermentación múltiple en tubos y de esta manera cuantificar coliformes y *Escherichia coli*. El NMP que se sustenta en un modelo de cálculo de probabilidades.

2.1.4. Descripción de la investigación

La investigación se estableció y organizó de la siguiente manera:

Planificación de la investigación

La investigación se planificó para que se lleve a cabo a través de diferentes actividades que comprendió las siguientes etapas: etapa preliminar, etapa de campo, etapa de laboratorio y la etapa de gabinete (Tabla 4).

Tabla 4

Etapas de la investigación

Etapas	Actividades
Preparatoria	Identificación y reconocimiento del área de estudio Establecimiento de un programa de actividades Coordinación de materiales y equipos.
Etapa de campo	Medición de parámetros a investigar Toma de muestras agua Traslado de muestras al laboratorio
Laboratorio	Análisis de las muestras de agua en el laboratorio garantizado
Gabinete	Registro, revisión, proceso y análisis de datos Comparación de los resultados con el DS 031-2010-S. A Redacción del primer borrador del proyecto de investigación

Fuente: Elaboración propia.

a) Etapa preparatoria

Esta etapa comprendió la identificación y reconocimiento del área de estudio con el fin de seleccionar los puntos de muestreo, y se determinó la ubicación utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS) registrando coordenadas UTM en sistema WGS84. Asimismo, se establecieron las actividades a desarrollarse y se coordinó la adquisición de materiales y equipos.

b) Aplicación de instrumentos, recojo de información: campo

Las actividades que se desarrollaron fueron: a) Medición de los parámetros a investigar (pH, conductividad eléctrica y STD), empleando el multiparámetro MILWAUKEE MW804, de propiedad de la Universidad Católica Sedes Sapientiae-Filial Morropón: Chulucanas. Para las mediciones en la cámara recolectora, se introdujo el electrodo directamente en el agua, y en los demás puntos se colectaron muestras de agua en un balde plástico de capacidad de 15 litros y se introdujo el electrodo, arrojando los valores de los parámetros a estudiar; b) La toma de muestras de agua, cuyo procedimiento siguió la Resolución directoral N° 160-2015-DIGESA-SA (2015), fue el siguiente:

- La toma de muestra se hizo desde el caño que estaba directamente conectado a la red de distribución de agua, y al punto de ingreso del domicilio.
- Se eliminó cualquier dispositivo ajeno al grifo, como pedazos de manguera u otros objetos.
- El grifo externo e interno antes de tomar la muestra se limpió con alcohol o hipoclorito de sodio al 70 % utilizando hisopo o algodón.
- Durante dos o tres minutos previamente se abrió la llave del caño para que fluya el agua y posteriormente tomar la muestra.

Las muestras fueron tomadas en los grifos o caños de los domicilios y se hizo de acuerdo con el manual para análisis básicos de calidad de agua de bebida, según Aurazo (2004, cap. 4, 31-33) quien recomienda que se debe considerar que el caño o grifo este de manera directa conectada y sin accesorios (mangueras, coladores y otros) siguiendo los pasos siguientes:

a.- Se limpió el grifo con la ayuda de una tela limpia y de esta manera retirar cualquier cuerpo extraño que pueda obstaculizar la salida, por un tiempo de dos o tres minutos se dejó el caño abierto para que fluya el agua hasta obtener un flujo máximo. El propósito fue que se descargue algún residuo de agua almacenada en las cañerías.

b.- El frasco fue llenado manteniendo hacia abajo la cubierta protectora, ubicándose el frasco debajo del flujo o chorro de agua.

c.- El frasco no se llenó totalmente, dejando un tercio de espacio aproximadamente de aire, con el propósito de que la muestra antes del análisis microbiológico facilite la agitación.

d.- Finalmente, al frasco se le colocó la tapa, enroscándolo bien y cubriéndolo con papel Kraft como cubierta protectora.

La dureza total y turbiedad

- Antes de tomar las muestras, se enjuagó el frasco dos o tres veces con un poco de muestra, se agitó y desechó el agua de lavado.
- Para la recolección de muestra en la cámara recolectora, se destapó el frasco e introdujo a unos 20 o 30 cm por debajo de la superficie.
- En los grifos de agua, se destapó el frasco de muestreo y se colocó debajo del chorro del agua del grifo.

Coliformes termotolerantes y coliformes totales

- Las muestras se colectaron en frascos estériles de vidrio de 250 ml de capacidad.
- Para la toma de muestra dentro de la cámara recolectora, se destapó el frasco de muestreo, se invirtió y fue sumergido a unos 20 o 30 cm por debajo de la superficie, posteriormente se selló, se envolvió y aseguro la tapa con papel y liga.
- En los grifos de agua, se destapó el frasco de muestreo y fue ubicado debajo del chorro, posteriormente se selló y se envolvió y aseguro la tapa con papel y liga.
- Cada muestra colectada tenía un espacio del 10 % del volumen del recipiente libre para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.

Parámetros químicos

La recopilación de las muestras químicas permitió conocer a través de una evaluación las condiciones y parámetros de la calidad de agua potable, por lo que fue importante conocer que la muestra obtenida cumpla con los protocolos establecidos y de esta manera aplicar los procedimientos que es una condición fundamental para su uso a nivel de grifos o caños domiciliarios (ver Apéndices 2, 3, 4, 5 y 6). El muestreo y la correcta identificación de la

muestra y del envase para la toma de la muestra fue importante, por lo que fueron tomados las siguientes medidas de bioseguridad, lavarse las manos con agua y detergente, además, de tener en cuenta los equipos de protección personal (EPP) tales como casco, tapaboca, bata, guantes con la finalidad que las muestras vayan al laboratorio lo más higiénicas posibles.

Etiquetado de frascos

Los frascos fueron etiquetados con un código, utilizando plumón indeleble. Los datos que se registraron en las etiquetas incluyeron: solicitante, nombre del laboratorio, código del punto de monitoreo, tipo de cuerpo de agua, fecha y hora de muestreo, responsable del muestreo y parámetro requerido.

Transporte y conservación de muestras

Las muestras recolectadas se conservaron en cajas térmicas (*cooler*) a bajas temperaturas (≤ 6 °C) disponiendo para ello refrigerantes (*ice pack*) para que mantenga la temperatura durante el traslado al laboratorio. Además, se adjuntaron la cadena de custodia (ver Apéndice 8) y el registro de datos de campo (ver Apéndice 4).

c) Etapa de laboratorio

Las muestras de agua recolectadas (ver Apéndice 2) y llevadas al Laboratorio (Laboratorios y Asesoría Pintado E.I.R.L. y Laboratorio de Analytical y Laboratory E.I.R.L con respaldo del Organismo Peruano de Acreditación INACAL) fueron procesadas y analizadas a través de diferentes métodos para que se determine la presencia de *Coliformes termotolerantes*, *Coliformes totales* y los parámetros fisicoquímicos (Tabla 5).

d) Etapa de gabinete

Etapa donde se revisaron, procesaron y analizaron los resultados encontrados. Asimismo, se procedió a realizar la comparación de los datos obtenidos con LMP establecidos en las normas de la calidad del agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-S.A.

2.1.5. Identificación de variables y su mensuración

En la Tabla 5 se muestran las variables que fueron sometidas al estudio, respecto a la calidad de agua que consume la población de Chulucanas.

Tabla 5

Variables de estudio y su mensuración

Variab	Dimensión	Indicador	Mensuración
Variable Independiente.	Análisis físico	Sabor y olor	Indicador parámetros físicos
		Color	
		Turbiedad	
		Conductividad	
		Temperatura	
	Análisis químicos	pH	Indicador parámetros químicos
		Dureza	
		Alcalinidad	
		Sulfatos	
		Cloruros	
Análisis microbiológico	Magnesio	Indicador parámetros microbiológico	
	Coliformes		
	termotolerantes		
	Coliformes totales		
Variable Dependiente.		Propuestas tendientes a su mejora	

Fuente: Elaboración propia.

Cadena de custodia

Planificación de recursos, insumos, materiales, equipos y logística de traslado de las muestras de manera correcta, desde el primer punto de muestreo hasta el traslado definitivo de las diferentes muestras al laboratorio para su respectivo análisis biológico y fisicoquímico. Importante el llenado en forma correcta de los datos precisos en un formato de custodia. Se consideró lo siguiente: preservación realizada, fecha y hora de recolección,

lugar de recolección, procedencia, tipo de agua, nombre del recolector y finalmente el código de estación de campo (Apéndice 8).

2.1.6. Análisis de datos

Los datos que se obtuvieron en las diferentes etapas y la información de las muestras emitidas por el laboratorio garantizado se procedieron a realizar el análisis estadístico de comparación de medias, dispersión, prueba T de student y Desviación estándar. Una vez obtenidos los resultados se compararán con el Reglamento de la Calidad del Agua aprobado en el D.S. N.º 031-2010-S.A. Además, para la información obtenida, se ordenó y proceso utilizando la ayuda del programa Microsoft Excel 2016.

2.1.7. Materiales y equipos

En las Tablas 6, 7, 8 y 9 se exponen los materiales y equipos que ayudaron a cumplir con los objetivos planteados.

Tabla 6

Materiales muestras microbiológicas

Parámetro	Tipo de envase	Cantidad	Volumen (ml)
Coliformes termotolerantes	Vidrio	20	250
<i>Escherichia coli</i>		20	250
Dureza total	Plástico	20	500 y 250
Turbiedad			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7

Equipo para registro de datos en campo

Parámetro	Equipo	Marca	Modelo
Sólidos totales disueltos	Multiparámetros	MILWAUKEE	MW804
pH			
Conductividad eléctrica			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Equipos e instrumentos para registro de información

Equipo	Marca	Modelo
Sistema de posicionamiento global (GPS)	GARMIN	GPSMAP64s
Cámara fotográfica	SAMSUNG	Cyber shot 12.1
Laptop	HACER	Core i4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Materiales y equipos

Materiales y equipos	Cantidad
Gel pack 250 g	9
Balde de 15 L	1
Guantes de goma	6
Mascarilla	6
Cinta de embalaje	3
Plumones para pizarra acrílica	3
Marcador de colores indeleble	3
Etiquetas adhesivas para la identificación de frascos	60
Cadenas de custodia	10
Registro de datos de campo	20
Cooler de 30 L	1

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados y sus análisis de los parámetros físicos (turbidez, conductividad, temperatura), parámetros químicos (pH, cloro residual, sulfatos y dureza total) y los resultados de los parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes fecales) del agua de consumo humano de Chulucanas, provincia de Morropón- Piura; con base a los objetivos planteados.

3.1. Parámetros físicos del agua consumida por la población de Chulucanas

Se presentan los resultados en la Tabla 10 de las características de los parámetros físicos (turbidez, conductividad y temperatura) del agua de Chulucanas, Provincia de Morropón- Piura; evaluados de manera individual. Además, se puede visualizar en la Figura 2,3 y 4 respectivamente.

Tabla 10

Resultados de los parámetros físicos del agua de consumo humano en Chulucanas

Parámetros	Unidades	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	LMP	ECA
Turbidez	NTU	0,25	0,25	0,20	1,5	1,5	2,1	2,0	1,5	1,9	5,0	5,0
Conductividad	uS/cm	391	1 064	3 770	700	693	525	425	514	535	1 500	1 500
Temperatura	°C	20,3	20,4	20,3	23,2	23,1	24,5	24,4	23,3	24	*	Δ3

*No presenta valor en este parámetro.

Fuente: Elaboración propia.

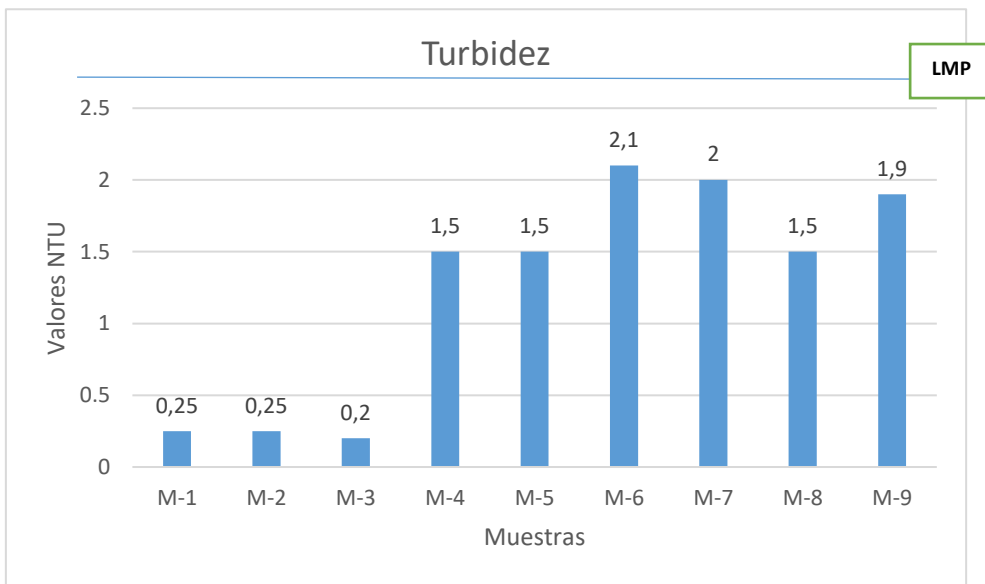


Figura 2. Valores NTU de las muestras analizadas según parámetros de Turbidez, LMP 5.
Fuente: Elaboración propia.

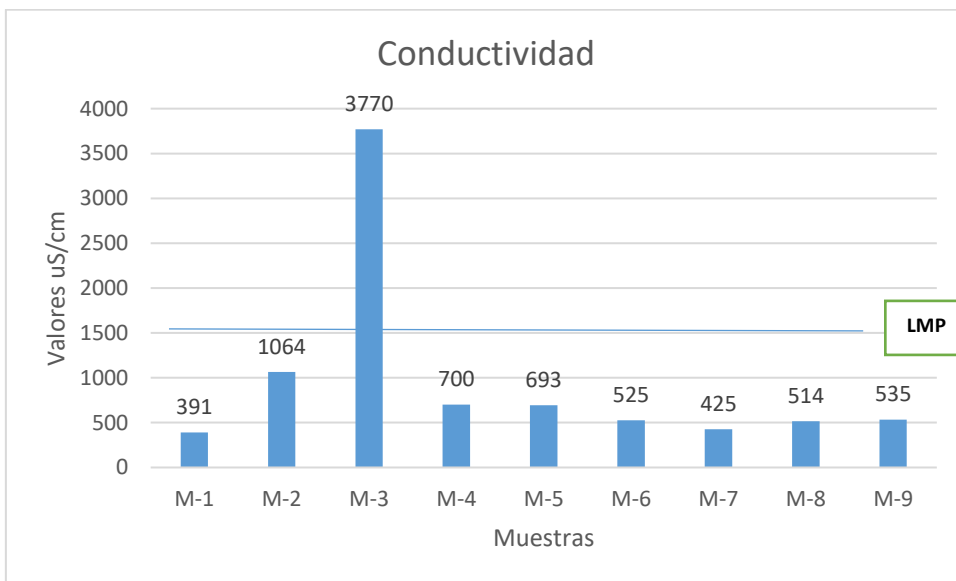


Figura 3. Valores uS/cm de las muestras analizadas según parámetros de conductividad, LMP 1 500. *Fuente:* Elaboración propia.

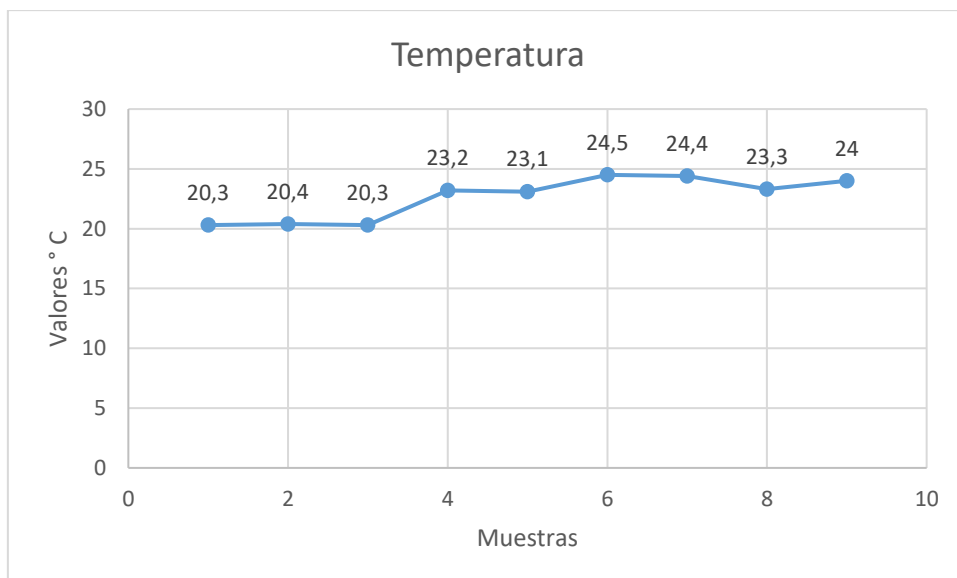


Figura 4. Valores en °C de las muestras según parámetros de temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las características físicas del agua (Tabla 10) obtenidos de las 9 muestras de agua indican que la M-3 del parámetro conductividad excede los LMP (Figura 3) y los ECA, mientras las demás muestras no exceden los Límites Máximos Permisibles (LMP). Asimismo, las muestras de turbidez y temperatura no exceden los LMP establecidos en el Reglamento Peruano de Consumo Humano (DS. N° 031-2010-SA) y además de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de consumo (DS. N° 004-2017-MINAM) (Figura 2, 3 y 4).

3.2. Parámetros químicos del agua consumida por la población de Chulucanas

Se presentan los resultados de las características de los parámetros químicos (pH, cloruro, dureza total, alcalinidad total, calcio total, magnesio total) del agua de Chulucanas, Provincia de Morropón – Piura, evaluados de manera individual.

Tabla 11

Resultados de los parámetros químicos del agua de consumo humano en Chulucanas

Parámetros	Unidades	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	LMP	ECA
pH	pH	7,79	6,99	7,32	7,3	6,9	7,3	7,4	7,0	7,7	6,5-8,5	6,5-8,5
Cloruros	mg Cl / L	22,7	67,7	646,4	52,7	50,7	32,4	28,9	31,2	32,7	250	250
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	97	253	409	220,1	200,2	170,9	140,1	110,8	120,7	500	500
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	129	378	290	90,1	89,1	60,8	50,2	58,7	62,9	500	500
Calcio Total	mg/L	93,87	226,56	271,16	38,2	37,8	22,5	19,7	28,1	26,6	*	*
Magnesio Total	mg/L	11,61	23,48	41,04	42,0	43,5	31,7	29,2	32,8	31,0	*	*

*No presenta valor en este parámetro.

Fuente: Elaboración propia.

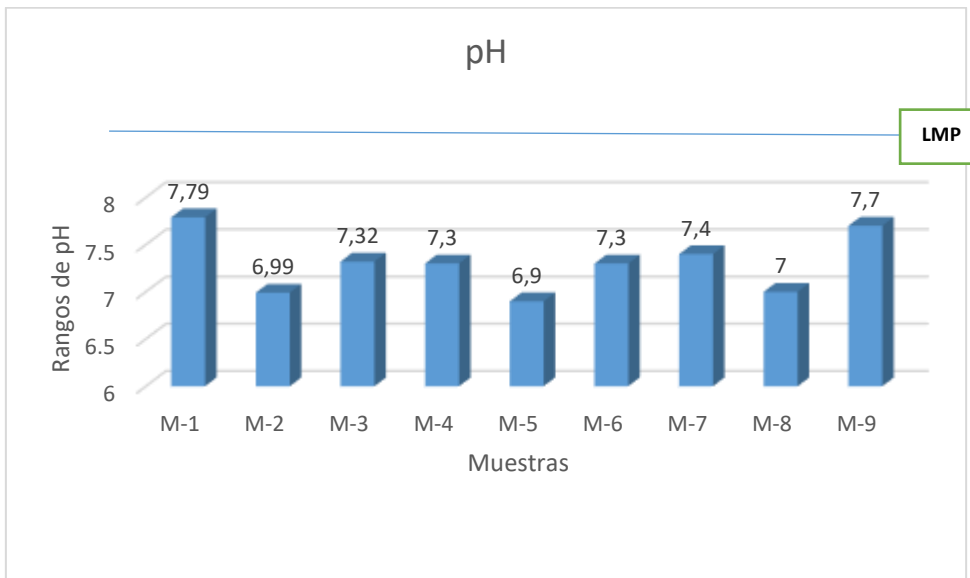


Figura 5. Rangos de pH presentados por las muestras según unidades de pH, LMP 8.5.

Fuente: Elaboración propia.

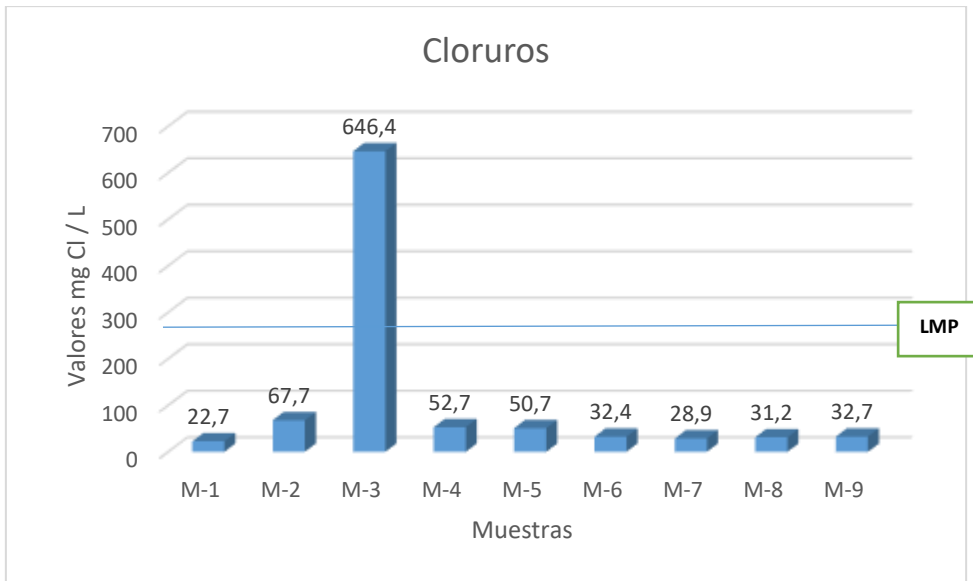


Figura 6. Valores en mg Cl/L de las muestras según parámetros Cloruros, LMP 250.
Fuente: Elaboración propia.

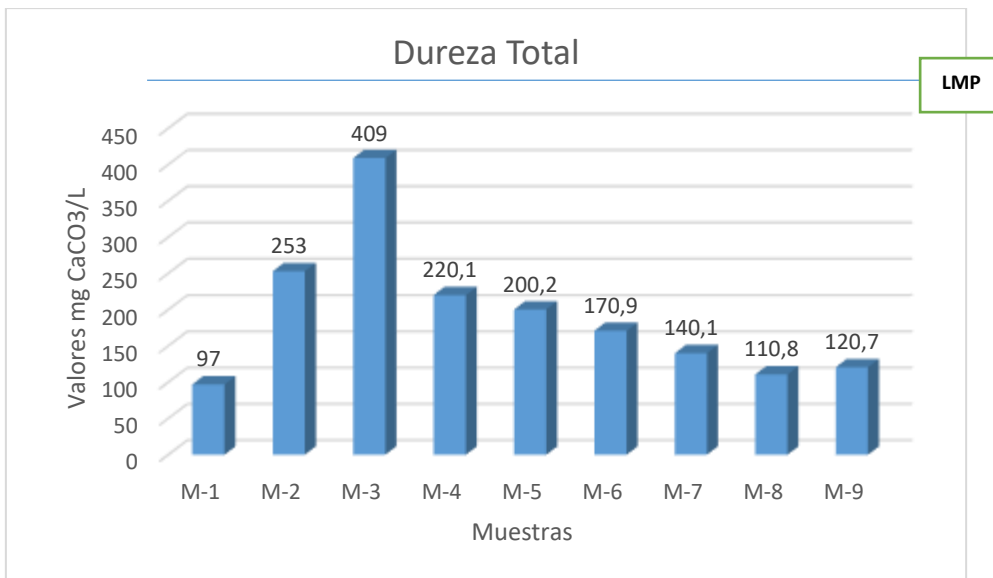


Figura 7. Valores en mg CaCO₃/L de las muestras según parámetro dureza total, LMP 500.
Fuente: Elaboración propia.

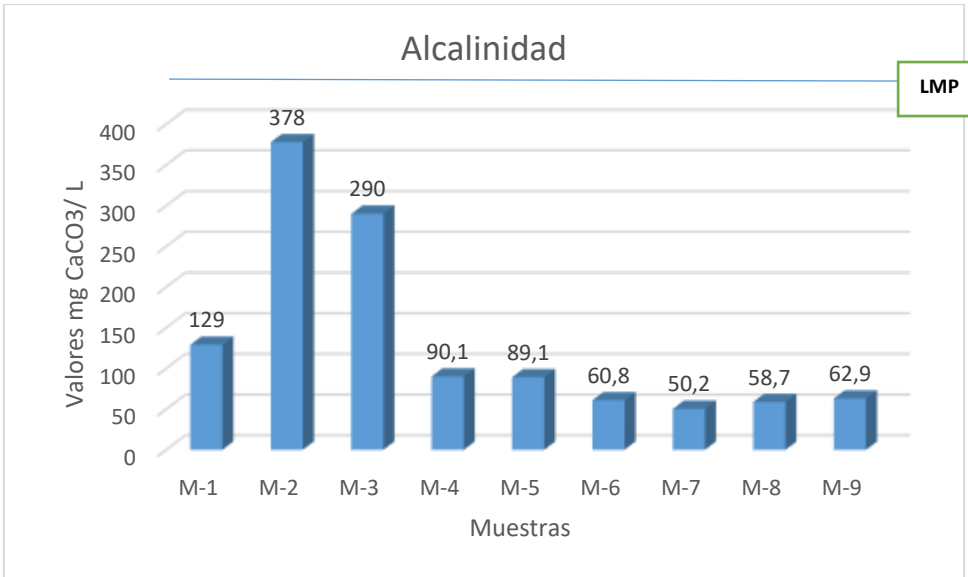


Figura 8. Valores en mg CaCO₃/L de las muestras según parámetro alcalinidad, LMP 500.
Fuente: Elaboración propia

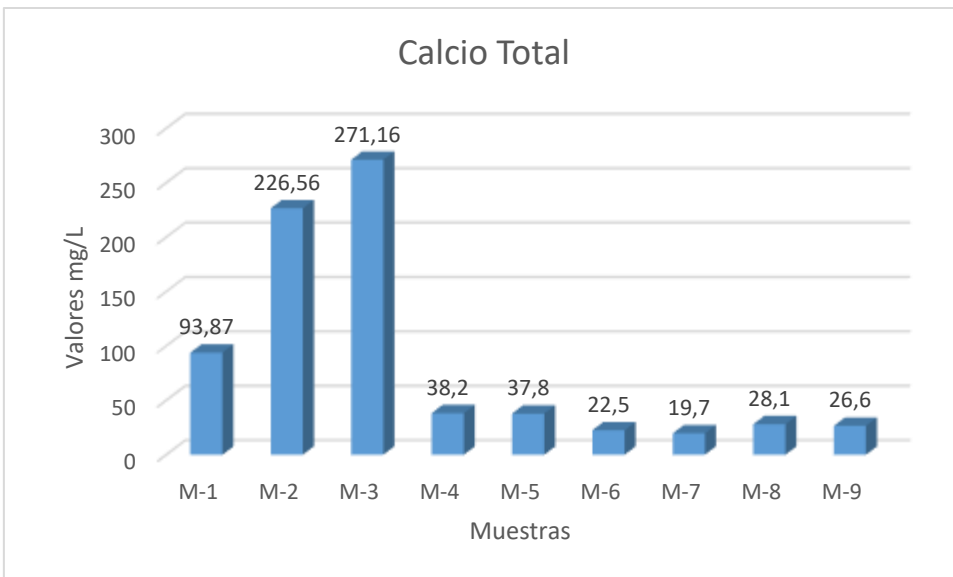


Figura 9. Valores en mg/L de las muestras según parámetro calcio total.
Fuente: Elaboración propia.

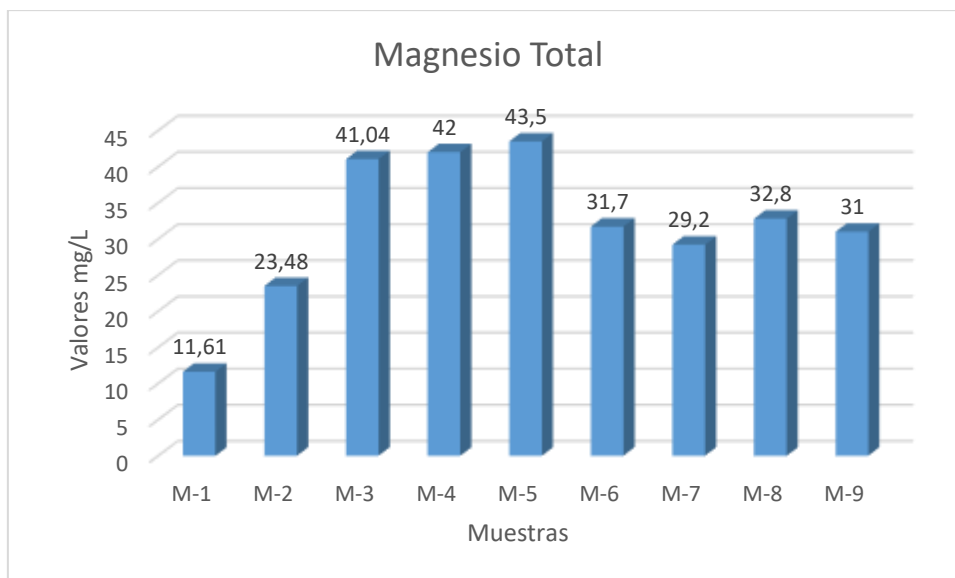


Figura 10. Valores en mg/L de las muestras según parámetro magnesio total.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados químicos de las 9 muestras de agua de consumo humano (Tabla 11) indican que la muestra 3 del parámetro cloruros (646,4 mg Cl/L) supera los Límites Máximos Permisibles (LMP, 250 mg Cl/L) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA, 250 mg Cl/L), mientras que las demás muestras como pH, dureza total, alcalinidad total, calcio total y magnesio total se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), como se aprecia en las Figuras, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 respectivamente.

3.3. Parámetros microbiológicos del agua consumida de la población de Chulucanas

Se presentan los resultados de las características de los parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes fecales) del agua de Chulucanas Provincia de Morropón – Piura, evaluados de manera individual.

Tabla 12

Resultados del análisis microbiológico del agua de consumo humano en Chulucanas

Parámetros	Unidades	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	LMP	ECA
Coliforme Totales	UFC / 100 ml	80	<1,0	<1,0	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,9	0 (*)	50
Coliformes Fecales	UFC / 100 ml	50	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	0 (*)	20

Fuente: Elaboración propia.

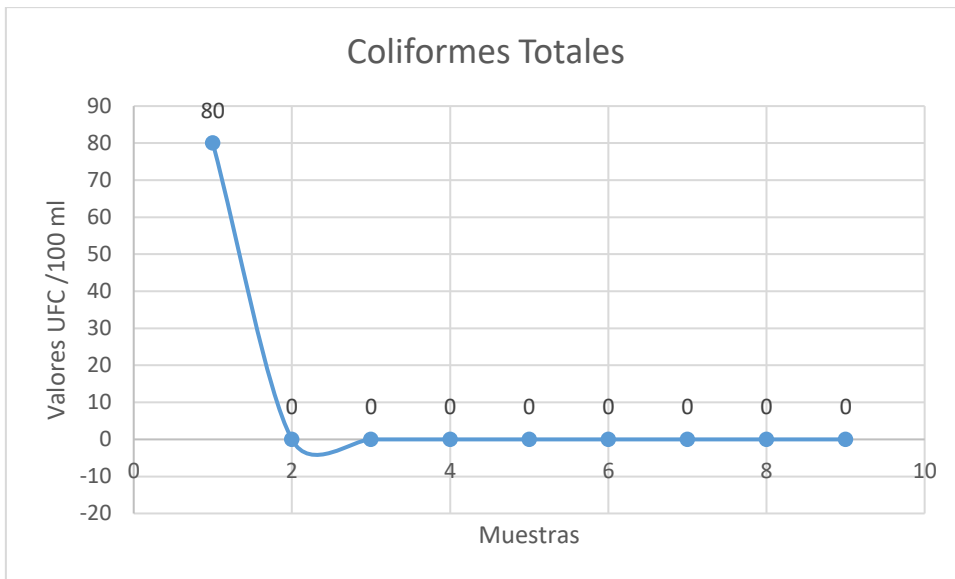


Figura 11. Valores en UFC/100 ml de Coliformes totales en las muestras analizadas.

Fuente: Elaboración propia.

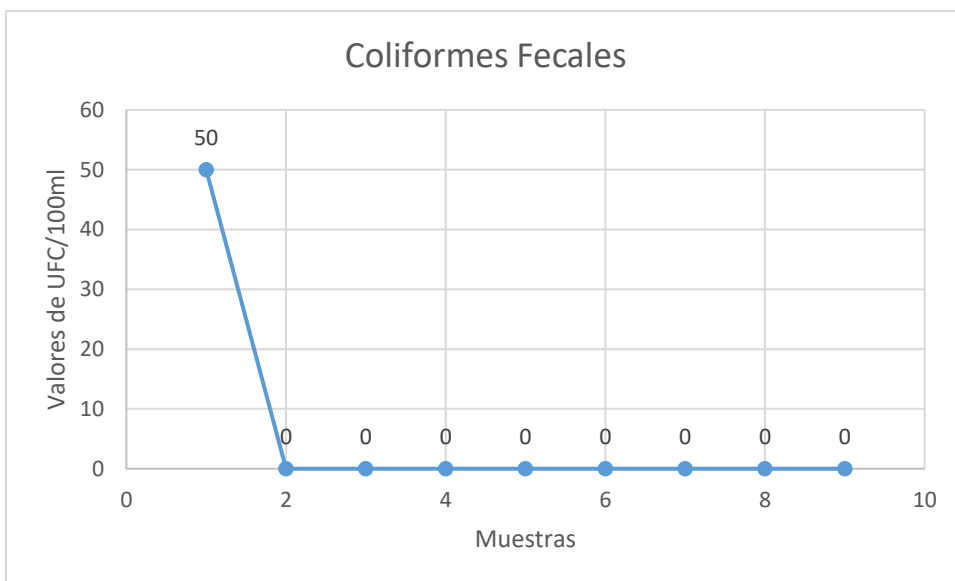


Figura 12. Valores en UFC/100 ml de Coliformes fecales en las muestras analizadas.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las características microbiológicas del agua (Tabla 12) evidencian que para efecto de las bacterias coliformes totales los valores obtenidos en la M-1 80 UFC / 100 ml supera los LMP y ECA, mientras que las demás muestras de agua no superan los LMP y los ECA. En el caso de las bacterias coliformes fecales o termotolerantes los valores indican que la M-1 50 UFC / 100 ml supera los LMP y ECA, mientras que las demás muestras de agua no superan los LMP y los ECA, como se aprecia en las Figuras 11 y 12 respectivamente.

3.4. Estadística descriptiva de los datos

Se aplicó la estadística descriptiva a los parámetros físicos de las 9 muestras de agua, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 13)

- ✓ El parámetro turbidez obtuvo una desviación estándar con un valor elevado debido a la variación entre la muestra 3 y la muestra 6 con respecto a las demás muestras (Tabla 13).
- ✓ El parámetro conductividad obtuvo una desviación estándar con un valor elevado debido a la variación entre la muestra 1 y muestra 3 con respecto a las demás muestras (Tabla 13).
- ✓ El parámetro temperatura obtuvo una desviación estándar con un valor elevado debido a la variación entre la muestra 1 y muestra 6 con respecto a las demás muestras, como se aprecia en la Tabla 13.

Tabla 13

Desviación estándar de los parámetros físicos

Estadística descriptiva					
Indicadores físicos	N° de muestras	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Turbidez	9	0,2	2,1	1,2444	0,79034978
Conductividad	9	391	3770	957,4444	1073,80737
Temperatura	9	20,3	24,5	22,61111	1,77935694
N (valido por lista)	9				

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó la estadística descriptiva a los parámetros químicos de las 9 muestras de agua, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 14)

- ✓ El parámetro cloruros obtuvo una desviación estándar con un valor elevado (202,685649) debido a la variación entre la muestra 1 y la muestra 3 en relación con las demás muestras (Tabla 14).

- ✓ El parámetro dureza obtuvo una desviación estándar con un valor elevado (97,1490664) debido a la variación entre las muestras 1 y la muestra 3 en relación con las demás muestras (Tabla 14).
- ✓ El parámetro alcalinidad total obtuvo una desviación estándar con un valor elevado (117,763178) debido a la variación entre la muestra 7 y la muestra 2 en relación con las demás muestras (Tabla 14).
- ✓ El parámetro calcio total obtuvo una desviación estándar con un valor elevado (96,1834297) debido a la variación entre las muestras 7 y muestra 3 en relación con las demás muestras (Tabla 14).
- ✓ El parámetro magnesio total obtuvo una desviación estándar con un valor elevado (10,0720791) debido a la variación entre las muestras 1 y la muestra 5 en relación con las demás muestras (Tabla 14).

Tabla 14

Desviación estándar de los parámetros químicos

Estadística descriptiva					
Indicadores químicos	Nº de muestras	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
pH	9	6,9	7,79	7,3	0,30753049
Cloruros	9	22,7	646,4	107,2666	202,685649
Dureza total	9	97	409	191,3111	97,1490664
Alcalinidad total	9	50,2	378	134,3111	117,763178
Calcio total	9	19,7	271,16	84,94333	96,1834297
Magnesio total	9	11,61	43,5	31,81444	10,0720791
N (valido por lista)	9				

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó la estadística descriptiva a los parámetros microbiológicos de las 9 muestras de agua, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 15):

- ✓ El parámetro coliforme totales obtuvo una desviación estándar con un valor elevado (26,6666) debido a la variación entre la muestra 1 en relación con las demás muestras.

- ✓ El parámetro coliforme fecales obtuvo una desviación estándar con un valor elevado (16,6666) debido a la variación entre la muestra 1 en relación con las demás muestras.

Tabla 15

Desviación estándar de los parámetros microbiológicos

Estadística descriptiva					
Indicadores microbiológicos	N° de muestras	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Coliformes totales	9	0	80	8,8888	26,66666
Coliformes fecales	9	0	50	5,5555	16,6666
N (válido por la lista)	9				

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Prueba T de Student

A continuación, se presentan los valores de la prueba T de Student para la muestra de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos:

a.- Parámetros físicos

En la Tabla 16 se observa los valores de la prueba T de Student para la muestra turbidez, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 16

Prueba T de Student para la muestra turbidez

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Turbiedad	9	1,2444	0,79034978	0,26344993

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 5

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Turbiedad	-20,850	8	0,000	-5,20174	-5,35213	-4,8675

La prueba T de Student para el parámetro turbidez no presenta diferencia estadística significativa ($p=valor=0,000$).

En la Tabla 17 se observan los valores de la prueba T de Student para la muestra conductividad, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 17

Prueba T de Student para la muestra conductividad

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Conductividad	9	957,444	1073,80737	357,93579

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 1500

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Conductividad	-21,9874	8	0,000	-896,572	-1120,432	-890,690

La prueba T de Student para el parámetro conductividad no presenta diferencia estadística significativa ($p=valor=0,000$)

En la Tabla 18 se observan los valores de la prueba T de Student para la muestra temperatura, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 18

Prueba T de Student para la muestra temperatura

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Temperatura	9	22,6111	1,779356	0,593118

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 0

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Temperatura	-18,6743	8	0,000	-4,2678	-5,3498	-2,321

La prueba T de Student para el parámetro temperatura no presenta diferencia estadística significativa ($p=\text{valor}=0,000$).

b.- Parámetros químicos

En la Tabla 19 se muestran los valores de la prueba T de Student para la muestra pH, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 19

Prueba T de Student para la muestra pH

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
H	9	7,3	0,307530	0,10251016

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 0,000

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
pH	-13,4789	8	0,000	-0,80567	-1,9872	-0,81945

La prueba T de Student para el parámetro pH no presenta diferencia estadística significativa ($p=\text{valor}=0,000$)

En la Tabla 20 se muestran los valores de la prueba T de Student para la muestra cloruros, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 20

Prueba T de Student para la muestra cloruros

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Cloruros	9	107,2666	202,6856	67,56188

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 250

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Cloruros	-18,4236	8	0,000	-234,564	-221,341	-145,980

La prueba T de Student para el parámetro cloruros no presenta diferencia estadística significativa ($p=valor=0,000$).

En la Tabla 21 se muestran los valores de la prueba T de Student para la muestra dureza total, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 21

Prueba T de Student para la muestra dureza total

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Dureza total	9	191,311	97,149066	32,383022

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 500

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Cloruros	-19,7589	8	0,000	-378,765	-410,543	-235,987

La prueba T de Student para el parámetro dureza total no presenta diferencia estadística significativa ($p=valor=0,000$).

En la Tabla 22 se muestran los valores de la prueba T de Student para la muestra alcalinidad, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 22

Prueba T de Student para la muestra alcalinidad

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Alcalinidad	9	134,3111	117,763178	39,254392

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 500

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Alcalinidad	-19,435	8	0.000	-189,321	-198,054	- 175,045

La prueba T de Student para el parámetro alcalinidad no presenta diferencia estadística significativa ($p=\text{valor}=0,000$).

En la Tabla 23 se muestran los valores de la prueba T de Student para la muestra calcio, que permite determinar si un grupo difieren o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 23

Prueba T de Student para la muestra calcio

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Calcio	9	84,94333	96,1834297	32,0611432

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 0

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Calcio	-16,462	8	0,000	-321,234	-276,987	-198,621

La prueba T de Student para el parámetro calcio no presenta diferencia estadística significativa ($p=valor=0,000$).

En la Tabla 24 se muestran los valores de la prueba T de Student para la muestra magnesio, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 24

Prueba T de Student para la muestra magnesio

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Magnesio	9	31,81444	10,072079	3,357359

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 0

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Calcio	-16,542	8	0,000	-186,543	-230,132	-156,076

La prueba T de Student para el parámetro magnesio presenta diferencia estadística significativa ($p=valor=0,000$).

c.- Parámetros microbiológicos

En la Tabla 25 se muestran los valores de la prueba T de Student para la muestra coliformes totales, que permite determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí.

Tabla 25

Prueba T de Student para la muestra coliformes totales

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Coliformes totales	9	8,8888	26,6666	8,8888

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 0

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Calcio	4,9312	8	0,000	8,8888	5,861	35,456

La prueba T de Student para el parámetro coliformes totales presenta diferencia estadística significativa ($p=\text{valor}=0,000$).

En la Tabla 26 se muestran los valores de la prueba T de Student para la muestra coliformes fecales.

Tabla 26

Prueba T de Student para la muestra coliformes fecales

	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Coliformes fecales	9	5,5555	16,6666	5,5555

Prueba para una muestra

Valor de la prueba = 0

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95 % intervalo confianza Diferencia	
					Inferior	Superior
Calcio	1,5431	8	0,000	1,992	-1,98	4,651

La prueba T de Student para el parámetro coliformes fecales presenta diferencia estadística significativa ($p=\text{valor}=0$).

3.6. Prueba de hipótesis

Hipótesis:

Hi: Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos están acorde a los Límites Máximos Permisibles (LMP), por lo tanto, no existe diferencia significativa en la calidad de agua para consumo humano en el distrito de Chulucanas (hipótesis alterna o del investigador).

Ho: Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos no están de acuerdo con los Límites Máximos Permisibles (LMP), por lo tanto, existe una diferencia significativa entre la calidad de agua para consumo humano en el distrito de Chulucanas (hipótesis nula).

A continuación, Tabla 27, Tabla 28 y Tabla 29 presentan los resultados de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y sus respectivos valores de la prueba T de Student que permitió evaluar las medias de uno o dos grupos. Además, la prueba T de Student permitió determinar si un grupo difiere o dos grupos difieren entre sí. No encontrándose diferencia significativa. Se trabajo con un nivel de significancia de 5 % (0,05).

Tabla 27

Parámetros físicos y su estimación del p valor

Parámetros físicos	Significancia
Turbiedad	0,000
Conductividad	0,000
Temperatura	0,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28

Parámetros químicos y su estimación de p valor

Parámetros químicos	Significancia
pH	0,00
Cloruros	0,00
Dureza total	0,00
Alcalinidad	0,00
Calcio	0,00
Magnesio	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

Parámetros microbiológicos y su estimación de p valor

Parámetros microbiológicos	Significancia
Coliformes totales	0,000
Coliforme fecales	0,000

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Evaluación de los resultados obtenidos-normas del Ministerio de Salud y Ministerio del Ambiente según el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobados D.S. N° 031-2010-S.A.

Al evaluar los resultados obtenidos y compararlos con los Límites Máximos Permisibles LMP los cuales están establecidos en el D.S N° 031-2010-S.A. del Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, podemos concluir que: No existe una diferencia estadística significativa, por lo que el agua de consumo humano en el distrito de Chulucanas es apta para su consumo ya que la muestras de agua tomadas y evaluadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

3.8. Propuestas tendientes de mejora en la distribución de agua potable

Para generar la propuesta, se debe tener en cuenta lo siguiente: El sistema de agua potable son los componentes de todo el sistema desde la captación hasta la distribución del consumidor final que es administrado por Entidad Prestadora de Servicio de Saneamiento Grau S.A. a continuación presentamos los componentes del sistema de agua potable (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

a.- Sistema de captación. Son las estructuras construidas para captar las aguas de los diferentes tipos de fuentes de abastecimiento y poder lograr la captación del caudal necesario de acuerdo con la demanda de la población (Tabla 3). Pueden ser de aguas superficiales, que

son aquellas que toman agua de lluvia, arroyos y ríos, lagos y embalses. O aguas subterráneas que son captaciones que provienen de manantiales, pozos profundos y superficiales.

b.- Sistema de conducción. Basado en el sistema de tuberías que conducen el agua por gravedad desde la captación hasta el reservorio o planta de tratamiento del agua potable. Están formados por un conjunto de tuberías (fierro galvanizado, PVC, HDPE, etc.) válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte.

c.- Planta de tratamiento. El tratamiento es importante para el sistema de abastecimiento de agua potable, su función es someter el agua captada a distintos procesos que van a purificarla y hacerla potable para consumo humano, reduciendo y eliminando elementos microbiológicos, la turbidez, olor, sabor entre otros. Ello dependerá del análisis físico químico y microbiológico.

d.- Reservorio. Infraestructura destinada al almacenamiento de agua, para lograr la presión necesaria y mantener el normal funcionamiento de agua durante el día. Debe estar ubicado cerca a la población y en una cuota adecuada para lograr la presión mínima en el punto más. Hay reservorios elevados que son aquellas estructuras de forma cilíndrica o paralelepípedo, construidos en zonas planas y reservorios enterrados y apoyados, que son de forma cuadrada, rectangular o circular construidos sobre un terreno natural o por debajo de la superficie del terreno.

e.- Red de distribución. Son tuberías con distintos diámetros, grifos, válvulas y accesorios, que se inicia en el punto de las primeras viviendas para su distribución y que se deriva a las diferentes calles de la población.

En función a lo indicado anteriormente y a los resultados que se han obtenido en el presente estudio, se plantean las siguientes propuestas:

Programa de monitoreo de calidad de agua

Es necesario que, en las fuentes de agua, sitios de almacenamiento y caudales domiciliarios se realicen monitoreos programados y sostenidos en los parámetros físicos, químicos y

microbiológicos y de esta manera conocer las condiciones del agua que se consumen los pobladores de la ciudad de Chulucanas.

Líneas de acción

- Establecer un cronograma de monitoreo en cada componente o sistema y de esta forma asegurar su supervisión y control.
- En la época seca y época lluviosa establecer registros de monitoreo en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos cada seis meses.
- Monitorear los caudales con mayor frecuencia y establecer registros de medición.
- Supervisar y monitorear de manera sostenida la demanda y oferta para así obtener el déficit de estos recursos hídrico tan valioso.

Programa poblacional

Existe población en la ciudad de Chulucanas muy vulnerable y expuesta a enfermedades digestivas mayormente debido a las condiciones de la calidad de agua que consumen.

Líneas de acción

- Generar registros de la población por edades y así poder identificar por grupos a las personas vulnerables por consumo de agua no tratada.
- Generar actividades o proyectos de mejora de las conexiones interna domiciliarias y así evitar contaminación de este recurso hídrico.
- Establecer actividades de desinfección desde la captación y sistemas de bombeo de agua y de esta manera asegurar la integridad en la salud de la población.
- Que las instituciones involucradas desarrollen en forma conjunta con la población actividades de preservación de este recurso hídrico valiosos.

Programa de protección ambiental

Utilizar el recurso hídrico de la mejor manera de forma organizada y controlada para asegurar su continuidad, permanencia y calidad a la población de Chulucanas. Que se

apliquen las normas para la realización de un buen clorado asegurando la calidad e higiene del agua consumida por la población.

Líneas de acción

- Establecer actividades administrativas enfocadas a la conservación y protección de las fuentes y vertientes de agua.
- Generar participación de la población para la preservación de este recurso natural.
- Hacer cumplir los acuerdos establecidos entre la población y las juntas de usuarios de la zona.

Programa de vigilancia y control

Es importante que la población en forma conjunta con las autoridades locales establezca actividades de concientización en la conservación del recurso hídrico.

Líneas de acción

- Socializar con la población usuaria a través de charlas y talleres de la importancia de este recurso hídrico para la salud poblacional y los derechos que tienen sobre ella.
- Evaluar y monitorear de manera sostenida las actividades y programas propuestos, con el objetivo de asegurar los cambios positivos en el manejo del recurso hídrico.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

4.1. Parámetros físicos del agua consumida por la población de Chulucanas

De las nueve (9) muestras de agua que fueron analizadas en la ciudad de Chulucanas, se llegó a determinar que, la concentración de turbidez varía en un rango de 2,1 UNT (M-6) a 0,20 UNT (M-3) como se puede observar en la Figura 2, muestras que se encuentran dentro de los LMP emitido por el reglamento de calidad de agua para consumo humano DS N° 031-2010-S.A. Asimismo, Cava y Ramos (2016) en su trabajo de investigación encontraron valores de turbidez similares que varían de 0,52 a 0,72 UNT. Mientras que Zhen (2009) en su investigación encontró debido a la transición de un periodo lluvioso a seco este parámetro turbidez aumentado ($> 2,5$ UNT) mayormente a la presencia de suelos arcillosos y muy erosionados.

Referente a la conductividad de agua de consumo humano la muestra 3 (M-3) llega a tener valores de 3 770 uS/cm, muestra que supera los LMP de 1 500 uS/cm (Figura 3) no sucediendo con las demás muestras que si se encuentran por debajo de los LMP. Asimismo, la M-3 presenta la mayor desviación estándar (diferencia estadística) entre las demás muestras de agua de consumo humano ($DS = 1073,80737$). Valores que coinciden con Cava y Ramos (2016) quienes reportan en su investigación una conductividad eléctrica que oscila entre 3 400 y 3 475 uS/cm, muy por encima de los LMP. Sin embargo, Mendoza (2018) donde evaluó la calidad de agua superficial en el Centro Poblado de Scsamarca, Ayacucho, Perú, encontró que la conductividad oscila entre 47 y 843 uS/cm encontrándose dentro de los LMP. Por otro lado, Cacho (2014) determinó en su investigación valores que oscilan en 147,5 y 186,7 uS/cm por debajo de los LMP establecidos, coincidiendo con los valores obtenidos en la presente investigación.

Asimismo, los resultados de temperatura que muestra el agua de consumo humano varían en rango de 24,5 °C (M-6) a 20,3 °C (M-1) como se puede observar en la Figura 4. Avila y León (2012) encontraron en su investigación rangos de temperatura de 24,8 y 35,22 °C. Mientras que en la investigación de Cacho (2014) los valores obtenidos de temperatura fluctúan entre 12,7 y 23 °C. Asimismo, Cava y Ramos (2016) encontraron valores muy cercanos a los hallados en la presente investigación de 19 y 25 °C. Por otra parte, el OPS (2003) manifestó que aquellas aguas que cumplen con los estándares preestablecidos de agua para consumo humano deben ser usadas para ingesta, preparación de alimentos e higiene personal. Rock y Rivera (2014) manifiestan que las características, físicas, químicas y biológicas son las que definen la calidad de agua.

4.2. Parámetros químicos del agua consumida en la población de Chulucanas

De las 9 muestras de agua que fueron analizadas en la ciudad de Chulucanas, estas varían desde 6,9 de pH M- 5 hasta 7,71 de pH M-1 como se puede visualizar en la Figura 5, resultados de muestras que están dentro de los parámetros establecidos de pH (6,5-8,5) en los LMP, según D.S-031-2010-S.A. Además, el presente estudio el pH encontrado no hay diferencia estadística significativa ($DS=0,3075$). Zhen (2004) manifestó que el agua de consumo humano proveniente de la parte alta de la quebrada el pH medio es de 6,5 y en la parte baja de la quebrada el pH es ácido 4,5, no coincidiendo con la presente investigación siendo los resultados de pH promedio de todas las muestras alcalina (pH). Asimismo, Cava y Ramos (2016) obtuvieron un pH de 7,8 – 8,4 coincidiendo con la presente investigación, cuyos resultados se encuentran dentro de los LMP. Cabe indicar que la OMS (2018) no menciona, ni indica un valor que haga referencia sobre efectos a la salud que pueda ocasionar el pH o que pueda directamente afectar a los consumidores.

Los resultados obtenidos de cloruro de las 9 muestras de agua de consumo humano obtenidas en la presente investigación varían la M-3 con 646,4 mg/L a un mínimo de 22,7 mg/L como se puede visualizar en el Figura 6. Es importante señalar que los valores de la muestra M-3 sobre pasa los LMP que es de 250 mg/L según lo que indica el reglamento de calidad de agua de consumo D.S. N° 031-2010-S.A, además la M-3 presenta una desviación estándar ($DS= 202,685649$) elevada en comparación a los demás parámetros obtenidos. Asimismo, en su investigación Cava y Ramos (2016) determinaron valores muy por encima de los LMP,

que varían de 270 a 298 mg/L y que debido a estos valores elevados pueden dañar las conducciones y estructuras metálicas por donde discurre el agua. Además, Avila y León (2012) reportaron valores obtenidos en su investigación por debajo de los LMP de 25 y 115 mg/L. Mientras que la OMS (2018) señaló que las aguas naturales tienen contenidos muy variables de cloruros lo que hace que van a depender de las características de los suelos por donde pase el agua.

Los resultados obtenidos de dureza total de las 9 muestras de agua de consumo humano varían desde la más baja con 97 mg/L M-1 a la M-3 con 409 mg/L (Figura 7) valores que se encuentran dentro de los LMP (500 mg/L) según el reglamento de agua de consumo humano D.S N° 031-2010-S.A. Asimismo, presenta una desviación estándar de 97,1490664. Cava y Ramos (2016) encontraron valores dentro de los LMP en su investigación 204 y 296 mg/L, mientras que Avila y León (2012) reportaron valores que oscilan de 400 y 600 mg/L. También señala la OMS (2018) que el valor ion calcio se encuentra entre 100 a 350 mg/L el cual depende del anión asociado. Asimismo, hay casos reportados que los consumidores toleran una dureza de agua de consumo humano hasta 500 mg/L. Por lo tanto, los valores encontrados en esta investigación están dentro de lo establecido por la OMS (2018).

Los resultados de alcalinidad Total de las 9 muestras de agua de consumo humano varían de 378 mg/L M-2 a la más inferior de 62,9 mg/L M-9 (Figura 8) valores que se encuentran dentro de los LMP (500 mg/L) según reglamento de agua de consumo humano D.S. N° 031-2010-S.A con una desviación estándar de 117,763178. No sucediendo en la investigación de Cava y Ramos (2016) quienes determinaron valores muy superiores (570-676 mg/L) a los reportados en la presente investigación. Por otro lado, Avila y León (2012) reportaron valores inferiores a los LMP 12 y 15 mg/L coincidiendo con la presente investigación. Asimismo, la OMS (2018) indicó que la presencia de iones OH afectan la alcalinidad, pero normalmente las aguas naturales presentan valores bajos no llegando a superar los LMP.

Los resultados de calcio total de las 9 muestras de agua de consumo humano varían desde la más inferior M-6 (22,5 mg/L) a las más superior M-3 (271,16 mg/L), como se puede visualizar en la Figura 9, presentando una desviación estándar de 96,1834297. La OMS

(2018) indica que el ion calcio presente en el agua se debe a la presencia de rocas carbonatadas o sulfato de calcio como yeso, calizas, dolomías y anhidrita. Asimismo, es necesario indicar que el agua potable puede variar de 10 a 100 ppm y cantidades mayores a 1 000 pm son aguas inocuas para consumo humano. Para Cava y Ramos (2016) en su investigación determinaron valores que varían desde 51,6 a 68,8 mg/L y Mendoza (2018) encontró valores que van desde 0,2 a 10 mg /L. Además, según Badilla (2005) citado por Rodríguez (2009, p. 45), indicó que las aguas el calcio se encuentran en mayor cantidad que el magnesio y que mayormente su origen está en los yesos o silicatos o por ataque de calizas o dolomitas por acción del anhídrido carbónico.

Los resultados obtenidos de magnesio total de las 9 muestras de agua de consumo humano varían de M-5 43,5 mg/L a la M-1 11,61 mg/L, como se puede apreciar en la Figura 10, presentando una desviación estándar de 10,0720791. Cava y Ramos (2016) reportaron en su investigación valores que fluctúan de 30,8 y 41,2 mg/L. Mientras que Mendoza (2018) en su investigación encontró valores de 0,2 y 10 ug/L. La OMS (2018) indicó que existen acuíferos ricos en magnesio que pueden llegar hasta 100 mg/L. Rodríguez (2009) manifestó que, si la cantidad de magnesio en el agua es muy grande, esta puede actuar como laxante e incluso adquirir un sabor amargo.

4.3. Parámetros microbiológicos del agua consumida en la población de Chulucanas

El resultado obtenido del recuento de coliformes totales de las 9 muestras de agua de consumo humano, la muestra M-1 (80 UFC/100 ml) como se aprecia en la Figura 11 supera los LMP establecido en el D.S. 031-2010-S.A (UFC/100 ml) mientras que las demás muestras se encuentran dentro de los LMP y de los ECA establecidos. Cava y Ramos (2016) reportaron valores de 30 y 50 UFC/100 ml. Mientras que Guimaraes (2015) en su estudio encontró valores de 223 UFC/100 ml. Según la OMS (2018) indicó que, tanto en aguas residuales como en aguas naturales, se encuentra presencia de bacterias pertenecientes al grupo de coliformes totales, sin considerar las *Escherichia coli* que siempre van a proliferar y vivir formando biopelículas en los sistemas de distribución de agua.

El recuento para coliformes fecales de la muestra M-1(50 UFC/100 ml) como se visualiza en la Figura 12 supera los LMP establecidos en el D.S N° 031-2010-S.A. (O UFC/100 ml), no sucediendo con las demás muestras que se encuentran por debajo de los LMP y los ECA. Zhen (2009) reporta en su investigación valores > 2000 NPM/100 ml debido al periodo de transición de lluviosos a seco registrado en el año 2008. Asimismo, Guimaraes (2015) encontró valores de 39 UFC/100 ml y Cava y Ramos (2016) reportaron valores 1-2 UFC/100 ml. Cabe señalar que la OMS (2018) indicó que el grupo de bacterias del grupo de coliformes fecales tienen la habilidad para realizar un proceso de fermentación de la lactosa a una temperatura de 44 a 45 °C llegando a ser denominadas bacterias termotolerantes. La cantidad de bacterias se debe a la presencia de heces humanas o de animales. Por lo que su presencia en la muestra M-1 se debe considerar tomar medidas necesarias o de control y continuar con medidas de monitoreo y determinar las posibles fuentes de contaminación para su tratamiento respectivo.

En relación con las propuestas tendientes a la mejora, es necesario que, en las fuentes de agua, sitios de almacenamiento y caudales domiciliarios se realicen monitoreos programados y sostenidos en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos y de esta manera conocer las condiciones del agua que se consumen los pobladores de la ciudad de Chulucanas. García (2018) indicó que el agua de consumo humano debe dársele una enmienda necesaria y así cumplir con los valores establecidos en la norma vigente para agua potable. Mientras, Cruz (2018) estableció como estrategia que el agua para ser consumida por la población debe someterse a un tratamiento convencional cuando sobrepasa los ECA respecto a coliformes termotolerantes. Mendoza (2018) recomendó como línea de acción que no se debe realizar en la puquial actividad de lavado de prendas de vestir. Por su lado, Cava y Ramos (2016) plantearon un monitoreo constante en las fuentes de agua y de esta manera asegurar su consumo de en el distrito de Pacora, Lambayeque. Finalmente, Ávila y León (2012) manifiestan que el agua para que sea apta para consumo humano debe implicar un tratamiento y desinfección y de esta manera asegurar su abastecimiento.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- 1.- El agua de consumo humano de la ciudad de Chulucanas, en la presente investigación referente a los parámetros físicos (turbidez, conductividad y temperatura) se encuentran dentro de los LMP, excepto la muestra tres (3) del parámetro conductividad que excede los LMP. En cuanto a los parámetros químicos (pH, cloruro total, dureza, alcalinidad, calcio y magnesio totales) se encuentran dentro de los LMP, excepto la muestra tres (3) del parámetro cloruro total que excede los LMP, establecidos en las Normas Técnicas Peruanas.

- 2.- El agua de consumo humano de la ciudad de Chulucanas, en la presente investigación referente a los parámetros microbiológicos (coliformes totales y coliformes fecales) se encuentran dentro de los LMP, excepto la muestra uno (1) de ambos parámetros superan los LMP establecidos en las Normas Técnicas Peruanas.

- 3.- Los valores obtenidos de las 9 muestras de agua de consumo humano en la ciudad de Chulucanas no todos los valores se encuentran dentro de las normas del Ministerio de Salud y Ministerio del ambiente según el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobado por el D.S. N° 031-2010-S.A.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

A corto plazo:

- 1.- En función a los valores obtenidos en la presente investigación, se debe establecer un cronograma de monitoreo de los parámetros físico, químicos y microbiológicos de manera sostenida del agua de consumo humano, con la finalidad de no poner en riesgo la salud de la población usuaria de este recurso en la ciudad de Chulucanas.
- 2.- Reforzar las capacidades de población usuaria para que puedan identificar que el abastecimiento cumpla con todas las exigencias de ley y generar su participación en la toma de decisiones.
- 3.- Formular un plan de mejoramiento en la disponibilidad y calidad de agua de consumo humano en la población de Chulucanas.
- 4.- Considerar en la evaluación de parámetros del agua consumida por la población de Chulucanas a la bacteria *Helicobacter pylori*, con la finalidad de erradicar el riesgo potencial a la población usuaria de este recurso.
- 5.- Para las JASS, establecer actividades de desinfección desde la captación y sistemas de bombeo de agua, lo que implica instalar un proceso de Potabilización de agua previo a la distribución (Ver Apéndice 09) y de esta manera asegurar la integridad en la salud de la población.
- 6.- Las JASS deben ser autosostenible, los gastos de administración, operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento, deben ser cubiertos con la cuota familiar que se cobra a cada usuario y que ésta responda a un diagnóstico situacional, plan operativo y presupuesto anual acorde a su contexto.

A mediano plazo:

- 7.- En las JASS, mantener el proceso de desinfección de agua mediante el empleo de cloro o compuestos clorados, y monitorear diariamente al menos los parámetros críticos (Parámetros microbiológicos).
- 8.- Generar actividades o proyectos de mejora de las conexiones internas domiciliarias y así evitar contaminación de este recurso hídrico.

A largo plazo:

- 9.- Considerar la construcción y habilitación de una Planta de Tratamiento de Agua Potable en la ciudad de Chulucanas para un correcto manejo, gestión y abastecimiento del recurso; a través de las diligentes coordinaciones entre el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) y autoridades locales involucradas.
- 10.- La presente investigación nos ayudará como fuente de información de la calidad de agua para consumo humano y para inicio de otras investigaciones.

REFERENCIAS

- American Water Works Association (2003). *Water Quality*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=hUH0lb72K4EC&pg=PA140&dq=Total+dissolved+solids&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjv6qg4jjAhWhuVkkHYOkBbQQ6AEINjAC#v=onepage&q=Total%20dissolved%20solids&f=false>
- Aprueban Protocolo de Procedimientos para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción de agua para Consumo Humano. Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 24 de setiembre del 2015, Pp. 7.
- Aprueban Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 26 de setiembre del 2010, Pp. 8. Recuperado de: www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Autoridad Nacional del Agua (2016). *Estrategia nacional para el mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos*. Recuperado de <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/210>
- Aurazo, M. (2004). Manual para análisis básicos de calidad de agua de bebida. Organización Panamericana de la Salud. Lima, 2004. Cap. 4.31-33. Recuperado de: elaguapotable.com/manual%20analisis%20basicos%20CA.pdf
- Avila, R. y León, O (2012). *Análisis de la calidad de agua para consume humano en el área urbana del distrito de Trujillo departamento de la Libertad* (Tesis de grado) Universidad Nacional de Trujillo, Lima, Perú. Recuperado de: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3420?show=full>
- Cacho, G. (2014). *Calidad de agua de consumo humano en la ciudad de Cajamarca, región Cajamarca – 2014*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4841>.
- Calderón, L. y Orellana, Y. (2015). Control de calidad de agua potable que se distribuye en los campus: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraíso, Yununcay, y las Granjas de Irquis

- y Romeral pertenecientes a la Universidad de Cuenca, Ecuador (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22285/1/Tesis.pdf>
- Carbajal, A. y González, M. (2012). *Propiedades y funciones biológicas del agua. Universidad Complutense de Madrid.* 3(1), 33-45. Recuperado de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>
- Casilla, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suhez.* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú. Recuperado de: repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4546/Casilla_Quispe_Sergio.pdf?sequence=1
- Cava, T. y Ramos, F. (2016). *Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento.* (Tesis de grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/850>
- Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessment. A guide to use of biota. Sediments and water in environmental monitoring.* 2 ed. London. UNESCO/WHO/UNEP 626 pp.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (2002). *Financiamiento e inversión para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe: perspectivas regionales para instrumentar el Consenso de Monterrey y el Plan de Implementación de Johannesburgo.* Santiago de Chile. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1567/S2003702_es.pdf
- Cruz, W. (2018). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua para consume humano de la quebrada Mayro en el centro poblado de Puerto Mayro, distrito de Palcazu.* (Tesis de grado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/692>
- Custodio G. y Llamas, M. (1996). *Hidrología Subterránea. Segunda Edición.* Barcelona España: Ediciones Omega, S.A. Recuperado de: https://www.academia.edu/41067940/Custodio_Llamas_Tomo
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Perú. *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) agua, 2017.* Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

- García, L. (2018). *Diagnóstico y estudio de los usos potenciales del agua obtenida de los sistemas de captación en las zonas 24 y 25 municipio de Guatemala* (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: www.repositorio.usac.edu.gt/10205/1/T-03529.pdf
- Guimaraes, L. X. (2015). *Calidad del agua para consumo humano en poblaciones no abastecidas por EMAPACOP.S.A. de Nuevo Bolognesi y Víctor Manuel Maldonado Begazo a fin de generar cultura hídrica, distrito de Gallería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali 2014*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2224/000002067T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación*, 3 edición. México D.F.: McGraw-Hill. 705 pp.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], (2013). Congreso IMTA. México. Recuperado de: https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/congreso-imta-2013/files/assets/common/downloads/publication.pdf
- Ley de Recursos Hídricos N° 29338. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 31 de marzo de 2009. pp. 3. Recuperado de: <https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29338.pdf>
- Ley General del Ambiente N° 28611. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 13 de octubre del 2005. Pp. 8. Recuperado de: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/monografias/ingenie/jacinto_sh/anex.pdf
- Marchand, E. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo en Lima Metropolitana*. (Tesis de grado) Universidad Mayor de San Marcos. Lima-Perú. Recuperado de: https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand_P_E/tesis_completo.pdf
- Manual de Análisis de Agua. (2000). Procedimientos Seleccionados del Manual de HACH sobre Análisis de Agua. Versión 3. Edición en inglés. Recuperado file:///C:/Users/ACER/Desktop/Water%20Analysis%20Manual-Spanish-Manual%20de%20Análisis%20de%20Agua.pdf
- Mendoza, M. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú*. (Tesis de maestría). Pontificia

Universidad Católica del Perú. Recuperado de
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/12256>

Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales. Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA. Autoridad Nacional del Agua, Lima, Perú, 21 de febrero de 2018. pp. 7. Recuperado de: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._068-2018-ana.pdf

Ministerio de Salud (2010). Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Lima, Lima-Perú. Recuperado de: [ww.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018). Norma Técnica de Diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. Recuperado de: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1743222/ANEXO%20RM%20192-2018-VIVIENDA%20B.pdf.pdf>

Norma Técnica Peruana. (2012). NTP 214.042:2012/COR. Calidad de agua. Clasificación de la Matriz Agua para Ensayos de Laboratorio. Recuperado <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/corrigendastecnicas/files/corrigendas/214.042.pdf>

Organización Mundial de la Salud [OMS] (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda*. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2015). *Instrumentos Básicos para la Fiscalización Ambiental*. Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978

Organización Mundial de la Salud [OMS] (2008). Guías para la instalación de sistemas de desinfección.

Organismo Panamericano de la Salud [OPS] (2003). Guía para la desinfección del agua para consumo en sistemas rurales de abastecimiento de agua por gravedad y bombeo.

- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Autoridad Nacional del Agua, Lima, Perú, 11 de enero de 2016. pp. 53-55.
- Peña, F. (2012). Las aguas subterráneas en el Perú. (F. Peña Laureano ed.). *INGEMMET*, 15-23. Recuperado de: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/5/browse?type=subject&order=ASC&rpp=20&value=Aguas+subterráneas>
- Ramos, A. (2016). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad las juntas del distrito de Pacora -Lambayeque y, propuesta de tratamiento* (Tesis de grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Rodríguez, Z. (2009). Parámetros fisicoquímicos de la dureza total del calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura de agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del acueducto de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela. Noviembre 2008. Revista Universidad de Costa Rica. Vol.9. N 12-13, 2009. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/2842>
- Ramos, F. (2006). *Análisis de la calidad de agua para consumo humano en el área urbana del puerto de San José, departamento de Escuintla* (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de: biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1008_Q.pdf
- Reynolds, V. (2002). Manejo integrado de aguas subterráneas: un reto para el futuro. San José, Costa Rica. Editorial. Universidad estatal a distancia. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/359881442/Manejo-Integrado-de-Aguas-Subterraneas-Un-Reto-Para-El-Futuro>
- Robbins, P (2007). *Fecal Coliform Bacteria*. Thousand Oaks: SAGE Publications. Recuperado de: https://www.academia.edu/15854911/Fecal_Coliform_Bacteria
- Rock, C. y Rivera, R. (2014). *Calidad del Agua, E. coli y su salud*. Recuperado de: <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>
- Rodríguez, E., Gamboa, M., Hernández, F., y García, J. (2005). *Bacteriología general: Principios y prácticas de laboratorio*. Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica. Recuperado de: editorial.ucr.ac.cr/en/ciencias-naturales-y-exactas/item/1663-bacteriologia-general-principios-y-practicas-de-laboratorio-2a-ed.html

- Rojas, L. F. (2018). *Caracterización Fisicoquímica y Bacteriológica de Agua de Consumo Humano del Centro Poblado de San Marcos, Distrito de Chontabamba, Provincia de Oxapampa – 2018. (Tesis de grado)*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/412/1/T026_47762610_T.pdf
- Sierra Bravo, R. (2003). Tesis doctorales y trabajos de investigación científica (Paraninfo S.A. ed.). Madrid-España. Recuperado de: <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788497321389/tesis-doctorales-y-trabajos-de-investigacion-cientifica>
- Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento [SUNASS] (s.f). *Guía sobre el Control de Calidad el Agua*. Recuperado de: http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/CD_Agua/pdf/spa/doc14595/doc14595-contenido.pdf
- World Health Organization. (2011). *Guidelines for Drinking-water Quality*. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf;jsessionid=6E2930176E9D27183FAD54CFC9F3D81D?sequence=1
- Zhen, B. (2009). Índices de calidad del agua en la microcuenca de la quebrada Victoria, Guanacaste, Costa Rica (2007-2008). *UNED Research Journal / Cuadernos de Investigación UNED*, 2 (1), 45-61. Recuperado de <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=515651985004>

TERMINOLOGÍA

Agua para consumo humano: Utilizada para la ingesta, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios, servicios sanitarios y otros menesteres domésticos; esta agua puede ser potable y no potable (Dirección General de Salud [DIGESA], 2015).

Calidad bacteriológica del agua: Características que constituyen a la protección de la salud de la población contra riesgos de origen bacteriano en el agua de consumo humano mediante proceso de desinfección (OMS, 2006).

Coliformes: Bacilos Gram negativos, este grupo incluye los géneros *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, y *Escherichia*, provenientes del ambiente o del contenido intestinal (Rodríguez, *et al.* 2005).

Evaluación de la calidad de agua: Proceso de valoración total de la naturaleza física, química y biológica del agua en relación con la calidad natural, a los efectos humanos y a los usos intencionales (Chapman, 1996).

Indicadores de calidad: Elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad del agua (ANA, 2016).

Microorganismos: Elementos patógenos que las podemos encontrar en las muestras de agua de consumo humano (Rodríguez, *et al.* 2005).

Monitoreo de la calidad de agua: Recolección actual de la información en un grupo de sitios y a intervalos regulares con el fin de proveer datos (DIGESA, 2015).

Muestreo Ambiental: Es la técnica de tomar muestras dentro de una población. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).

Parámetros: diferentes indicadores de calidad de agua y contaminación, según su naturaleza o especificidad (DIGESA, 2015).

Plan de muestreo: Instrumento que permite la determinación de los pasos metodológicos para obtener la muestra (Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento [SUNASS], 2017).

APÉNDICES

Apéndice 1: Análisis de laboratorio



ENSAYOS DE LABORATORIOS Y ASESORIAS PINTADO E.I.R.L.
Calle Luis de la Puente, Urb. 100 P.O. Box 11, Distrito de San Andrés - Lima
E-mail: contacto@elapen.com

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 005-2021

Solicitado por: DERECHOS LEGAL

Producto: Filtro de presentación

Cantidad de muestra: 2 unidades a 500 ml c/u

Condición de la muestra: En buen estado, humedad a temperatura de refrigeración

Procedencia de la muestra: Muestra presentada por el solicitante

Información proporcionada por el solicitante: Agua para uso a temperatura ambiente (Chilutamba)

Fecha de recepción: 11/01/2021

Fecha de inicio de ensayo: 11/01/2021

Fecha de término de ensayo: 15/01/2021

Sede: ELAP

PROYECTO: JOSE GARCERAN BENTOS REBOSA

DIRECCIÓN: JIR. AREQUIBA 8000 - CHILUTAMBA

Agua para beber: Filtro de presentación

2 unidades a 500 ml c/u

En buen estado, humedad a temperatura de refrigeración

Muestra presentada por el solicitante

Agua para uso a temperatura ambiente (Chilutamba)

Tarea: Validación bacteriológica y microbiológica del agua consumida por la población en provincia de Arequipa en las Unidades Promocionales de Sanación - Filtro

Código: 28.01

Número de muestra: 8.22

11/01/2021

11/01/2021

15/01/2021

11213-01

Parámetro	Unidades	Resultados	Especificaciones*
Ensayos microbiológicos			
Coliformes totales	NMP/100ml	<18	<18
Coliformes fecales/termotolerantes y fécolas	NMP/100ml	<18	<18
Ensayos fisicoquímicos			
Temperatura	°C	29.20	-
pH	Unidad de pH	7.30	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	700	1500
Cloruro	mg/L	221.16	300
Clorato	mg/L	52.70	200
Alumínico total	mg/L	39.10	-
Cianuro	mg/L	38.20	-
Magnesio	mg/L	47.00	-
Turbiedad	NTU	1.80	5

*) ISO 221-2010. Regramento de la calidad de agua para consumo humano.

MÉTODOS DE ENSAYO

Coliformes totales: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 021 B, 2nd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group

Coliformes fecales/termotolerantes y fécolas: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 021 B, 2nd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group

Temperatura: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 020 B, 2nd Ed. Temperature: Laboratory and Field Methods

pH: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 020 B, 2nd Ed. pH Value: Electrode Method

Conductividad eléctrica: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 020 B, 2nd Ed. Conductivity: Laboratory Method

Cloruro: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 020 C, 2nd Ed. Chloride: EDTA Titrimetric Method

Clorato: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 020 C, 2nd Ed. Chlorate: Argentometric Method

Cianuro: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 020 B, 2nd Ed. Cyanide: Open Method

Magnesio: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 020 B, 2nd Ed. Magnesium: Spectrophotometric Method

Turbiedad: ISO 22120:2010-0201-0201 Part 020 B, 2nd Ed. Turbidity: Nephelometric Method

Fecha: 15 de enero del 2021



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA

INFORME DE RESULTADOS

INFORME N° 005-2021

11/01/2021

ELAP-0100-0201-0201



ENSAYOS DE LABORATORIOS Y ASESORIAS PINTADO E.I.R.L

Calle Luis de la Puente Uceda M-110 km 110 Distrito 26 de octubre - Puno
E-mail: contacto@elapppv.com

INFORME DE ENSAYO N° 006-2021

Solicitado por	PIERRE JOE SANCCARLO BENTES RUKETA
Dominio legal	JR AREQUIPA 804-DHULLONAS
Producto	Agua subterránea
Forma de presentación	Frascos/ de plástico
Cantidad de muestra	3 unidades x 100 ml c/u
Condición de la muestra	En buen estado, muestra(s) a temperatura de refrigeración
Procedencia de la muestra	Muestra proporcionada por el solicitante
Información proporcionada por el solicitante	Agua para uso y consumo humano (Subterránea) Tarea "Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua consumida por la población y propuesta tendiente a su reposo en Chivichaca provincia de Moroyan - Puno" Código: ZA-62 Hora de muestreo: 8:33 11-01-2021 11-01-2021 19-01-2021 101021-01
Fecha de recepción	11-01-2021
Fecha de inicio del ensayo	11-01-2021
Fecha de término de ensayo	19-01-2021
Código ELAP	101021-01

Parámetros	Unidades	Resultados	Especificaciones ⁽¹⁾
Ensayos microbiológicos			
Coliformes totales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Ensayos fisicoquímicos			
Temperatura	°C	23.10	-
pH	Unid de pH	6.90	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	850	1000
Dureza	mg/L	200.20	500
Cloruro	mg/L	50.70	250
Alcalinidad total	mg/L	89.10	-
Calcio	mg/L	27.90	-
Magnesio	mg/L	43.50	-
Turbiedad	NTU	1.50	5

(1) DS-001-2010 Reglamento de la calidad de agua para consumo humano

MÉTODO DE ENSAYO:

Coliformes totales	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 9221 B, 20th Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes termotolerantes	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 9221 E, 1, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group Fecal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Test (FC Medium)
Temperatura	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed. Temperature: Laboratory and Field Methods
pH	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 4500-H B, 23rd Ed. pH Value, Electrode Method
Conductividad eléctrica	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 2010 B, 23rd Ed. Conductivity, Laboratory Method
Dureza	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. Hardness, EDTA Titration Method
Cloruro	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. Chloride, Argentometric Method
Alcalinidad	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed. Alkalinity, Titration Method
Calcio	Colorimetric. Kit de ensayo Spectrophot
Magnesio	Colorimetric. Kit de ensayo Spectrophot
Turbiedad	SMEW/APHA/AWWA-WEF Part 2150 B, 23rd Ed. Turbidity, Nephelometric Method

Puno, 19 de enero del 2021.




 Nombre de usuario: **PIERRE JOE SANCCARLO BENTES RUKETA**
 Ing. **Pierrre José Sanccarlo Bentes Ruketa**
 0010101021-01



ENSAYOS DE LABORATORIOS Y ASESORIAS PINTADO E.I.R.L.

Calle Luis de la Puente Uceda Mz P10 lote15. Distrito 26 de octubre - Puno
E-mail: contacto@lapaperu.com

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 007-2021

Solicitado por Demanda legal Producto Forma de presentación Cantidad de muestra Condición de la muestra Procedencia de la muestra Información proporcionada por el solicitante Fecha de recepción Fecha de inicio de ensayo Fecha de término de ensayo Código ELAP	PIERRE JOE GANCARLO BOWTES RUESTA JR. AREQUIPA PASA CHULUCANES Agua subterránea Frescos(1 de plástico) 2 unidades x 500 ml c/v En buen estado, muestra(s) a temperatura de refrigeración Muestra proporcionada por el solicitante Agua para uso y consumo humano (Subterránea) Tejía "Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua consumida por la población y propuesta tendiente a su mejora en Chulucanas provincia de Morayón - Puno" Código: PC-01 Volumen de muestra(s): 2 lit 11-01-2021 11-01-2021 19-01-2021 11021-01
---	--

Parámetros	Unidades	Resultados	Especificaciones ^(a)
Ensayos microbiológicos			
Coliformes totales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Coliformes termotolerantes o fecales	MMP/100ml	<1.8	<1.8
Ensayos fisicoquímicos			
Temperatura	°C	24.50	-
pH	Unidad de pH	7.30	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	825	1500
Dureza	mg/L	170.50	500
Cloruro	mg/L	32.40	250
Alcalinidad total	mg/L	60.90	-
Calcio	mg/L	32.90	-
Magnesio	mg/L	31.70	-
Turbiedad	NTU	2.70	5

(a) DS 001-2017, Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

METODO DE ENSAYO

Coliformes totales	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. - Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group; Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes termotolerantes o fecales	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 23rd Ed. Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group; Petal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Test (TC Method)
Temperatura	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2531 B, 23rd Ed. Temperature: Laboratory and Field Methods
pH	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 4504-H B, 23rd Ed. pH Value: Electrode Method
Conductividad eléctrica	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. Conductivity: Laboratory Method
Dureza	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. Hardness: EDTA Titrimetric Method
Cloruro	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. Chloride: Argentometric Method
Alcalinidad	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 23rd Ed. Alkalinity: Titration Method
Calcio	Columbimetric: Kit de ensayo Spectroquímico®
Magnesio	Columbimetric: Kit de ensayo Spectroquímico®
Turbiedad	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. Turbidity: Nephelometric Method

Puno, 19 de enero del 2021



PIERRE JOE GANCARLO BOWTES RUESTA
Agente Registrado para la Actividad de Asesoría Técnica
 No. de Registro: 11021-01



ENSAYOS DE LABORATORIOS Y ASESORIAS PINTADO E.I.R.L.

Calle Luis de la Puente Licoles N° 110 lote 15, Distrito 26 de octubre - Puno
E-mail: contacto@pintado.com

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 008-2021

Solicitado por	PERRE JOE GIMCARLO RENTES RUEDA
Dominio legal	JR. ARECQUIPA 8004-CHAUCABAMBA
Producto	Agua subterránea
Forma de presentación	Frescos (de plástico)
Cantidad de muestra	2 unidades x 500 ml c/u
Condición de la muestra	En buen estado (reservada) a temperatura de refrigeración
Procedencia de la muestra	Muestra programada por el laboratorio
Información proporcionada por el solicitante	Agua para uso y consumo humano (Subterránea) Tasa "Evaluación bacteriológica y microbiológica del agua consumida por la población y propuesta también a su regaña en Chulucanas provincia de Morayta - Puno" Codigo: PG-02
Fecha de recepción	Hora de muestra: 8:55
Fecha de inicio del ensayo	11-01-2021
Fecha de término de ensayo	11-01-2021
Código ELAP	110121-01

Parámetros	Unidades	Resultados	Especificaciones ¹⁰
Ensayos microbiológicos			
Coliformes totales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Ensayos fisicoquímicos			
Temperatura	°C	24.40	-
pH	Unidad de pH	7.40	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	425	1500
Dureza	mg/L	140.10	300
Cloruro	mg/L	24.00	250
Alcalinidad total	mg/L	90.20	-
Calcio	mg/L	18.10	-
Magnesio	mg/L	29.20	-
Turbiedad	NTU	2.00	5

10: DS 001-2010: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano

MÉTODO DE ENSAYO:

Coliformes totales

Coliformes termotolerantes

Temperatura

pH

Conductividad eléctrica

Dureza

Cloruro

Alcalinidad

Calcio

Magnesio

Turbiedad

ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group
Standard Total Coliform Fermentation Technique
ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group
Fecal Coliform Procedure: Thermotolerant Coliform Test (FC Method)
ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) Temperature Laboratory and Field Methods
ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) pH Value: Spectrometric Method
ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) Conductivity: Laboratory Method
ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) Hardness: EDTA Titrimetric Method
ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) Chloride: Argentometric Method
ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) Alkalinity: Titration Method
Colimétrico: Método de ensayo Spectrofotométrico
Colimétrico: Método de ensayo Spectrofotométrico
ISO 4822:2002 (ISO 4822:2002) Turbidity: Nephelometric Method

Puno, 18 de enero del 2021



LABORATORIOS Y ASESORIAS PINTADO E.I.R.L.
[Firma]
Ing. Jhonatan Alejandro Pantoja Colchagua
DIRECCIÓN TÉCNICA
CALLE LUIS DE LA PUENTE LICOLES N° 110 LOTE 15
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PUNO

**ENSAYOS DE LABORATORIOS Y ASESORIAS PINTADO E.I.R.L.**Calle Luis de la Puente López Mz P10 lote 13, Distrito 26 de octubre - Puno
E-mail: contacto@elapperu.com

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 009-2021

Solicitado por	PIERRE JOE GIANCARLO BENTES RUEDA
Domicilio legal	JR. ARQUILLA 404-CHALUCAYAN
Producto	Agua subterránea
Forma de presentación	Franco de 10 litros
Cantidad de muestra	2 unidades x 500 ml c/u
Condición de la muestra	En buen estado - muestra(s) a temperatura de refrigeración
Procedencia de la muestra	Muestra proporcionada por el solicitante
Información proporcionada por el solicitante	Agua para uso y consumo humano (Subterránea) Tarea "Evaluación físico-química y microbiológica del agua consumida por la población y asociada también a su región en Chucabaca provincia de Moquegua - Puno" Código: Z6-01 Hora de muestreo: 9:00
Fecha de recepción	11-01-2021
Fecha de inicio de ensayo	11-01-2021
Fecha de término de ensayo	19-01-2021
Código ELAP	110/21-01

Parámetros	Unidades	Resultados	Especificaciones ^(a)
Ensayos microbiológicos			
Coliformes totales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Ensayos fisicoquímicos			
Temperatura	°C	23.30	-
pH	Unid de pH	7.00	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	814	1500
Dureza	mg/L	110.80	500
Cloruro	mg/L	32.30	250
Alcalinidad total	mg/L	66.70	-
Calcio	mg/L	28.10	-
Magnesio	mg/L	32.90	-
Turbiedad	NTU	1.90	5

(a) DS 001-2010: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

MÉTODO DE ENSAYO

Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-9, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group Standard Total Culture Fermentation Technique
Coliformes termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-1, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group Fecal Culture Procedure, Thermotolerant Coliform Test (TC Medium)
Temperatura	SMS 200-APHA-AWWA-WEF Part 2510-9, 23rd Ed. Temperature Laboratory and Field Methods
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ 9, 23rd Ed. pH Value - Electrodeless Method
Conductividad eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-9, 23rd Ed. Conductivity Laboratory Method
Dureza	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C, 23rd Ed. Hardness, EDTA Titrimetric Method
Cloruro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-C-5, 23rd Ed. Chloride, Argentometric Method
Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-9, 23rd Ed. Alkalinity Titration Method
Calcio	Colormetrico: Kilo de ensayo Spectroquímico
Magnesio	Colormetrico: Kilo de ensayo Spectroquímico
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120-9, 23rd Ed. Turbidity Nephelometric Method

Puno, 19 de enero del 2021



INFORME DE LABORATORIO Y ASESORIAS PINTADO E.I.R.L.
 Calle Luis de la Puente López Mz P10 lote 13, Distrito 26 de octubre - Puno
 E-mail: contacto@elapperu.com



ENSAYOS DE LABORATORIOS Y ASESORIAS PINTADO E.I.R.L.

Calle Luis de la Puente Usada No 170 km 15, Distrito 26 de octubre - Puno
E-mail: contacto@elapen.com

INFORME DE ENSAYO N° 010-2021

Solicitado por: Demanda legal	PIERRE JOE GIMCARLO BENTES RUISTA JR. AREQUIPA 804 CHUSUCAMAS
Producto: Forma de presentación: Cantidad de muestra: Condición de la muestra: Procedencia de la muestra: Instrucción proporcionada por el solicitante	Aguas subterráneas Frascos de vidrio 2 unidades x 500 ml c/u En buen estado, muestra(s) a temperatura de refrigeración Muestra proporcionada por el adquirente Agua para uso y consumo humano (Subterránea) Tesis "Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua consumida por la población y propuesta de fuente a su región en Chusucamas provincia de Marcapata - Puno" Código: 28-02 Hora de muestreo: 9:30
Fecha de recepción: Fecha de inicio del ensayo: Fecha de término de ensayo: Código ELAP	15-01-2021 15-01-2021 16-01-2021 170121-01

Parámetro	Unidades	Resultado	Especificaciones ⁽¹⁾
Ensayos microbiológicos			
Coliformes totales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100ml	<1.8	<1.8
Ensayos fisicoquímicos			
Temperatura	°C	24.00	-
pH	Unidad de pH	7.70	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	335	1500
Dureza	mg/L	120.70	500
Cloruros	mg/L	32.70	250
Alcalinidad total	mg/L	62.90	-
Calcio	mg/L	20.60	-
Magnesio	mg/L	31.30	-
Turbiedad	NTU	1.55	5

(1) IS 151-2015: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

METODO DE ENSAYO

Coliformes totales	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 921 B, 23rd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group
Coliformes termotolerantes	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 921 B, 23rd Ed	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group
Temperatura	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 2100 B, 23rd Ed	Temperature, Laboratory and Field Methods
pH	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 450 H-8, 23rd Ed	pH Value, Electronic Method
Conductividad eléctrica	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 2110 B, 23rd Ed	Conductivity, Laboratory Method
Dureza	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 2160 C, 23rd Ed	Hardness, EDTA Titrimetric Method
Cloruros	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 4500-C-8, 23rd Ed	Chloride, Argentometric Method
Alcalinidad	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 2500 B, 23rd Ed	Alkalinity, Titrimetric Method
Calcio	Colorimetric	Alto de ensayo Spectroquímico
Magnesio	Colorimetric	Alto de ensayo Spectroquímico
Turbiedad	SMEWWAPHA-AWWA-WEF Part 2150 B, 23rd Ed	Turbidity, Nephelometric Method

Fecha: 15 de enero del 2021



INFORME DE LABORATORIO Y ASESORIA PINTADO E.I.R.L.
 15/01/21
 Dr. Arturo José Rodríguez Páez Tolosa
 DIRECTOR TÉCNICO

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-6942

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	PIERRE JOE GIANCARLO BENITES RUESTA
2.-DIRECCIÓN	JR. AREQUIPA #404 - PIURA
3.-PROYECTO	EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIÓLOGA DEL AGUA CONSUMIDA POR LA POBLACIÓN Y PROPUESTA TENDIENTE A SU MEJORA, EN CHILUCANAS PROVINCIA DE MORROPÓN-PIURA
4.-PROCEDENCIA	CHILUCANAS
5.-SOLICITANTE	PIERRE JOE GIANCARLO BENITES RUESTA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	OS-20-2294
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	P-OPE-1 MUESTREO
8.-MUESTREO POR	ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	2020-11-23

II. DATOS DE ITEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	3
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	2020-11-14
4.-PERÍODO DE ENSAYO	2020-11-14 al 2020-11-23


Lindsay Sotny Noe Cruz
Supervisor



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-6942

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TITULO
Alcalinidad Total ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed. 2017	Alkalinity, Titration Method
Cloruro ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl-B, 23 rd Ed. 2017	Chloride, Argentometric Method
Coliforms Total (SFC/100mL) ¹⁾	SMEWW 9222 B, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group- Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Extra Media
Coliforms Fecales (Termotolerantes) (SFC/100mL) ¹⁾	SMEWW 9222 D, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group- Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure
Conductividad ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity, Laboratory Method
Dureza Total ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 23 rd Ed. 2017	Hardness, EDTA Tometric Method
Metales Traces ¹⁾	EPA Method 200.7 Rev.4 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrode Method
Temperatura ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 23rd Ed. 2017	Salinity, Electrical Conductivity Method
Turbidez ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity, Nephelometric Method

¹⁾EPA - U. S. Environmental Protection Agency, Methods for Chemicals Analysis

²⁾SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

³⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA.

⁴⁾ Ensayo acreditado por el IAS

⁵⁾ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

INFORME DE ENSAYO N.º: IE-20-6942

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-20-22842	M-20-22843	M-20-22844	
CÓDIGO DEL CUENTE	CAF-SOPT-JAGS-SP	SBST / JAGS-LV	SBST / JAGS-HP	
COORDENADAS	E 9809958	E 0882533	E 0588873	
UTM WGS 84	N 9403976	N 9403932	N 9403469	
PRODUCTO	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano	
SUB PRODUCTO	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO	13-11-2020 08:45	13-11-2020 11:29	13-11-2020 12:15	
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Alcalinidad Total (*)	mg CaCO ₃ /L	2	5	129
Cloruro (*)	mg Cl/L	2.0	0.3	22.7
Calcio Total (UPC/100mL)	UPC/100mL	NA	1.0	80.0
Calcio Frecio (Terminaciones) (UPC/100mL)	UPC/100mL	NA	1.0	80.0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0.01	381.00
Dureza Total (*)	mg CaCO ₃ /L	2	5	97
pH (**)	Unidad de pH	NA	0.01	7.79
Temperatura (**)	°C	NA	0.1	20.3
Turbidez (*)	NTU	NA	0.01	0.25
Metas Totales *				
Aluminio	mg/L	0.025	0.025	<0.005
Antimonio	mg/L	0.002	0.008	<0.002
Arsénico	mg/L	0.002	0.008	<0.002
Bario	mg/L	0.002	0.010	0.1328
Berilio	mg/L	0.002	0.010	<0.0003
Bismuto	mg/L	0.009	0.030	<0.009
Cromo	mg/L	0.002	0.008	0.137
Cadmio	mg/L	0.001	0.004	<0.0001

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) Si ensayo realizado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "n" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "n" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-6942

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-20-22842	M-20-22843	M-20-22844			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	CAP,SGPT,JA53-SP	8887 / JA53-LV	8887 / JA53-HP			
COORDENADAS:	E:0698353	E:0692533	E:0566573			
UTM WGS 84:	N:9428970	N:9440502	N:9432460			
PRODUCTO:	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO:	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:		NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO:	13-11-2020 08:45	13-11-2020 11:30	13-11-2020 12:15			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Calcio	mg/L	0.002	0.006	03.388	226.358	271.157
Cadmio	mg/L	0.02	0.07	<0.02	<0.02	<0.02
Cobalto	mg/L	0.002	0.007	<0.002	<0.002	<0.002
Cobre	mg/L	0.0009	0.0019	<0.0009	<0.0009	<0.0009
Cromo	mg/L	0.0002	0.0008	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Estaño	mg/L	0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001
Estroncio	mg/L	0.00094	0.00010	0.38038	1.19070	1.81700
Fosforo	mg/L	0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01
Hierro	mg/L	0.001	0.004	0.021	0.019	0.019
Litio	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0003	<0.0003	0.0004
Aluminio	mg/L	0.005	0.020	11.807	23.494	41.044
Manganeso	mg/L	0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mercurio	mg/L	0.001	0.004	<0.001	<0.001	<0.001
Molibdeno	mg/L	0.0006	0.0020	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Níquel	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Plata	mg/L	0.002	0.007	<0.002	<0.002	<0.002
Plomo	mg/L	0.002	0.008	<0.002	<0.002	<0.002
Potasio	mg/L	0.04	0.10	3.86	1.13	8.08

L.C.M.: Límite de cuantificación del método. (*) Mayor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método. (*) Mayor que el L.D.M.
/ / No ensayado
NA: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-6942

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-20-22942	M-20-22942	M-20-22944			
CÓDIGO DEL CLIENTE	CAP-SOPT JASS-SP	SBST / JASS-LV	SBST / JASS-HP			
COORDENADAS	E 0509359	E 0509533	E 0509573			
UTM WGS 84	N 9438870	N 9440022	N 9432469			
PRODUCTO	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO		NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO:	13-11-2020 08:45	13-11-2020 11:20	13-11-2020 12:15			
ENSAYO	UMIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Selenio	mg/L	0.001	0.005	<0.001		<0.001
Silicio	mg/L	0.001	0.004	29.622	68.866	45.726
Sodio	mg/L	0.004	0.010	81.089	296.990	1 360.990
Talio	mg/L	0.0003	0.0010	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Tiempo	mg/L	0.0007	0.0020	<0.0007	<0.0007	<0.0007
Uranio	mg/L	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Vanadio	mg/L	0.0002	0.0007	<0.0002	0.0008	<0.0003
Zinc	mg/L	0.0001	0.0004	0.0026	0.0083	0.0503

L.C.M.: Límite de cuantificación del método. **> Mejor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método. **> Mejor que el L.D.M.

**> No ensayado

NA: No Aplica

FIN DE DOCUMENTO

Apéndice 2: Zonas donde se obtuvo las muestras de agua.



Fuente. Elaboración propia.

Apéndice 3. Cooler para conservación de la muestra



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 4. Toma de muestra de agua Pozo Las Viñas



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 5. Toma de muestra de agua pozo-Huapalas



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 6. Toma de muestra de agua Zona alta y baja de Chulucanas



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

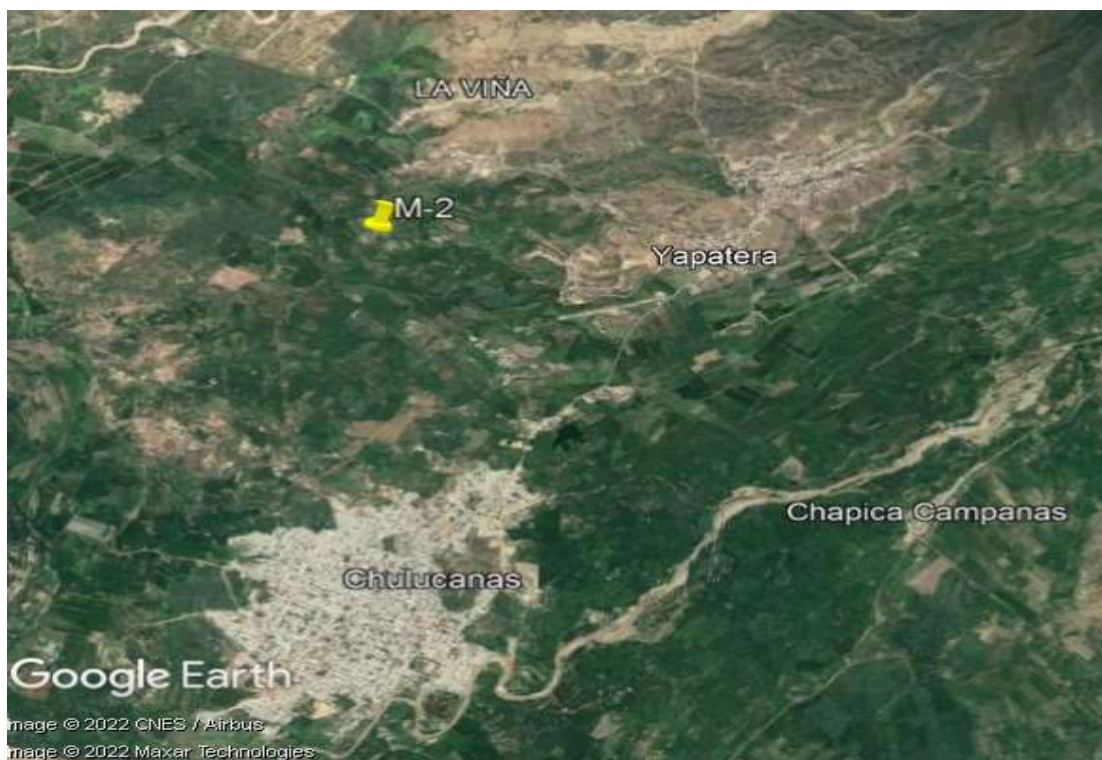


Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 7. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo según sus coordenadas



Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth.



Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth.



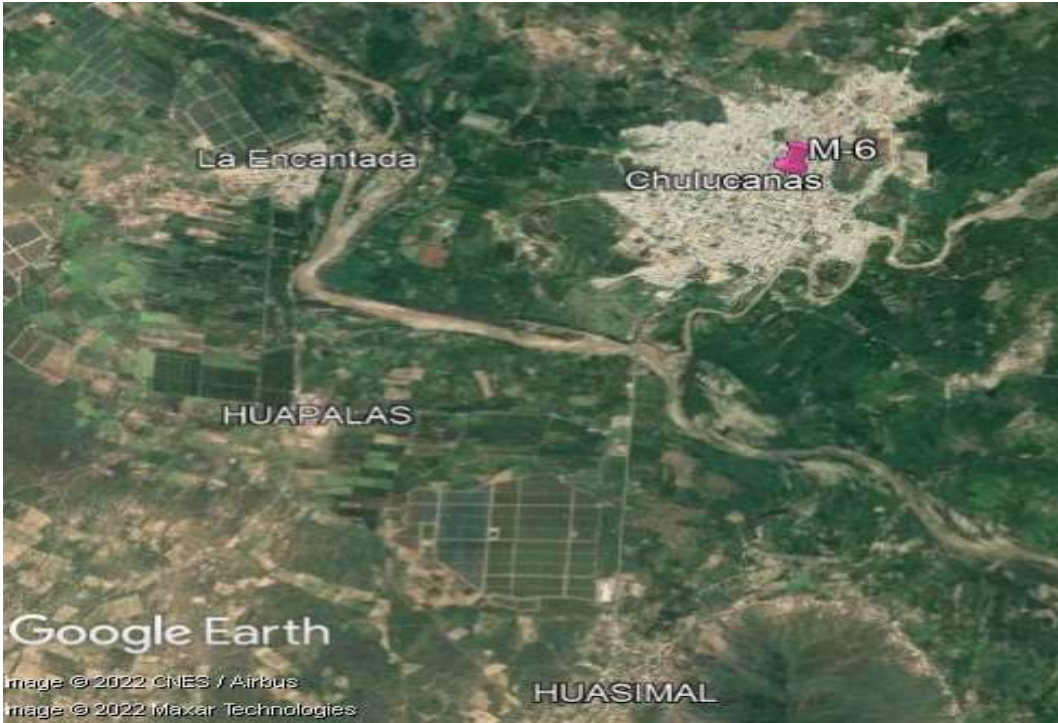
Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth



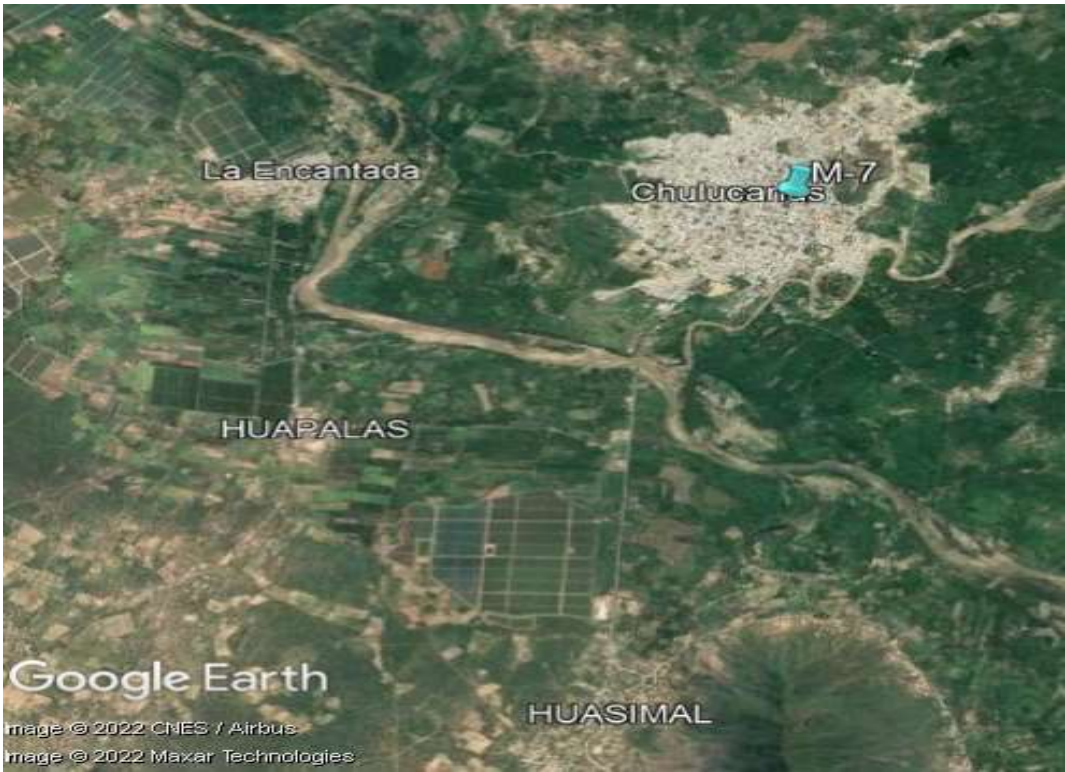
Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth.



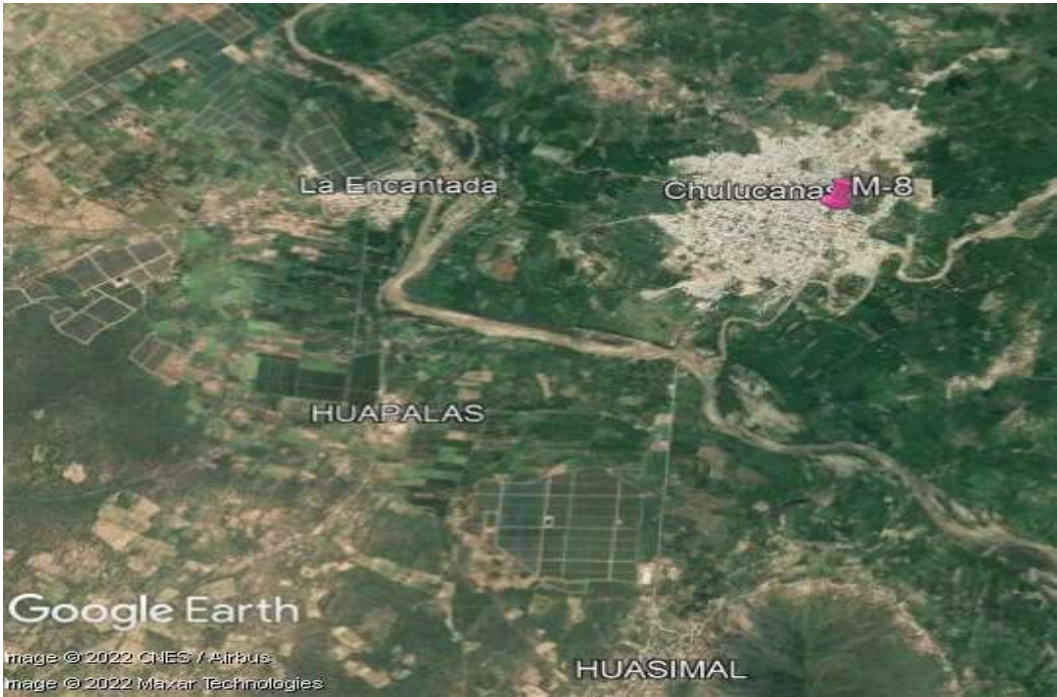
Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth



Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth



Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth



Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth



Fuente: Elaboración propia en base al programa Google Earth.

Apéndice 8. Registro cadena de custodia o Acta de muestreo

LQR MEXAP		ENSAYOS DE LABORATORIO Y ASESORÍA PRIVADO E.I.R.L.		CADENA DE CUSTODIA-MATRIZ AGUA		Código: F-01-001 Revisión: 01		Fecha: 23-jul-2021								
Cliente: <u>Pueblo de Chulucanas, Huapalipas</u> Persona de contacto: <u>Pablo de G. Benito, Director</u> Correo/Telefono: <u>pac_benito@culture.ca / 992212096</u> Nombre del proyecto: <u>Subvención para la mejora y rehabilitación del agua comunal por la carretera y caminos vecinales a la zona, en Chulucanas, Huapalipas, Huasteca Potosina, Pinar.</u>						Orden de servicio: <u>017 - 2020</u> Plan de monitoreo: Procedencia o lugar de la muestra: <u>Chulucanas - Pinar</u>		Pág. de ____ de ____								
Temperatura: <u>26.0</u> <u>26.7</u> <u>26.7</u> <u>26.7</u> <u>26.6</u> <u>26.6</u> <u>26.7</u> <u>26.6</u> <u>26.7</u>																
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYOS				PARAMETROS IN SITU				OBSERVACIONES				
Punto de muestreo/Estación	Código de laboratorio	Muestra	Ubicación	N.º Frasco	Equivalencia	Dureza	Acidez	Alcalinidad	Cloro	NO ₃ -N	NO ₂ -N		Amo	PH	Temperatura	OTROS
1	ZB-01	E11.01.21 H02.23	AN Retable	491905.52 6.51342.45	-	0.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	ZB-02	E11.01.21 H02.33	AN Retable	4945471.24 6.50271.22	-	0.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	PC-01	E11.01.21 H02.45	AN Retable	4948667.60 6.55427.92	-	0.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	PC-02	E11.01.21 H02.57	AN Retable	4948662.02 6.51132.42	-	0.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	ZB-01	E11.01.21 H02.07	AN Retable	4948432.42 6.50228.40	-	0.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	ZB-02	E11.01.21 H02.25	AN Retable	4948432.52 6.50270.67	-	0.2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7																
8																
9																
Leyenda: F: Frasco B: Botella V: Vidrio T: Temperatura del muestreo OD: Opciones de muestra M: Muestra E: Envase P: Plástico CE: Conductividad eléctrica																
Observaciones/Comentarios: <u>GPS: Trámite R25.</u>																
Clasificación de la matriz agua (Ref. NTP 214.042)																
GRUPO		SUB GRUPO														
02. Agua embalsada		Reservorio tipo: Inactivo / Subterráneo (Inactivo/Troncal)														
03. Agua embalsada		Comercial-Industrial/Municipal														
04. Agua para uso y consumo humano		Piscina, laguna, arroyo y fuente (fuentes: maná y empujado)														
05. Agua salina		Mar, salmuera, salitroso, agua de evaporación y congelación														
06. Agua de proceso		Cocción o enfriamiento-agua de calderas y fabricación														
Muestreado por: <input type="checkbox"/> ELAP <input checked="" type="checkbox"/> Cliente																
Muestreado por: Nombre: <u>Pablo de G. Benito</u> Cliente: <u>Pueblo de Chulucanas</u> Fecha: <u>11/01/2021</u> Firma: <u>[Firma]</u>		Recepción de muestra: Fecha: <u>11/01/2021</u> Firma: <u>[Firma]</u> 11/01/21 12:10 PM														

Fuente: Elaboración propia.

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										Código: 000000							
Datos del cliente: Nombre: DR. JOSE GARCERAN BOUROS BOGOS DNI: 32501309 Persona de contacto: CONY TALLON Nombre completo:										Orden de trabajo: 20-1184 Fecha de Muestra: 18-11-2020 Informe de trabajo: 18-20-0942 / CC-20-0923 Procedencia y tipo de muestra:									
Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestra	Clasificación		Utilización	Nº Pruebas		PARAMETROS DE ANÁLISIS										OBSERVACIONES	
			Origen	Sub-grupo		V	P	Alcalinidad	Alcalinidad total	Dureza	Calcio T.	Magnesio T.	Cloruros	Sulfatos	Conductividad	pH	Temperatura		Residual libre
5857 / Taca - MP		18-11-2020	AH	BeBIDA		-	07	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	22844
5857 / Taca - AV		18-11-2020	AH	BeBIDA		-	07	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	22843
5857 / Taca - SP		18-11-2020	AH	BeBIDA		-	07	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	22842

Descripción de muestra utilizada:		Legenda:		Clasificación de la Muestra Agua, Ref: WFP 21482	
Nº	Descripción	Nº	Descripción	Nº	Descripción
1	GPS	1	F. Feclo	1	Al
2	Tiempo: 20m	2	F. Sulf	2	Ca
3		3	V. Sulf	3	Mg
4		4	F. Sulf	4	Cl
5		5	F. Sulf	5	S
6		6	F. Sulf	6	Conductividad
7		7	F. Sulf	7	Temperatura
8		8	F. Sulf	8	Residual libre
9		9	F. Sulf	9	Residual total
10		10	F. Sulf	10	Cloro libre
11		11	F. Sulf	11	Cloro total

Muestreo por:		Clase:	
Nombre:	DR. JOSE GARCERAN BOUROS BOGOS	Nombre:	18-NOV-2020
Fecha:	18-11-2020	Fecha:	09:00
Hora:	09:00	Hora:	09:00

T-GC
 18-11-2020 / 09:00 / ALAB-PIB-0-08 - PLURA

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 09. Diagrama de flujo de Potabilización de agua.



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 10. Certificación de la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

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 al:

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3 Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

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

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

Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019
Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023


ESTELA CONTRERAS RIGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA
Certificado N° : Admisión al Certificado de Acreditación
INSC-16/INACAL-DA
Registro N° : LE-096

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y objeto de certificación, dado que el alcance puede estar sujeto a modificaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y objeto debe confirmarse en la página web: www.inacal.gob.pe/credita/informacion/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es Afiliada del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e Internacional Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-06P-21F-01 DA-148-06
CNC-Firma del alcance de acreditación

Fuente: <https://alab.com.pe/>.