

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación de calidad de agua para consumo humano
en el manantial estange del sector Patawasi,
Checacupe-Canchis-Cusco 2022**

Fidel Yohan Palomino Quispe

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Cusco, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Oscar Paul Huari Vila
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 7 de Noviembre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL MANANTIAL ESTANGE DEL SECTOR PATAWASI, CHECACUPE-CANCHIS-CUSCO 2022", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Fidel Yohan Palomino Quispe, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 20) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

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

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Oscar Paul Huari Vila
Asesor de tesis

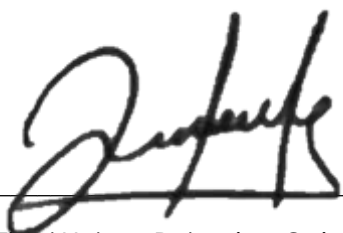
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Fidel Yohan Palomino Quispe, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 71794662, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL MANANTIAL ESTANGE DEL SECTOR PATAWASI, CHECACUPE-CANCHIS-CUSCO 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

08 de noviembre de 2023.



Fidel Yohan Palomino Quispe

DNI. No. 71794662

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL MANANTIAL ESTANQUE DEL SECTOR PATAWASI, CHECACUPE-CANCHIS-CUSCO 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

12%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	VICEVERSA CONSULTING S.A.. "Actualización de la MEIA Tambojasa-IGA0019651", R.D. N° 00064-2021-SENACE-PE/DEAR, 2022 Publicación	1%

8

PROYECTOS, ASESORIA, SERVICIOS A LA MINERIA Y ASUNTOS AMBIENTALES SAC - PASMINGA SAC. "Actualización del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Suyckutambo-IGA0001346", R.D. N° 160-2016-MEM/DGAAM, 2020

Publicación

1 %

9

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

10

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "ITS para la Modificación del Canal Pillihua-IGA0013303", R.D. N° 0096-2021-MINEM/DGAAE , 2021

Publicación

<1 %

12

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

repositorio.oefa.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

15

repositorio.udes.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

16

repositorio.uwiener.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

17 ECOLOGIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL S.A.C. <1 %
"ITS para la Modificación del Programa de
Monitoreo Ambiental de la Refinería La
Pampilla-IGA0013178", R.D. N° 182-2020-
MINEM/DGAAH, 2021
Publicación

18 repositorio.ucsm.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

19 repositorio.upn.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

20 repositorio.unu.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

21 Ana Karina Alcívar-Cedeño. "Índice de calidad
como indicador de efectividad en la
potabilización del agua del río Carrizal",
Tecnología y ciencias del agua, 2023
Publicación

22 Ayaz Ul Haq, Said Muhammad. "Spatial
distribution of heavy metals contamination
and risk indices evaluation in sediments of
Indus River and its tributaries, Pakistan",
Geocarto International, 2021
Publicación

23 repositorio.uoosevelt.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

24 #N/A. "Segundo ITS del Proyecto Antapaccay Expansión Tintaya para Ampliar la Planta Concentradora Tintaya, Adición de Componentes para la Planta Antapaccay entre otros Componentes Auxiliares-IGA0000799", R.D. N° 501-2015-MEM-DGAAM, 2020
Publicación <1 %

25 1library.co
Fuente de Internet <1 %

26 repositorio.unap.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

27 repositorio.unj.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

28 FM & SP INGENIEROS SAC. "EIA Proyecto Planta Industrial Mexichem - Arequipa.- IGA0012092", Oficio N° 286-2013-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020
Publicación <1 %

29 repository.ucc.edu.co
Fuente de Internet <1 %

30 INSTITUTO COMERCIO Y PRODUCCION. "PAMA de la Planta Industrial de Procesamiento y Comercialización de Cueros de Clase Vacuna-IGA0004623", R.D. N° 272-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020
Publicación <1 %

31

WSP PERU S.A.. "EIA-SD del Proyecto de Exploración Minera Racaycocha Sur-IGA0010395", R.D. N° 822-2016-MEM-DGAAM, 2020

Publicación

<1 %

32

Yong-Chul Cho, Jong-Kwon Im, Jiwoo Han, Sang-Hun Kim, Taegu Kang, Soyoung Lee. "Comprehensive Water Quality Assessment Using Korean Water Quality Indices and Multivariate Statistical Techniques for Sustainable Water Management of the Paldang Reservoir, South Korea", Water, 2023

Publicación

<1 %

33

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

Hubbard, Brian, Richard Gelting, Maria del Carmen Portillo, Tom Williams, and Ricardo Torres. "Awareness, adoption and implementation of the water safety plan methodology: insights from five Latin American and Caribbean experiences", Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development, 2013.

Publicación

<1 %

ASESOR
Dr. OSCAR PAUL HUARI VILA

Agradecimiento

A Dios todopoderoso, por poseer vida y salud, doy agradecimiento de haberme bendecido con mis padres y hermanos, quienes siempre tienen fe en mí, me hicieron creer en más, a no conformarse, me alentaron a continuar un estudio universitario, estaban presentes en el momento más duro, tristes y gratos durante mi vida, dándome el ejemplo de sacrificio, humildad, respeto, honestidad, trabajo; enseñándome a valorar los momentos en familia, cosas materiales, sacrificio, a ser una buena persona con principios y valores hechos y derechos.

Al Dr. Oscar Paul Huari Vila, por guiarme y enseñarme durante la elaboración del taller de elaboración de tesis quien ejerció como docente y asesor.

A la Universidad Continental, por abrirme la puerta del saber y formar parte de esta gran familia y poder acceder a la conclusión de una de mis etapas profesionales.

Dedicatoria

Ofrezco con gratitud más profunda este trabajo de tesis a mis padres queridos, Felix Concepción Palomino Fernández y Carolina Quispe Ccasa, pues sin ellos no habría logrado uno de mis objetivos y sueños, por brindarme apoyo y recursos necesarios en mi estudio y vida cotidiana. Vuestro apoyo incondicional en mi estudio profesional y desarrollo personal me protegen y me llevan a un buen camino y correcto, por ser mis pilares de vida. Por ello doy mi trabajo de tesis como un agradecimiento, por todo el apoyo que me dieron, los quiero mucho.

Índice

Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras	x
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
Capítulo I	16
Planteamiento del Estudio	16
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	16
1.1.1. Planteamiento del Problema	16
1.1.2. Formulación del Problema	18
1.1.2.1. Problema General	18
1.1.2.2. Problema Específicos	18
1.2. Objetivos de la Investigación	18
1.2.1. Objetivo General	18
1.2.2. Objetivos Específicos	18
1.3. Justificación e Importancia	19
1.3.1. Justificación Ambiental	19
1.3.2. Justificación Económica	19
1.3.3. Justificación Social	19
1.4. Hipótesis	19
1.4.1. Hipótesis General	19
1.4.2. Hipótesis Específicas	20
1.5. Variables	20
Capítulo II	22
Marco Teórico	22
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	22
2.1.1. Antecedentes Internacionales	22
2.1.2. Antecedentes Nacionales	24
2.1.3. Antecedentes Locales	26
2.2. Bases Teóricas	27
2.2.1. Agua.....	27
2.2.2. Agua Potable	28

Conclusiones	74
Recomendaciones	76
Lista de Referencias	77
Anexos	81

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2. ECA Agua, Categoría 1: población y recreación; subcategoría A: agua superficial destinada a la producción de agua potable	34
Tabla 3. Límite máximo permisible del parámetro microbiológico y parasitológico	36
Tabla 4. Límite máximo permitido del parámetro de calidad organoléptica	36
Tabla 5. Límite máximo permisible con respecto al parámetro inorgánico	36
Tabla 6. Ubicación geográfica del manantial Estange.....	38
Tabla 7. Coordenadas del muestreo	43
Tabla 8. Métodos de ensayo de laboratorio	44
Tabla 9. Deducción de resultados del coliforme total en agua	47
Tabla 10. Deducción del resultado de coliformes termotolerantes o fecales del agua	48
Tabla 11. Deducción del resultado de pH del agua	49
Tabla 12. Deducción de resultado de temperatura del agua	50
Tabla 13. Deducción de resultado de conductividad del agua.....	51
Tabla 14. Deducción de resultado de sólidos totales disueltos en el agua	51
Tabla 15. Deducción de resultado de turbiedad en el agua.....	52
Tabla 16. Deducción de resultado de la dureza total en el agua	52
Tabla 17. Deducción de resultado del oxígeno disuelto en el agua	53
Tabla 18. Deducción de resultado de DBO ₅ en el agua	53
Tabla 19. Deducción de resultados de aluminio en el agua.....	55
Tabla 20. Deducción de resultado del antimonio en el agua	55
Tabla 21. Deducción de resultado de arsénico en el agua	56
Tabla 22. Deducción de resultado de bario en el agua	56
Tabla 23. Deducción de resultado de boro en el agua	57
Tabla 24. Deducción de resultado del berilio en el agua	57
Tabla 25. Deducción de resultado del cadmio en el agua.....	58
Tabla 26. Deducción de resultado del cobre en el agua.....	58
Tabla 27. Deducción de resultado del hierro en el agua	59
Tabla 28. Deducción de resultado del manganeso en el agua.....	59
Tabla 29. Deducción de resultado del mercurio en el agua	60
Tabla 30. Deducción de resultado del cianuro en el agua.....	60
Tabla 31. Deducción de resultado de clorato en el agua.....	61
Tabla 32. Deducción de resultado del cromo total en el agua	61
Tabla 33. Deducción de resultado del fluoruro en el agua.....	62

Tabla 34. Deducción de resultado del níquel en el agua.....	62
Tabla 35. Deducción de resultado de nitratos en el agua.....	63
Tabla 36. Deducción de resultado de nitritos en el agua	63
Tabla 37. Deducción de resultado del plomo en el agua	64
Tabla 38. Deducción de resultado del selenio en el agua	64
Tabla 39. Deducción de resultado del molibdeno en el agua.....	65
Tabla 40. Deducción de resultado del uranio en el agua	66
Tabla 41. Deducción de resultado del zinc en el agua.....	66
Tabla 42. Resumen de evaluación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos	67
Tabla 43. Validación de hipótesis de parámetros microbiológicos.....	68
Tabla 44. Validación de hipótesis de parámetros fisicoquímicos	69
Tabla 45. Validación de hipótesis de parámetros inorgánicos	70

Índice de Figuras

Figura 1. Plano de localización geográfica.....	37
Figura 2. Ubicación de zona de estudio.....	37
Figura 3. Comparación de resultado de coliformes totales con respecto al ECA agua y LMP agua.....	48
Figura 4. Comparación de resultado de coliformes termotolerantes o fecales con respecto al ECA agua y LMP agua.....	48
Figura 5. Comparación del resultado del pH con respecto al ECA agua y LMP agua.....	50
Figura 6. Comparación del resultado de temperatura con respecto al ECA agua y LMP agua.....	50
Figura 7. Comparación del resultado de temperatura con respecto al ECA agua y LMP agua.....	51
Figura 8. Comparación del resultado de sólidos totales disueltos con respecto al ECA agua y LMP agua.....	51
Figura 9. Comparación del resultado de turbiedad con respecto al ECA agua y LMP agua.....	52
Figura 10. Comparación del resultado de dureza total con respecto al ECA agua y LMP agua	53
Figura 11. Comparación del resultado de oxígeno disuelto con respecto al ECA agua y LMP agua.....	53
Figura 12. Comparación del resultado de DBO ₅ con respecto al ECA agua y LMP agua	54
Figura 13. Comparación de resultado de aluminio con respecto al ECA agua y LMP agua.....	55
Figura 14. Comparación del resultado del antimonio con respecto al ECA agua y LMP agua.....	55
Figura 15. Comparación del resultado de arsénico con respecto al ECA agua y LMP agua.....	56
Figura 16. Comparación del resultado de bario con respecto al ECA agua y LMP agua.....	56
Figura 17. Comparación de resultados de boro con respecto al ECA agua y LMP agua	57
Figura 18. Comparación del resultado de berilio con respecto al ECA agua y LMP agua	57
Figura 19. Comparación del resultado de cadmio en referencia al ECA agua y LMP agua ...	58
Figura 20. Comparación del resultado de cobre en referencia al ECA agua y LMP agua	59
Figura 21. Comparación del resultado del hierro en referencia al ECA agua y LMP agua.....	59
Figura 22. Comparación del resultado de manganeso en referencia al ECA agua y LMP agua	60
Figura 23. Comparación del resultado de mercurio en referencia al ECA agua y LMP agua.	60
Figura 24. Comparación del resultado de cianuro en referencia al ECA agua y LMP agua ...	61
Figura 25. Comparación del resultado de clorato en referencia al ECA agua y LMP agua	61
Figura 26. Comparación del resultado de cromo total en referencia al ECA agua y LMP agua	62
Figura 27. Comparación del resultado de fluoruro con referencia al ECA agua y LMP agua	62

Figura 28. Comparación del resultado de níquel con referencia al ECA agua y LMP agua ...	63
Figura 29. Comparación del resultado de nitratos en referencia al ECA agua y LMP agua ...	63
Figura 30. Comparación del resultado de nitratos en referencia al ECA agua y LMP agua ...	64
Figura 31. Comparación del resultado de plomo en referencia al ECA agua y LMP agua	64
Figura 32. Comparación del resultado de selenio en referencia al ECA agua y LMP agua	65
Figura 33. Comparación del resultado de molibdeno en referencia al ECA agua y LMP agua	65
Figura 34. Comparación del resultado del uranio en referencia al ECA agua y LMP agua	66
Figura 35. Comparación del resultado del zinc referencia al ECA agua y LMP agua	66
Figura 36. Estado actual del manantial Estange 2	90
Figura 37. Aparición de algas en agua proveniente de la línea de conducción hacia el reservorio	90
Figura 38. Punto de muestreo del manantial Estange 1	91
Figura 39. Recolección de muestra en el manantial Estange 1	91
Figura 40. Llenado de cadena de custodia.....	92
Figura 41. Localización con GPS del manantial Estange 1	92
Figura 42. Etiquetado de muestra.....	93
Figura 43. Ubicación del punto de muestreo del manantial Estange 2	94
Figura 44. Localización con GPS en el punto de muestreo del manantial Estange 2.....	94
Figura 45. Etiquetado de muestra en el punto 2	95
Figura 46. Monitoreo en el manantial Estange	96
Figura 47. Vista de muestras microbiológicos, inorgánicos y fisicoquímicos	96
Figura 48. Instrumentos de recolección de datos.....	97

Resumen

Esta tesis se realizó con la finalidad principal de evaluar la calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco, en los dos puntos de muestreo (Estange 1 y Estange 2), se evaluaron los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos; para ello se comparó con el decreto supremo N.º 0004-2017-MINAM y el decreto supremo N.º 0031-2010-SA. La investigación es de tipo básico, observacional, nivel II, de método hipotético-deductivo, de diseño descriptivo, prospectivo y enfoque cuantitativo. Para recolectar las muestras se aplicó la técnica del fichaje en los dos puntos llamados Estange 1 y Estange 2. Los ensayos de cada parámetro fisicoquímico y microbiológico los ha realizado el laboratorio Louis Pasteur acreditados en el instituto de calidad ambiental (Inacal), en cuanto al ensayo de los parámetros inorgánicos lo realizó el laboratorio AGQ Labs acreditado por el Servicio Internacional de Acreditación (IAS).

Los resultados de la investigación fueron que cada parámetro fisicoquímico: el pH, turbiedad, conductividad y sólidos totales disueltos satisfacen la calidad de agua en los manantiales Estange 1 y Estange 2; en cuanto a la temperatura, dureza, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno no cumplen con la calidad de agua en los manantiales Estange 1 y Estange 2. Con respecto al parámetro microbiológico; los coliformes totales no cumplen con la calidad de agua; en cambio el coliforme termotolerante o fecal sí cumple con la calidad del agua en los manantiales Estange 1 y Estange 2. Los parámetros inorgánicos si cumplieron con calidad del agua en los ojos de agua, llamados Estange 1 y Estange 2 según decreto supremo N.º 0004-2017-MINAM y el decreto supremo N.º 0031-2010-SA

Palabras claves: agua para consumo humano, calidad ambiental, parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua

Abstract

This thesis was carried out with the main purpose of evaluating the quality of water for human consumption in the Estange spring in the Patawasi sector of the Checacupe, Cusco district, at the two sampling points (Estange 1 and Estange 2), the physicochemical, microbiological and inorganic parameters; for this, it was compared with Supreme Decree No. 0004-2017-MINAM and Supreme Decree No. 0031-2010-SA. The research was applied of a basic, observational type, level II, hypothetical-deductive method, descriptive, prospective design, and quantitative approach. To collect the samples, the recording technique was applied at the two points called Estange 1 and Estange 2. The tests of each physical-chemical and microbiological parameter have been conducted by the Louis Pasteur Laboratory accredited by the Institute of Environmental Quality (INACAL), insofar as the test for inorganic parameters was conducted by the AGQ Labs laboratory, accredited by the International Accreditation Service (IAS).

The results of the investigation were that each physical-chemical parameter: pH, turbidity, conductivity, and total dissolved solids satisfy the water quality in the Estange 1 and Estange 2 springs; regarding the temperature, hardness, dissolved oxygen, and biochemical oxygen demand, they do not comply with the quality of water in the Estange 1 and Estange 2 springs. Regarding the microbiological parameter, the total coliforms do not comply with the water quality; on the other hand, the thermotolerant or fecal coliform does comply with the water quality in the Estange 1 and Estange 2 springs. The inorganic parameters do comply with the water quality in the water hole called Estange 1 and Estange 2 according to Supreme Decree N.° 0004- 2017-MINAM and Supreme Decree N.° 0031-2010-SA.

Keywords: environmental quality, physical, chemical, and microbiological parameters of water, water for human consumption

Introducción

En un inciso de la Carta Magna de Perú; instaura que «el estado implanta el derecho que todas las personas tienen acceso al agua potable sin distinción, por lo que el Estado peruano debe ante todo asegurar la disposición de agua potable para el consumo humano» (1). El artículo 31 de la Ley General del Ambiente N.º 28611 precisa los estándares de calidad ambiental, los cuales establecen: Es el cálculo de aglomeración de un elemento, sustancia o parámetro, que sean de condiciones físicas, químicas o biológicas que tengan presencia en el ecosistema (atmósfera, fluido y material orgánico) donde se mide en una materia receptora del impacto generado y que esto no presente riesgo para el ambiente y salud de las personas (2).

El D. S. N.º 0004-2017-MINAM, es la última actualización de la directriz de calidad ambiental del agua donde se define como grado o nivel de medición para el agua, que esta sea idónea para que el ser humano consuma, riego de hortalizas, bebida animal, aguas naturales (lagos o lagunas) y otros. Esta investigación se basa en la categoría I: poblacional y recreacional; que abarca todos los usos habituales del hogar y la higiene personal para el consumo humano. y de igual manera existe el D. S. N.º 0031-2010-SA del Minsa, cuyo reglamento tiene la siguiente denominación «Reglamento de calidad del agua para consumo humano»; donde están establecidos los LMP para agua. Pero sin embargo, se midieron los parámetros fisicoquímicos, biológicos e inorgánicos según la operacionalización de variables de esta investigación.

Si bien el Perú cuenta con normas sobre calidad del agua para que el ser humano pueda consumir, en realidad no es así. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), al 2020 brinda las siguientes cifras: A nivel nacional el 90,8 % de la ciudadanía peruana obtiene el agua para usos del hogar proveniente de acceso público, (dentro o fuera del domicilio, pero dentro de edificios o piletas de uso público). Por lugar de residencia, el 76,3 % de las zonas rurales disfruta de servicios públicos, frente al 94,8 % de la población urbana (3).

Para llevar más acceso al área rural se tiene que cerrar brechas de proyectos de acceso a calidad de agua y saneamiento básico integral.

El manantial Estange está ubicado a 3566 m s. n. m. en el sector de Patawasi, anexo de Tiquiña, distrito de Checacupe, provincia de Canchis del departamento de Cusco; donde

utilizan el agua para que las personas puedan consumir, también como lavandería y riego (hortaliza familiar). El manantial es subterráneo y por su naturaleza es peligrosa para el consumo humano por contener metales pesados, sólidos suspendidos y dureza, etc. En ese sentido, se desarrolló con el propósito de evaluar cada parámetro fisicoquímico, biológico e inorgánico sobre el agua con respecto al D. S. N.º 0004-2017-MINAM, Estándar de Calidad de Agua (ECA), según la Categoría 1: población y recreación, subcategoría: agua superficial destinada a la productividad del agua potable- A1 y el Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano: D. S. N.º 0031 – 2010 – SA del Minsa.

Capítulo I

Planteamiento del Estudio

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1. Planteamiento del Problema

Alrededor del mundo entero, consumir agua de calidad es baja en áreas de ruralidad y alejadas de las grandes ciudades porque en muchos casos no alcanzan el límite máximo permitido para que el ser humano pueda consumir debido a servicios de abastecimiento de agua y saneamiento ineficientes, inadecuados o mal administrados por las autoridades competentes; causan enfermedades como cólera, fiebre tifoidea, diarrea, poliomielitis, disentería, esquistosomiasis, hepatitis A, etc.

La Organización Mundial de la Salud reporta:

Alrededor de 2 000 000 de individuos vulnerables a nivel mundial beben agua polucionada con excretas. La contaminación microbiológica del agua aumenta el riesgo de salud en personas que consumen y la transmisión de enfermedades gastrointestinales, digestivas, entre otras (4).

En Latinoamérica, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) indica «aproximadamente 7600 niños menores a cinco años fallecen anualmente por motivos de enfermedades diarreicas. En cuanto a países que presentan mayor porcentaje de mortalidad son: Haití, Guatemala, Bolivia y Venezuela con porcentajes de 23 % , 10 % , 7 % , 5 % , respectivamente» (5).

Las cifras en Perú según el INEI informan:

Sobre las zonas rurales, el 73,4 % de la ciudadanía peruana consume agua procesada por medio de redes estatales: de ello el 70,4 % en el hogar, 0,9 % fuera del hogar pero dentro de los edificios y 2,1 % por piletas de agua de uso estatal (3).

El manantial Estange adolece de no contar una evaluación, seguimiento y control de calidad ambiental del agua por parte de las autoridades administrativas de saneamiento local; no existe una evaluación de cada componente físico, químico y biológico; para saber si el agua es adecuada para que el ser humano pueda consumir. El problema mencionado se presenta porque hay presencia de cal (CaCO_3) en la tubería (líneas de alimentación hacia el reservorio y líneas de aducción hacia las viviendas), presentan un color amarillento y se llega a suponer que hay presencia de metales y sólidos disueltos. El sistema de entubado de agua carece de una planta potabilizadora, o un sistema de tratamiento (no existe una PTAP); existe un solo reservorio que almacena el agua donde se aplica cloro para desinfectar, la población usuaria tiene desconocimiento sobre la calidad de agua apta para que puedan consumir; por el afán de contar con acceso de agua, mas no la calidad, en los alrededores de los sistemas de captaciones de agua hay presencia de pastoreo de animales domésticos, donde defecan y ello provoca la contaminación del agua y aparición de microorganismos.

El mal tratamiento y desconocimiento del sistema de saneamiento para evaluar la calidad ambiental del agua con respecto a la normativa peruana ocasiona enfermedades en el sistema digestivo, enfermedad infecciosa y parasitaria, la enfermedad de cálculos renales, provocadas por presencia de microorganismo (bacterias), presencia de cal (CaCO_3). Hay mucha incertidumbre y desconfianza en la calidad de agua que consumen.

Este estudio aporta a la sociedad beneficiaria e interesada la evaluación de calidad ambiental del agua del manantial Estange, determinado en cada componente fisicoquímico, inorgánico y microbiológico de cada parámetro de acuerdo con el D. S. N.º 004-2017-MINAM: Estándar de Calidad Ambiental del Agua- Categoría 1: población y recreación. Subcategoría: A1 (agua destinada a la potabilización con desinfección) y el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano: D. S. N.º 0031 – 2010 – SA del Minsa.

1.1.2. Formulación del Problema

1.1.2.1. Problema General

¿Cómo es la calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco?

1.1.2.2. Problema Específicos

- ¿Cómo son los parámetros microbiológicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco?
- ¿Cómo son los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco?
- ¿Cómo son los parámetros inorgánicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros microbiológicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.
- Determinar los parámetros inorgánicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.

1.3. Justificación e Importancia

1.3.1. Justificación Ambiental

Esta investigación no tiene antecedentes de examinación de calidad ambiental del agua estudiado por otros autores en el ojo de agua denominado Estange, no cuenta con información existente hecho por autores externos de la entidad públicas o privada o investigador; aplicable de acuerdo con la normativa peruana relacionados a la gestión ambiental del agua. Se comparó con el Estándar de Calidad Ambiental de Agua en el manantial Estange, porque atraviesa una situación crítica de contaminación, incluso el agua se llega a utilizar para la bebida del ser humano, higiene personal y lavandería, porque hay presencia de actividad humana y animal en la zona del proceso de captar agua generando la alteración sobre las propiedades ambientales del agua cuyo fin sirve para consumo humano.

1.3.2. Justificación Económica

La investigación tiene un beneficio económico porque permite ahorrar costos y tiempo en posteriores gestiones de examinación de calidad ambiental del agua por la población usuaria y beneficiara al presentar los resultados del laboratorio y se pudo saber el estado del agua en el manantial Estange con respecto a los parámetros establecidos por el D. S. N.º 0004-2017-MINAM y D. S. N.º 0031-2010-SA del Minsa; donde les permitirá adoptar medidas de mitigación de la contaminación del agua y crear planes de acción para tomar medidas de protección y conservación del manantial Estange.

1.3.3. Justificación Social

Esta investigación estuvo enfocada en medir y evaluar el nivel y grado de concentración de parámetros biológicos, fisicoquímicos e inorgánicos del agua para que el ser humano pueda consumir, ya que el manantial Estange sirve como fuente de consumo humano para varias familias. Por ello, se buscó evaluar si el agua está cumpliendo con las normativas ambientales vigentes de calidad. Esta investigación ayuda a prevenir la incertidumbre y desconfianza generada a la población. Al mismo tiempo esta investigación busca servir como fuente de información primaria para las posteriores investigaciones del manantial Estange.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

La calidad de agua para consumo humano no es apta en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- La calidad de agua de los parámetros microbiológicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.
- La calidad de agua de los parámetros fisicoquímicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.
- La calidad de agua de los parámetros inorgánicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.

1.5. Variables

Variable: Calidad de agua

Dimensiones

- Parámetros microbiológicos
- Parámetros fisicoquímicos
- Parámetros inorgánicos

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Calidad de agua	La Organización de las Naciones Unidas indica que la calidad del agua se establece examinando la característica física y química de una muestra de agua comparado con una directriz o estándares de calidad de agua (38).	Parámetros microbiológicos	Coliformes totales Coliformes termotolerantes o fecales

Parámetros físicoquímicos	Temperatura Conductividad (25 °C) Sólidos totales disueltos Turbiedad Dureza total pH Oxígeno disuelto DBO5
Parámetros inorgánicos	Al, Sb, As, Ba, B, Be, Cd, Cu, Fe, Mn, Hg, CN, clorato, Cr, fluoruro, Ni, NO ₃ , NO ₂ , Pb, Se, Mo, U, Zn.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En la investigación «Comprehensive assessment of water quality and associated health risk by using physicochemical quality indices and multivariate analysis in Terme river, Turkey», el objetivo fue presentar una descripción completa del estado de admisibilidad de agua y los orígenes de alteración de propiedades ambientales del río Terme. Analizaron algunos parámetros fisicoquímicos de agua mediante métodos estándar de acuerdo con el cauce del agua superficial del río espaciotemporalmente. Se midieron las concentraciones de elementos mayoritarios y metales pesados (Pb, Mg, Na, Ca, K, Cr, Al, Fe, Mn, Co, Ni, Cd, Zn, Cu, As) en muestras de agua. El orden de los valores medios de los cationes fue el siguiente: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^{+} > \text{K}^{+} > \text{NH}_4^{+}$ (32.660, 26.820, 13.290, 6.450, 0.3050; mg/L), y orden de aniones: $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^{-} > \text{F}^{-} > \text{NO}_2^{-}$ (7.88, 3.988, 1.01, 0.0316; mg/L). Han monitoreado aumentos en las concentraciones de iones en la zona aguas abajo en los meses de verano y otoño. El clasificador medio de calidad del agua (WQI) 22, el clasificador de polución por metales pesados (HPI) 15,61, el índice de evaluación de metales pesados (HEI) 0,78 y el índice de contaminación por nutrientes (NPI) 0,404 indicaron que la calidad general del agua del río Terme estaba bien. Todos los valores del cociente de riesgo (HQ) y el índice de riesgo (HI) en este estudio se calcularon por debajo del umbral de riesgo (<1). Los valores de HI-total ($2.48\text{E}-01$) en niños fueron mayores que en adultos ($2.14\text{E}-01$) (6).

En el estudio «Análisis de la calidad de agua en una zona del noreste del estado de Guanajuato» el propósito que planteó el autor fue examinar la calidad de agua en dos pozos bajo las caracterizaciones fisicoquímicas y caracterizaciones microbiológicas de acuerdo con las normativas ambientales mexicanas. La muestra estuvo constituida por 4 muestreos en dos pozos durante casi un mes del año 2017. El diseño que se utilizó fue observacional, descriptivo. Los resultados determinados del pH, T°, TDS, DQO, DBO5, microorganismos comunes y *E. coli* en heces estuvieron todos dentro del rango máximo permitido por la normativa mexicana válida, en cuando a la CE dio resultados de 10 mil veces superior al LMP (según normativa mexicana) (7).

En la investigación «Calidad física, química y bacteriológica del agua envasada en el municipio de Monteria», el objetivo fue evaluar el parámetro físico, químico y bacteriológico en 16 empresas donde envasan cada uno agua de hidratación, durante un período de 5 meses. El investigador utilizó un muestreo de tipo aleatorio, los resultados mostraron: los sólidos totales, el pH, las durezas totales, CE, cloruro, cloro residual presentaron diferencias extremadamente importantes ($p \leq 0,01$), y sulfato mostró diferencia importante ($p \leq 0,05$) durante el tiempo de estudio, lo que indica que los cambios en las propiedades sobre el agua durante los estudios afectaron la calidad del agua cruda. En cuanto al parámetro como dureza, STD y la CE varían considerablemente ($p \leq 0,05$) entre los envases; como resultado del paso al proceso de coagulación para minimizar los sólidos y la turbidez en algunos envases. Los parámetros como el color, olor, la turbidez, Fe y Al no presentaron diferencias importantes ($p \geq 0,05$) para cada empresa evaluada en el mes de estudio correspondiente. El componente bacteriológico se mantiene constante en el tiempo estudiado (8).

En esta tesis «Calidad de agua de consumo humano en las comunidades Balsa en Medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador», estudiaron con referencia al rango de aceptación de agua para que el ser humano pueda consumir. Recolectaron muestras de agua superficial para determinar parámetros químico, físico y microbiano. Esto está vinculado al índice de calidad del agua (ICA NSF). Esta investigación utilizó el diseño al azar repetidos tres veces. Con respecto al análisis de varianza lo ejecutaron mediante el *software* InfoStat y la comparación de las varianzas lo realizaron referenciándose al método denominado Tukey con 5 % de probabilidades. La variable fisiológica en la zona de Severino muestra un valor que conduce a una calidad del agua inferior a las obtenidas para Julián y Balsa en Medio,

que se comportan similarmente. Con respecto al factor microbiológico, Balsa en Medio presenta el mayor riesgo para la salud, seguido de Severino; y el de menos riesgo es la ciudad de Julián. Según las normas ICA NSF, el agua de Balsa en Medio y Julián se clasifica 'agua levemente contaminada' con respecto al agua de la ciudad de Severino lo clasifica como «agua contaminada» (9).

En el estudio «Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica». Cuyo fin de su trabajo fue comparar resultados de las evaluaciones de los parámetros de calidad entre las muestras analizadas. Los indicadores de agua con respecto a la calidad para uso humano, entre ellos la CE, las densidades, el pH, las durezas totales, la dureza del calcio, contenido de cloruro, Mg y Ca, se evalúan por asimilación atómica en pruebas de agua consumible para el ser humano de las zonas occidentales de Costa Rica, incorporando las ciudades de Grecia, Naranjo, San Ramón, Poás, Zarcero, San Carlos y Esparza (10).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Esta tesis: «Determinación del índice de calidad del agua del manantial del centro poblado de Cochatama, Huánuco, 2019», el objetivo fue de examinar el indicativo de calidad del agua. El punto de muestra estuvo constituido por 4 sectores de determinación de propiedades del agua, las muestras lo llevaron a un laboratorio y el autor analizó los resultados de acuerdo con la directriz ambiental actual. El diseño que ha utilizado fue observacional, prospectivo, de tipo transversal, descriptivo de enfoque cuantitativo, y los resultados obtenidos en el primer punto se encuentra en el rango de aceptación del límite máximo permisible según el D. S. N.º.004-2017-MINAM de la subcategoría A1 que representa al agua que puede ser potabilizada con desinfección (11).

En el estudio «Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco, 2018», el propósito fue efectuar los análisis físicos, químicos y microbiológicos de agua destinadas para la alimentación del ser humano; también realizó una encuesta sobre la opinión local de la población con respecto al acceso al agua de consumo. El autor planteó dos muestras de análisis; el primer punto planteado fue en un reservorio del agua entubada y el segundo punto de muestreo en una pileta de un hogar de la localidad, en cada punto de análisis el autor recolectó para el análisis físico, químico y microbiano 3 envases (muestra). El diseño que se utilizó fue descriptivo, analítico, observacional,

transversal. Los resultados que obtuvo fueron que los indicadores del componente microbiológico no cumplen con los LMP establecido en la disposición peruana en referencia al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D. S. N.º 0031-2010-SA), del mismo modo en la encuesta realizada sobre la opinión con respecto al acceso al agua de la población beneficiaria; opinan que quedan contentos con la cuantía del caudal del agua entubada que llega a cada uno de las viviendas, pero no tienen conocimiento con respecto a la admisibilidad del agua que demande la población (12).

En el estudio «Calidad ambiental del agua en tres manantiales de consumo poblacional, ciudad de Lamas, región San Martín, 2018», el propósito fue determinar la admisibilidad ambiental del agua de tres ojos de agua consumidos por la población llamado Lamas. La muestra estuvo constituida de tres ojos de agua por ser utilizados para uso de la población. El diseño que se utilizó fue descriptivo comparativo, a través de un diseño de tipo no experimental. Se empleó dos tipologías de instrumento, cadena de custodia y un cuestionario. Como resultado, la admisibilidad ambiental de agua en el ojo de agua Sachachorro en la ciudad Lamas no era apta para beber por aparición de coliforme termotolerante y coliforme total, y con respecto a las formas parasitarias del componente microbiológico fueron aceptables para el consumo humano, en lo contrario, los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y parámetros inorgánicos también no fueron aceptables en la jerarquía del límite máximo permitido de la normativa ambiental peruana en las localidades de Rifari y La Banda, se llegó a la conclusión por el mal estado microbiológico de que el agua no es admisible para consumir (13).

En el estudio «Determinación del índice de calidad ambiental de las aguas destinadas a consumo humano en el sector de Chanchajalla, distrito la Tinguíña, Ica – 2019», el objetivo del estudio fue efectuar el indicador de admisibilidad ambiental del agua aplicada para que el ser humano consuma. La muestra estuvo constituida por 8 puntos en un pozo denominado IRHS 23 grifo. El autor aplicó la normativa ICA-PE, para medir indicadores de naturaleza fisicoquímica como turbidez, sólido disuelto total, Cl⁻, SO²⁻₄, dureza, CE, pH, nitrato, nitrito y microorganismos como especie bacteriana total y bacteria termotolerante, el diseño que se utilizó fue aplicativo, fue descriptivo, prospectivo. Los índices que no cumplen con los requisitos fueron nitrito, SO²⁻₄, la bacteria coliforme total y coliforme termorresistente, cuando el autor comparo el resultado; el cálculo de los ICA y el ICA-PE fue de 33.33, el valor promedio se obtuvo de los ICA en el agua desde el pozo del grifo IRHS-23-PE se

clasifica como no admisible, lo que lo hace que el ser humano no puede consumirla por su peligrosidad. Otros indicadores físicos y químicos están en línea con el estándar de calidad ambiental D. S. N.º 0004-2017-MINAM y el límite máximo permitido en referencia al D. S. N.º 0031-2010-SA (14).

En el estudio «Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchis (Cusco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017», el propósito fue evaluar la admisibilidad del agua para que el ser humano pueda consumir, en referencia al Reglamento de la Calidad del Agua para el Consumo Humano (D. S. N.º 0031-2010-SA); las muestras incluyeron 48 muestras de la población de Comas (Lima), 26 de la zona de Quispicanchi (Cusco), 26 en la ciudad Coronel Portillo (Ucayali). Los resultados fueron que los componentes microbianos (bacteria coliforme total, *Escherichia coli* y heterótrofos) no superó el LMP en la población de Comas, pero sí la muestra de Quispicanchis y Coronel Portillo. Se encontraron larvas de nematodos en Quispicanchi y Coronel Portillo. En las poblaciones de Comas, Quispicanchis y Coronel Portillo, el pH, la turbidez y el color son aceptables, en cambio, el cloro libre está dentro del rango admisible en la población de Comas (15).

2.1.3. Antecedentes Locales

En la tesis «Comparación entre los índices ICARHS e ICA - NSF en la calidad de agua para consumo humano en la comunidad Huisapata, Ocoruro, Espinar, Cusco, 2021», el objetivo fue aclarar la disparidad (económica y metodología de valoración) entre las metodologías ICARHS e ICA-NSF de agua en la localidad Huisapata. Los resultados para las metodologías referenciadas de los indicadores conseguidos en referencia al ICARHS e ICA - NSF del ojo de agua Ccacyuma dio como resultado: $\text{NH}_3 < 0,12 \text{ mg NH}_3/\text{l}$, bacilos gran negativos = 49 NMP/100 ml, $\text{DBO}_5 < 2,0 \text{ mg/l}$, $\text{DQO} < 5 \text{ mg/l}$, oxígeno disuelto = 6,80 mg/l, pH = 6,350, $\text{Al} < 0,0030 \text{ mg/l}$, $\text{Ar} = 0,00590 \text{ mg/l}$, $\text{Cd} < 0,00020 \text{ mg/l}$, $\text{P} < 0,0060 \text{ mg/l}$, $\text{Fe} < 0,0020 \text{ mg/l}$, $\text{Mn} < 0,000050 \text{ mg/l}$, $\text{Pl} < 0,0030 \text{ mg/l}$, sólidos totales disueltos = 82,00 mg/l temperatura = 9,20°C, turbidez = 0,900 NTU, $\text{NO}_3^- = 0,78 \text{ mg/l}$, P- ortofosfato $< 0,04 \text{ mg/l}$; y con respecto al manantial Chuca: $\text{DBO}_5 < 2,00 \text{ mg/l}$, $\text{DQO} = 8,0 \text{ mg/l}$, oxígeno disuelto = 4,10 mg/l, pH = 6,360, $\text{Al} < 0,0030 \text{ mg/l}$, $\text{Ar} < 0,0010 \text{ mg/l}$, $\text{Cd} < 0,0002 \text{ mg/l}$, $\text{P} = 0,0360 \text{ mg/l}$, $\text{Fe} < 0,0020 \text{ mg/l}$, $\text{Mn} < 0,000050 \text{ mg/l}$, $\text{Pl} < 0,0030 \text{ mg/l}$, sólidos totales disueltos = 120,00 mg/l, $\text{T}^\circ = 13,50 \text{ }^\circ\text{C}$, turbidez = 1,00 NTU, $\text{NO}_3^- = 2,55 \text{ mg/l}$ y P- ortofosfato $< 0,04 \text{ mg/l}$. La valorización ICARHS del ojo de agua Ccacyuma es 81.20 (Bueno), y el ojo de agua Chuca es 72.30

(Regular), la categoría de admisibilidad en referencia al ICA- NSF de Ccacyuma es 83.070 (admisible) y Chuca es de 78.580 (admisible) (16).

En la tesis «Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca, Sicuani, Canchis, Cusco», el objetivo fue determinar la calidad fisicoquímica (conductividad eléctrica, pH, dureza, sólidos totales, nitrato, cloruro de sulfato, Ca, Mg) y disponibilidad bacteriana (coliforme total, coliforme termorresistente). El resultado da a conocer que el pH, el Mg, Ca y turbiedad superan los estándares nacionales de calidad del agua, porque es agua subterránea, que proviene de suelos calcáreos, lo que conduce a una alta alcalinidad, Ca y Mg. Ocasionalmente, se produjo lluvia cuando se la recolectaba muestra para cada envase, a consecuencia de ello, se sedimentó, por lo que la turbidez es alta. Con base a los directrices publicadas por el ECA N.º-0015-2015-MINAM (actualmente esta normativa está derogada), se puede concluir de que la examinación de admisibilidad fisicoquímica y bacteriana de agua en el sistema de recolección de la localidad de Hercca es idónea para la utilización como agua potable (17).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Agua

El agua está catalogada como fundamental para la vida cotidiana y juega un papel importante en el proceso ecosistémico en el planeta Tierra. La alteración de las propiedades naturales del agua afecta seriamente a todos los seres vivos y puede afectar negativamente el consumo doméstico de agua potable y otras actividades como la pesca, los transportes y los comercios (18).

Esta investigación se adhiere al concepto de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

«El agua en su estado natural presenta peligros físicos, químicos y biológicos significativos para los seres humanos y, por lo tanto, el agua potable requiere pruebas de su estado higiénico y la determinación de su aptitud para el consumo humano» (8).

«Es un recurso natural renovable más vital, es un recurso sensible y de importancia estratégica para la sostenibilidad del ambiente. Bajo la administración del sistema y ciclo natural del agua que lo sustenta da seguridad a las naciones» (19).

El agua y el oxígeno son los compuestos químicos más influyentes, para la subsistencia de las personas y el ecosistema en general. El agua es el compuesto más abundante que requiere el ser humano, representa del 60 al 70 %. Como parte de su ciclo hidrológico, el agua fluye a través de la corteza terrestre (subterráneo) y, debido a su alta fuerza disolvente, absorbe sustancias orgánicas e inorgánicas a medida que fluye a través de ligandos. Entonces, cuando una persona está expuesta al agua, también está expuesta a la sustancia que transporta el agua. En ocasiones estos elementos pueden ser nocivos para la salud (sustancias radiactivas, Hg, Pb, Ar, plaguicidas u organismos patógenos como bacterias o protozoos pueden causar diversas enfermedades) o, por el contrario, pueden ser compuestos importantes para los organismos vivos (Na, Ca, Cl, P, S, Mg, K, Fe, etc.). Así, se establece un vínculo directo en la cadena alimentaria entre la geoquímica y la salud (20).

2.2.2. Agua Potable

«Agua idónea para que el hombre consuma y todos los usos domésticos cotidianos del hombre, por supuesto sujeta a tratamiento químico, físico, etc. En PTAP no presenta ningún riesgo para la salud.» (21)

El agua potable tiene que poseer propiedades y características físicas, químicas y microbianas adecuadas para el uso del hombre; en consecuencia, tiene que estar libre de alguna sustancia extraña y nociva como algún microorganismo y mineral. Por lo tanto, es necesario controles tanto físicos, químicos como microbianos del agua (22).

El agua potable tiene que cumplir con las siguientes características como estar limpia y segura sin que genere riesgo a la salud de las personas, no debe tener olor, color y sabor extraño, tiene que cumplir con el rango de calidad a nivel físico, químico y biológico con referencia a las normativas peruanas que regulan la calidad de agua destinada para consumo humano.

2.2.3. Calidad de Agua

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras entidades del mundo ligados a la gestión del agua, se resume como la situación en las que se encuentra el agua en términos de propiedades físicas, químicas y biológicas en general, ya sea en su estado natural o después de la modificación por las actividades humanas. Generalmente se establece examinando las propiedades de condición física y química de un muestreo con estándares de calidad del agua (23).

2.2.4. Contaminación del Agua

Es la variación negativa de propiedades químicas, físicas y biológicas del agua, ocasionadas por actividad antrópica o natural, que daña al ecosistema consumidor. La actividad antrópica como la minería, la agricultura, el turismo, industria, etc. afectan directa o indirectamente las propiedades del agua. En cambio, las condiciones naturales del ecosistema también contaminan el agua, por ejemplo, la actividad de los animales silvestres, las condiciones climáticas y edáficas de la naturaleza. La gestión ambiental del agua es importante, esta ayuda a controlar y prevenir su contaminación, para ello es importante impartir conocimientos de educación ambiental desde la niñez.

2.2.5. Parámetros de Evaluación de Calidad Ambiental

Las variables de examinación de admisibilidad ambiental del agua para que consuma el hombre son bastantes para evaluarla y con respecto al uso que se le da o de la actividad que provenga, en este caso solo se presentan los parámetros (condiciones de aceptación) de índole ambiental del agua con referencia a la operacionalización de variables de esta investigación.

2.2.5.1. Parámetros Microbiológicos

«Son microorganismos, como bacterias, parásitos o virus, que son señalamientos de contaminación del agua según el grado de concentración (cantidad) en el agua direccionada para que consuma el hombre.» (21)

El mayor riesgo del agua a nivel microbiológico está asociado a la alimentación de agua alterada de sus propiedades ambientales con excretas del hombre y del animal, sin embargo, pueden existir otros orígenes más peligrosos. Los riesgos para la vitalidad más perjudicial asociados en el agua potable es la enfermedad infecciosa causada por patógenos como gérmenes y hongos (protozoos y gusanos). Y a su vez la presencia de microbios genera el agotamiento del oxígeno en el agua. Por ello, es importante su diagnóstico, evaluación y monitoreo de la presencia de los microorganismos. La carga en los hospitales públicos depende de la gravedad de la enfermedad asociada al patógeno su transmisibilidad y el grado de exposición de la comunidad (24).

a) Bacterias coliformes totales

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica:

Estas bacterias coliformes se consideraron durante mucho tiempo indicadores microbianos adecuados para evaluar el rango apropiado del agua, principalmente porque se detectan y enumeran fácilmente en el agua utilizando la tecnología actual. Los coliformes totales provienen del agua de enriquecimiento orgánico, agua industrial, sedimentos descompuestos, etc. El término «bacterias coliformes» se refiere a bacterias gramnegativas en forma de bastón, para desarrollarse necesita sal biliar u otro tensioactivo con característica similares a organismos que interfieren el crecimiento y tienen la capacidad de descomponer lactosa a temperaturas de hasta 35-37 °C para producir ácidos, gases y aldehídos en 24-48 horas. También son oxidasas negativas, no forma espora y exhiben actividades β -galactosidasas (25).

b) Bacteria termotolerante o fecal

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define:

Estos coliformes tienen capacidad de degradar lactosa a 44-45 °C; esta clase de bacteria abarca el género *Escherichia* (una de las bacterias más importantes de evaluación de agua por que provienen de las excretas de los animales o humanas; estas viven en el intestino del ser vivo), esta bacteria y varias especies de *Klebsiellas*, *Enterobacteres* y *Citrobacteres*. Las bacterias coliformes resistentes al calor, excepto *E. coli* se puede encontrar en cuerpos de agua ricos en materias orgánicas, como el agua residual, o en materiales vegetales y suelos en degradación. La regeneración de coliformes resistentes al calor en un procedimiento de división es menor la probabilidad salvo muestren suficientes alimentos microbianos, o que el material inapropiado esté en contacto con el agua, la temperatura del agua supere los 13 °C y que no exista cloro residual evadido (25).

2.2.5.2. Parámetros Físicoquímicos

i. Temperatura

La temperatura según Castilla (26) es:

Este parámetro es de gran importancia para la medición de la sensación de frío y calor del cuerpo humano. Desde un aspecto atómico, se considera temperatura a la energía en movimiento interno promedio de átomos que componen el objeto de estudio. Esta energía en movimiento constante se revela en forma de calor generado por la colisión de las

moléculas que componen el agua. Conocer la temperatura del agua es importante ya que puede ayudar a predecir y confirmar otros parámetros del agua. Posee una relación directa sobre otros factores de la calidad del agua, como el OD, el DBO y las tasas de supervivencia de algunas especies microbiológicas (26).

ii. Conductividad eléctrica

«Este parámetro se da en el agua, indica la disposición que tiene la solución de agua a transmitir electricidad entre iones disueltos que componen el agua.» (27)

La conductividad eléctrica se mide con medidores portátiles o de banco llamados conductímetros. Estos equipos deben estar calibrados periódicamente para cada uso que se requiera, deben estar acreditados por Inacal. Este parámetro es importante porque ayuda a identificar la presencia de otros parámetros.

iii. Turbidez

Es la capacidad de pérdida de claridad en el agua debido a la aparición de moléculas en suspensión, estas se activan por el removimiento causado por algún factor de la naturaleza o alterados por el hombre. Cuanta más suspensión de partículas haya en el agua, más impuro y más turbia se volverá. La turbidez es catalogada como un buen proveedor de dato de la admisibilidad del agua (28).

iv. Dureza total

La dureza del agua depende de varios factores y el principal es el factor geológico. Las principales fuentes de dureza se originan del suelo y dependiendo de su composición estratificada el agua será más dura o menos dura, el agua genera un arrastre de diferentes composiciones del suelo producto de su escorrentía antes de que sea captada. Las aguas duras, ricas en calcio y magnesio, están asociadas a cuencas de drenaje de rocas sedimentarias, las más comunes de las cuales son calizas. Las aguas blandas, pobres en calcio y magnesio, suelen estar expuestas a rocas impermeables como el granito. El agua superficial suele ser más blanda que el agua subterránea (20).

v. El pH

El pH o también conocido como potencial de hidrogeno, mide la cantidad de iones hidronio; mide la alcalinidad o basicidad en una solución determinada, en una escala de 0 a 14 en valores de pH, siendo el pH neutro cuando marca el número 7. Cuando aumenta la acumulación de iones H⁺ en el agua u otra materia, aumenta la acidez y disminuye el pH por debajo de 7. Cuando el pH está por encima de 7, el agua u otra materia es alcalina. El pH afecta a la casi totalidad de los procedimientos de naturaleza química y biológica del agua. Este contiene una de las particularidades ecológicas más importantes que restringe la distribución de las especies en los hábitats acuáticos y terrestres. Diferentes especies crecen en diferentes rangos de pH, siendo el pH de valor ideal para la totalidad de los organismos acuáticos está en valores de 6,5 y 8 (29).

Este parámetro es considerado idóneo en la medición de las propiedades admisibles de agua, ya que de esto dependen la supervivencia de algunos microorganismos y la concentración de otros parámetros. De tal manera que el pH tiene una relación directamente proporcional para la vitalidad del ser humano y ecosistema impactado.

vi. Oxígeno disuelto

Este parámetro de evaluación del agua indica el porcentaje de oxígeno saturado en la masa de agua (actividad fotosintética de algas y consumo de microorganismos). Es decir, la magnitud de oxígeno saturado por la actividad biológica indica la presencia de organismo acuático que generan la contaminación del agua. Es inversamente proporcional a la concentración del oxígeno atmosférico con respecto a los microorganismos acuáticos. La medición del oxígeno disuelto es importante porque su evaluación informa o refleja la resistencia de los recursos hídricos y los medios de subsistencia de los organismos acuáticos (30).

«El oxígeno disuelto (OD) da a entender a la cuantía de moléculas de oxígenos gaseosos en la masa del agua a evaluar. El oxígeno ingresa al agua por procesos de absorciones directas del aire, exacerbada, además, por la turbulencia.» (31)

vii. Demanda bioquímica de oxígeno

«Este indicador ambiental va directamente vinculado con la existencia de compuestos orgánicos en el agua. Mide la cuantía de moléculas de oxígenos requerido por bacterias que viven en el agua para realizar procesos de oxidación, descomposición de compuestos orgánicos en condiciones aeróbicas.» (30)

2.2.5.3. Parámetros Inorgánicos

La evaluación del parámetro inorgánico es importante por su naturaleza de no poseer enlace de C-H, por lo cual esta genera la insolubilidad en el agua, una vez que los elementos inorgánicos entran en contacto con el ambiente o ser vivo, son persistentes, no tiende a desaparecer por descomposición o cualquier otro proceso; generan la contaminación del agua y afectan en el bienestar de las personas y ecosistemas afectadas.

Metales

Las montañas del Perú están compuestas principalmente de plomo, hierro, zinc, cobre, plata, oro y otros metales pesados. Algunos de estos metales son transportados a lagos, lagunas y ríos por el flujo de agua a través de arroyos creados por el agua de lluvia. Asimismo, cuando el agua de la montaña se filtra a través de los puquiales, algunos metales pesados se adhieren al agua dulce, dándole un sabor predominantemente metálico, este tipo de agua alterada es consumida por el hombre y los animales que habitan la zona (22).

2.2.6. Estándar de Calidad Ambiental

Es la medición de las concentraciones de un elemento, sustancia o parámetro, que sean de naturaleza física, química o biológica presente en el ecosistema (aire, agua y suelo) donde se mide en un organismo receptor del impacto generado y que no presente riesgo para el bienestar del ecosistema y vitalidad del ser humano (2).

2.2.6.1. D. S. N.º 0004-2017-MINAM (Estándar de Calidad Ambiental de Aguas)

Esta normativa ambiental fue publicada el 7 de junio del año 2017, el poder legislativo difundió el nuevo ECA para aguas superficiales, anulando el D. S. N.º 0002-2008-MINAM- ECA Agua. El Ministerio del Ambiente creó la norma con el propósito de decretar la medida de concentraciones de un

determinado elemento, sustancia o parámetro, que sean de naturaleza física, química o biológica que esté presente en el ecosistema (aire, agua y suelo) donde se mide en la materia que acoge el impacto generado. Esta norma es aplicable en cuerpos de agua a nivel nacional del territorio peruano en su estado natural y son obligatorias para la gestión ambiental en entidades públicas, privadas y mixtas, pero no son sancionables como es el caso de la normativa de Límite Máximo Permisible (LMP). Esta normativa divide el agua en cuatro categorías diferentes, los cuales se mencionan a continuación:

- Categoría I: para poblaciones y recreaciones
- Categoría II: para la actividad marina costera
- Categoría III: para riegos de vegetal y bebida animal
- Categoría IV: para las conservaciones de ambientes acuáticos

En esta investigación se utilizó la categoría número 1: para poblaciones y de fines recreacionales, la subcategoría A: agua superficial destinada a la producción de agua potable. Donde a continuación se plasma la normativa en mención.

Tabla 2. ECA Agua, Categoría 1: población y recreación; subcategoría A: agua superficial destinada a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que puede ser potabilizada con desinfección	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado
Microbiológicos y parasitológicos				
Coliformes totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Fisicoquímicos				
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/ L	3	5	10
Dureza	mg/ L	500	**	**
Nitratos (NO ₃ -)	mg/ L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ -)	mg/ L	3	3	**
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/ L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0
Sólidos disueltos Totales	mg/ L	1 000	1 000	1 500
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	**
Turbiedad	UNT	5	100	**

Inorgánicos				
Aluminio	mg/ L	0,9	5	5
Antimonio	mg/ L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/ L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/ L	0,7	1	**
Berilio	mg/ L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/ L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/ L	0,003	0,005	0,01
Cromo total	mg/ L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg / L	0,3	1	5
Manganeso	mg/ L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/ L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/ L	0,07	**	**
Níquel	mg/ L	0,07	**	**
Plomo	mg/ L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/ L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/ L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/ L	3	5	5

Tomada del D. S. N.º 004-2017-MINAM

2.2.7. Límite Máximo Permissible

Es la medición de la concentraciones de un elemento, sustancia o parámetro, que sean de naturaleza física, química o biológica presente en el ecosistema (aire, agua y suelo) donde se mide en un efluente o emisión del impacto generado y que esto no presente riesgo para el bienestar del ecosistema y vitalidad del ser humano y salud de las personas (2).

2.2.7.1. D. S. N.º 0031-2010-SA (Reglamento de calidad de agua para consumo humano)

El 24 de setiembre del 2010 se aprueba el «Reglamento de calidad de agua para consumo humano» mediante D. S. N.º 0031- 2010-SA, de la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa), entidad que pertenece al Minsa.

Esta normativa da a conocer todas las disposiciones con respecto a la calidad de agua con el propósito de normar en la utilidad del hogar (agua potable), dispone directrices como sanciones, parámetros obligatorios de control, funciones de compañías proveedoras de servicio de agua potable, fiscalización sanitaria, medidas de seguridad y sanciones, obligaciones del Estado y de la empresa prestadora de servicio. El reglamento se creó con el motivo de proteger la vitalidad de la población peruana, garantizando su inocuidad, previniendo las causas de los riesgos sanitarios y al mismo tiempo promoviendo la educación social para cuidar la vitalidad y bienestar poblacional (21).

Esta normativa establece el LMP de parámetros de naturaleza física, química o biológica que estén presentes en el ecosistema acuático, donde se mide en el efluente o fuente de emisión. Tiene la potestad sancionadora por el incumplimiento de la inspección de calidad de agua para que el hombre pueda consumir, en entidades prestadoras de servicio de agua potable.

Tabla 3. Límite máximo permisible del parámetro microbiológico y parasitológico

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias coliformes totales	UFC/100 ml a 35°C	0 (*)
Bacterias coliformes Termotolerantes o fecales	UFC/100 ml a 44,5°C	0 (*)

Nota: UFC = unidades formadoras de colonia, () se examina por el método del NMP por tubos múltiples = <1.8/1000 ml, tomada de DS 0031-2010-SA*

Tabla 4. Límite máximo permitido del parámetro de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite de máximo permisible
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25 °C)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	Mg/L	1000
Dureza total	Mg CaCO ₃ / L	500
Amoniaco	Mg N/L	1,5
Hiero	Mg Fe/L	0.3
Manganeso	Mg Mn/L	0,4
Aluminio	Mg Al/L	0,2
Cobre	Mg Cu/L	2,0
Zinc	Mg Zn/L	3,0

Nota: UCV = unidades de colores verdaderos, UNT = unidades nefelométricas de la turbiedad, tomada de D. S. N.º. 031-2010

Tabla 5. Límite máximo permisible con respecto al parámetro inorgánico

Parámetros inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Antimonio	Mg Sb/L	0.020
Arsénico	Mg As /L	0.010
Bario	Mg Ba/L	0,700
Boro	Mg B /L	1,500
Cadmio	Mg Cd /L	0,003
Cianuro	Mg CN/ L	0,070
Clorato	Mg / L	0,7
Cromo total	Mg Cr /L	0,050
Níquel	Mg Ni /L	0,020
Nitratos	Mg NO ₃ /L	50,00
Nitritos	Mg NO ₂ /L	3,00
Plomo	Mg Pb /L	0,010
Selenio	Mg Se /L	0,010
Molibdeno	Mg Mo /L	0,07
Uranio	Mg U /L	0,015

Tomada de DS 0031-2010-SA

2.3. Ubicación Geográfica

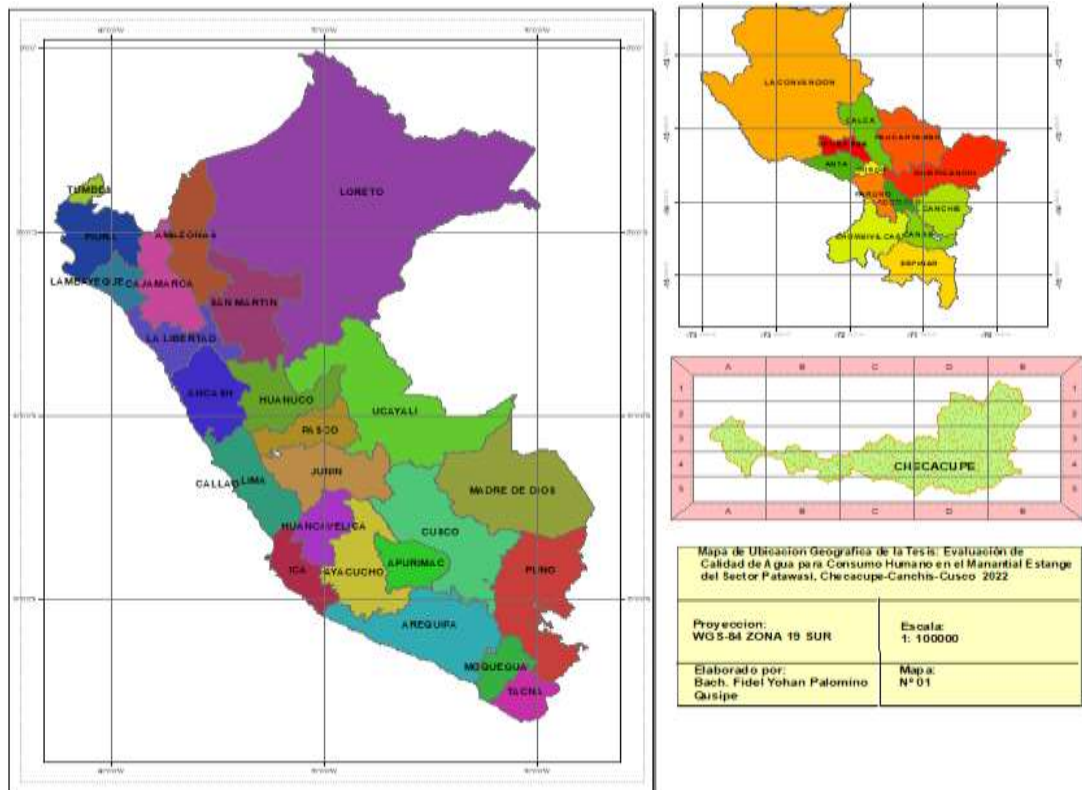


Figura 1. Plano de localización geográfica



Figura 2. Ubicación de zona de estudio

Descripción de ubicación

La fuente de agua denominado manantial Estanque tiene la siguiente ubicación.

Región : Cusco

Provincia : Canchis

Distrito : Checacupe

Sector : Patawasi

Manantial : Estange

Tabla 6. Ubicación geográfica del manantial Estange

Nombre del Manantial	Coordenadas		Altitud (m s. n. m.)
	Latitud	Longitud	
Estange 1	14°04'04.0	71°27'19.1	3566
Estange 2	14°04'03.6	71°27'18.6	3650

2.4. Términos Básicos

a) Calidad del agua

El agua debe cumplir con niveles o concentraciones de parámetros evaluados con respecto a la propiedad física, química y microbiológica donde indican el rango de aceptación de parámetros determinados y según normativa peruana para determinar si es apta o no para actividades tales como agricultura, recreación, consumo humano, industrial, etc.

Para tener buena administración de calidad de agua en territorio peruano para la utilización en hogares de las personas hay dos normativas principales: el estándar de calidad ambiental de agua y el reglamento de calidad de agua para consumo humano; en esta investigación se utilizaron las dos normativas mencionadas.

b) Coliformes

Son bacterias estrechamente relacionadas al suelo (cultivo), el agua y los tractos digestivos del animal y el hombre; se ha utilizado durante más de un siglo como indicador de condiciones insalubres en fábricas de producción de alimento y bebida. Hoy en día, los recuentos de *E. coli* son un indicador común de higiene en varios sectores, gestión de calidad de agua, pesca, agricultura, alimentos, etc. (32).

Una vez que los microorganismos tienen contacto con el agua, contaminan la calidad saturando el oxígeno, de igual forma una vez que entren en contacto con el ser vivo ocasionan enfermedades gastrointestinales

c) Metales

Los metales son persistentes, lo que significa que no pueden descomponerse mediante procesos biológicos o humanos. En el agua se modifican como resultado de procesos

biogeoquímicos, filtraciones, arrastre, oxidación y se dividen en varios elementos con diferentes propiedades fisicoquímicas (33).

Estos elementos por su alta capacidad de insolubilidad, toxicidad, al entrar en contacto con el ser vivo generan la acumulación de estos elementos, a consecuencia de ello provocan enfermedades cardíacas, enanismo, ataques cerebrales, etc.

d) Límite máximo permisible (LMP)

Representan valores tope o límite del que se puede aceptar la concentración de parámetro representativo de calidad ambiental en los ecosistemas (agua, aire y suelo) en condición de efluente o fuente de emisión. Tienen la facultad de sancionar a los administrados según la normativa peruana. La entidad encargada de elaborarla, vigilar y actualizar es el Ministerio del Ambiente (Minam).

e) Parámetros inorgánicos

Son sustancias, elementos o concentraciones, que por su naturaleza no deben estar presentes en grandes cantidades en un cuerpo receptor, indican el nivel de contaminación por el efluente o cuerpo receptor del impacto. Son «compuestos y elementos que no poseen enlaces C-H» (12).

f) Minam

El Ministerio del Ambiente es uno de los ministerios que conforma el poder Ejecutivo en el Perú. Es la entidad rectora de gestiones ambientales a nivel nacional, encargada de crear políticas de gestión o administración del ambiente en todos los sectores de producción, hidrocarburos, electricidad, construcción, minería, etc.

g) Minsa

El Ministerio de Salud es una de las carpetas del poder Ejecutivo del Perú, es la entidad rectora de los sectores de salud. Se menciona en esta investigación porque se toma como instrumento de evaluación de resultados. El «Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano» elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa).

h) OMS

La Organización Mundial de la Salud es una entidad de gestión de la salud a nivel mundial, responsable de investigar y publicar informes relacionados con temas de salud.

i) OPS

La Organización Panamericana de Salud es un órgano regional de gestión de la salud a nivel de países miembros del continente americano. A través de su labor concientizar y apoya a que las personas puedan tener derecho a la salud.

j) Eutrofización

Es el exceso de materia orgánica (nutriente) en agua, esto es causado por proliferación de algas y descontrol de crecimiento de materia orgánica en agua. Esto genera la contaminación del agua, déficit de oxígeno disuelto, alteración del color y sabor, y aparición de microorganismos del agua.

k) DBO₅

Este parámetro mide la capacidad de degradar o consumir el oxígeno por parte de la materia orgánica, el número cinco hace referencia sobre la cantidad de días en conservación antes del ensayo en laboratorio del muestreo realizado.

l) ECA

Estándares de calidad ambiental. Esta normativa es un instrumento de gestión o administración ambiental en el Perú donde regula la concentración de algún elemento, sustancia o parámetro, que sean de naturaleza física, química o biológica que esté presente en el ecosistema (atmósfera, fluido y material orgánico) donde se mide en los cuerpos receptores, hoy en día existen ECA para agua, aire, suelo, ruido y radiación no ionizante.

m) Protocolo de monitoreo de calidad de agua. (R. J. N.º 010-2016-ANA)

Esta normativa sirve como estándar metodológico para el monitoreo de calidad de agua superficial a nivel del territorio nacional del Perú, para ello en esta investigación se referenció con esta normativa para el desarrollo del monitoreo de calidad de agua en el manantial Estange. Por consiguiente, se describe las actividades del monitoreo del agua:

Premonitoreo

- Planear el monitoreo
- Establecer las redes de punto de monitoreo
- Codificar los puntos del monitoreo
- Planificar la secuencialidad del monitoreo
- Considerar cada parámetro recomendado a evaluación en el monitoreo de calidad del agua

- Preparar cada material, equipo e instrumentarias de protección
- Considerar la seguridad y salud en el trabajo de recolección de muestras.

Monitoreo

- Reconocer el entorno del muestreo
- Rotular y etiquetar los envases o frascos de muestreo
- Georreferenciar los puntos del monitoreo
- Medir cada parámetro establecido en el campo
- Tomar las muestras
- Realizar la preservación de muestras
- Llenar la cadena de custodia
- Transportar la muestra de cada parámetro
- Aseguramiento de la calidad del resultado

Posmonitoreo

- Analizar los resultados por el laboratorio acreditado por Inacal
- Procesar y revisar datos de los análisis
- Elaborar los informes técnicos del monitoreo

Capítulo III

Metodología

3.1. Métodos y Alcance de la Investigación

3.1.1. Método y Tipo de Investigación

El método empleado es hipotético-deductivo: «Es una forma lógica de hallar solución al problema que se detecta en la investigación. Implica formular hipótesis sobre una posible solución a problemas planteados y probar la referencia disponible para verificar el cumplimiento del dato planteado» (34).

La investigación básica tiene por objeto ampliar el conocimiento científico aplicando la observación del funcionamiento de los fenómenos de la realidad (35).

El nivel de este estudio es de nivel II (descriptivo).

3.1.2. Alcance

En este estudio se esperó evaluar la calidad del agua de los manantiales Estange 1 y Estange 2, para determinar si es admisible o no para que las personas puedan consumir.

3.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es descriptivo (no experimental).

Esta evaluación es una investigación transversal: «Se toma la base de datos en momento y periodo único» (36).

$$N \longrightarrow n (37)$$

Donde:

N = población

n = muestra

Desde la perspectiva numérica, esta investigación es cuantitativa porque se tuvo que manejar cifras y números con los resultados de laboratorio de cada indicador.

Este estudio es una investigación de tipo prospectivo porque se desarrolló la evaluación y síntesis de cada parámetro delimitado; en adelante a los resultados conseguidos del ensayo de laboratorio.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Esta investigación trabajó con el agua del manantial Estange del sector de Patawasi, Checacupe, Canchis, Cusco.

3.3.2. Muestra

En este estudio se identificaron dos ubicaciones de muestreo de agua del manantial Estange.

Tabla 7. Coordenadas del muestreo

Nombre del muestreo	Coordenadas		Altitud (m s. n. m.)
	Latitud	Longitud	
Estange 1	14°04'04.0	71°27'19.1	3566
Estange 2	14°04'03.6	71°27'18.6	3650

Se tomaron dos muestras por cada parámetro microbiológico, fisicoquímico e inorgánico (metales totales).

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Este estudio titulado «Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector Patawasi, Checacupe, Canchis, Cusco, 2022» fue desarrollado utilizando la técnica de **fichaje**. Es un modo de recolectar la información en campo y almacenar información en la cadena de custodia del monitoreo de esta investigación.

3.4.1. Etapa N.º 1: Identificación del Lugar de Muestreo

Se identificó el manantial Estange utilizando la observación para un análisis crítico de variables de la investigación. Se verificaron los problemas de contaminación del agua del manantial Estange.

3.4.2. Etapa N.º 2: Monitoreo o Recolección de Datos de Campo

Instrumentos

In situ

- GPS
- Frascos de muestra (parámetros microbiológicos, fisicoquímicos e inorgánicos)
- Cadena de custodia
- Lapicero
- Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (R. J. 010-2016)

Laboratorio

- Frascos de muestra (parámetros microbiológicos, fisicoquímicos e inorgánicos)
- Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (R. J. 010-2016 ANA)
- Cadena de custodia
- Fichas de registro
- Plumón indeleble

Métodos utilizados en laboratorio

Tabla 8. Métodos de ensayo de laboratorio

Parámetros	Método	Laboratorio
Microbiológicos		
Coliformes fecales	SMEWW- APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd (2017)	Louis Pasteur
Coliformes totales	SMEWW- APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd (2017)	Louis Pasteur
Fisicoquímicos		
pH	SMEWW- APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd (2017)	Louis Pasteur
Turbidez	2017 Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd edition. Part. 2130 Turbidity. B. Nephelometric Method Pag. 2-13 23rd edition	Louis Pasteur
Dureza	2017 Standard Methods for the examination of	

	water and wastewater 23rd edition. Part. 2340 Hardess. CEDTA Trimetric method Pag. 2-44 2017 Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd edition. Conductivity Part. 2510. B. Laboratory Method Pag. 2-54 2017 Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd edition. Part. 2540B Total Dissolved Solids Dried at 180° Pag. 2-65 2017 Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd edition. Part. 2550 Temperature. B. Laboratory and field Methods at 180° Pag. 4.69	
Conductividad		
Sólidos totales disueltos		
Temperatura		
Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW- APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd (2017)	
Oxígeno disuelto	2017 Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd edition. Part. 4500- Oxygen dissolved° Pag. 2-23rd ed.	
	Inorgánicos	
Aluminio		
Antimonio		
Arsénico		
Bario		
Boro		
Berilio		
Cadmio		
Cobre		
Hierro		
Manganeso		
Mercurio	Espect ICP-MS. EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	AGQ Labs.
Cianuro		
Clorato		
Cromo total		
Fluoruro		
Níquel		
Nitratos		
Nitritos		
Plomo		
Selenio		
Molibdeno		
Uranio		
Zinc		

3.4.3. Etapa N.º 3: Evaluación de Resultados

En esta etapa se efectuó la evaluación a partir de resultados del ensayo en laboratorio con acreditación por el Instituto Nacional de Calidad Ambiental (Inacal). En esta etapa se realizó la deducción del resultado de las recolecciones de datos de campo.

Instrumentos

- Estándar de Calidad Ambiental para agua (D. S. N.º 0004-2017-MINAM).

- Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano (D. S. N.º 0031-2010-SA).
- Laptop Acer Aspire 5
- MS Excel

Capítulo IV

Resultados y Discusión

4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información

Los ensayos fisicoquímicos y microbiológicos de los muestreos fueron realizados por el laboratorio Louis Pasteur ubicado en urb. Velasco Astete D-18B - Wánchaq - Cusco, el laboratorio cuenta con acreditación por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal). El ensayo de los parámetros inorgánicos fue realizado en el Centro Tecnológico Químico AGQ Labs con domicilio legal en Av. Luis José de Orbegoso 350 – San Luis – Lima, certificado por el Servicio Internacional de Acreditación (IAS).

A continuación, se presenta el resultado de cada parámetro obtenido en esta investigación.

4.1.1. Resultados de Parámetros Microbiológicos del Agua

Resultado de coliformes totales

Tabla 9. Deducción de resultados del coliforme total en agua

Coliformes totales			
Ubicación	Resultados del muestro	ECA Agua (D. S. N.°004-2017-MINAM	LMP Agua (D. S. N.° 031-2010-SA)
		Unid.	
	NMP/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 mL a 35 °C
Estante 1	33	50	0*
Estante 2	33		

Nota: () Se analiza por el método del NMP por una serie de tubos = <1,80/100 mL, NMP = número más probable*

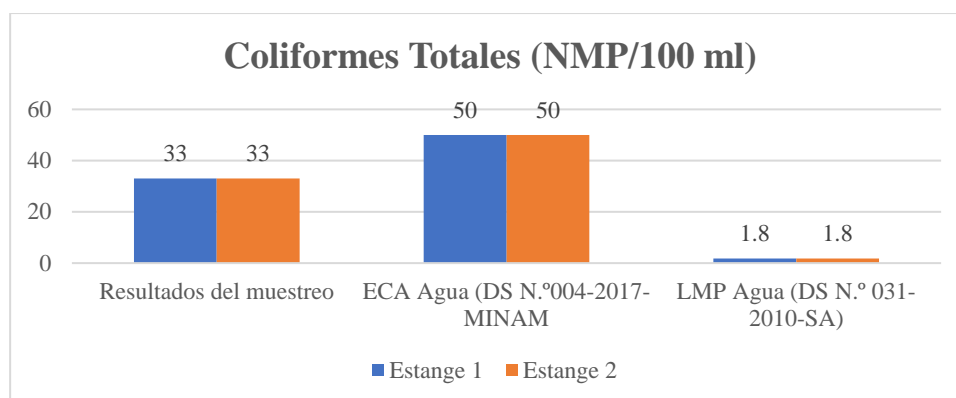


Figura 3. Comparación de resultado de coliformes totales con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultado de coliformes termotolerantes o fecales

Tabla 10. Deducción del resultado de coliformes termotolerantes o fecales del agua

Ubicación	Coliformes termotolerantes o fecales		
	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º 004-2017-MINAM) Unid. NMP/100 mL	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA) UFC/100 mL a 44.5°C
Estante 1	<1.8	20	0*
Estante 2	<1.8		

Nota: (*) Se analiza por el método del NMP por una serie de tubos = <1,80//100 mL, NMP = números más probables

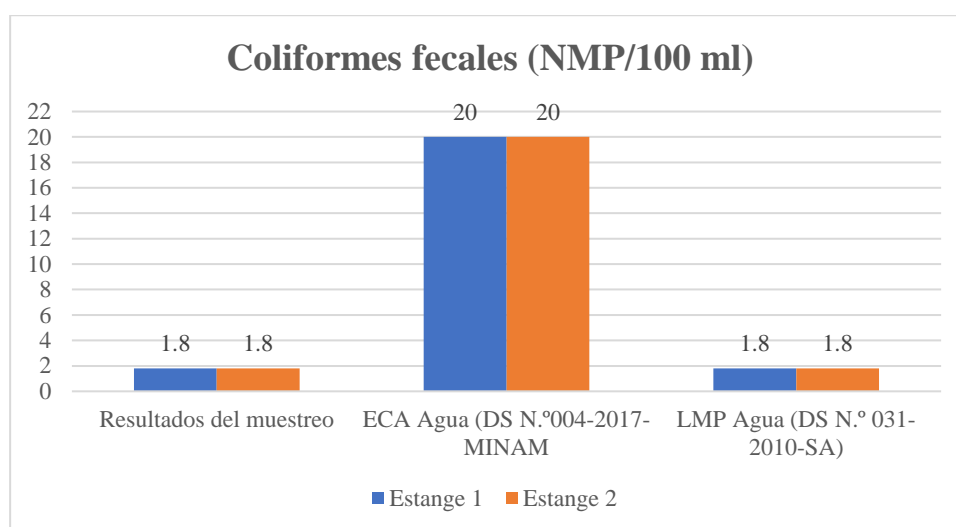


Figura 4. Comparación de resultado de coliformes termotolerantes o fecales con respecto al ECA agua y LMP agua

Evaluación de resultados de parámetros microbiológicos

Realizando la evaluación de resultados, se puede verificar el parámetro microbiológico:

- Coliformes termotolerantes o fecales (Estante 1: <1.80 NMP/100 ml y Estante 2: <1.80 NMP/100 ml).

Este parámetro **cumple** con la calidad de agua en ambas ubicaciones de muestreo en referencia al estándar de calidad ambiental de agua (D. S. N.º 0004-2017-MINAM Subcategoría A: agua superficial dirigido a la producción de agua potable-Categoría I: población y recreación) y el límite máximo permitido con referencia al «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano» (D. S. N.º 0031-2010-SA).

En caso de este parámetro:

- Coliformes totales (Estange 1: 33 NMP/100 ml y Estange 2: 33 NMP/100 ml).

Este parámetro **no cumple** con la calidad de agua en ambas ubicaciones del muestreo con referencia al límite máximo permitido con respecto al «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano» (D. S. N.º 0031-2010-SA); en caso del estándar de calidad ambiental del agua (D. S. N.º 0004-2017-MINAM Subcategoría A: agua superficial dirigido a la producción de agua potable-Categoría I: población y recreación) **sí es apto**.

4.1.2. Resultados de Parámetros Físicoquímicos del Agua

Resultados de pH

Tabla 11. Dedución del resultado de pH del agua

Ubicación	Resultados del muestreo	pH	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM (Unidad de pH)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	7.72		
Estange 2	7.62		6.5 – 8.5

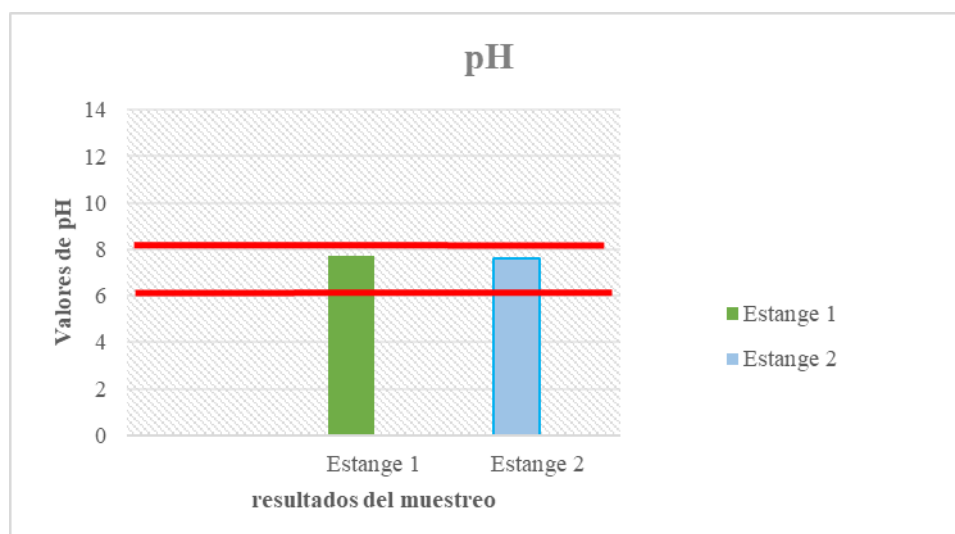


Figura 5. Comparación del resultado del pH con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de temperatura

Tabla 12. Deducción de resultado de temperatura del agua

Temperatura			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.°004-2017-MINAM) Unid. (°C)	LMP Agua (D. S. N.° 031-2010-SA)
Estange 1	21.6	12.4	No hay datos
Estange 2	21.6		

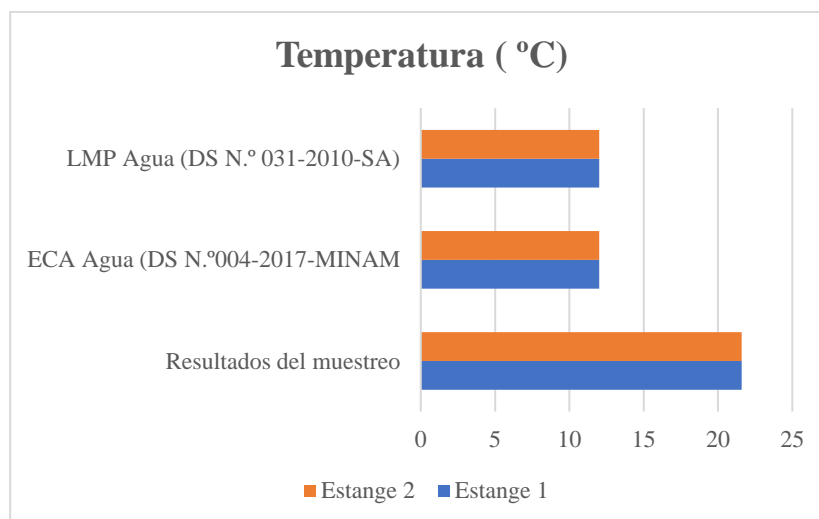


Figura 6. Comparación del resultado de temperatura con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de conductividad

Tabla 13. Deducción de resultado de conductividad del agua

Ubicación	Conductividad		
	Resultados del muestra	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM Unid.	LMP Agua (D. S. N.º 031- 2010-SA)
	(µS/cm)	(µS/cm)	µmho/cm
Estante 1	933.1	1500	1500
Estante 2	938.5		

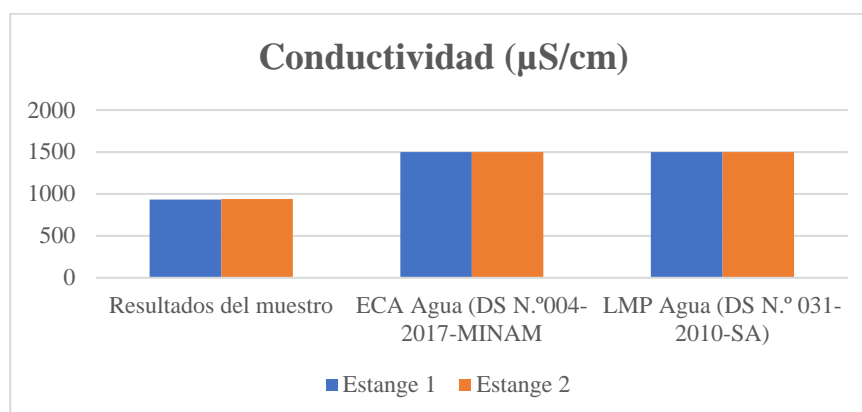


Figura 7. Comparación del resultado de temperatura con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de sólidos totales disueltos

Tabla 14. Deducción de resultado de sólidos totales disueltos en el agua

Ubicación	STD		
	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM Unid. (mg/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031- 2010-SA)
Estante 1	484.50	1000	1000
Estante 2	584.10		

Nota: 1 ppm = 1 mg/l

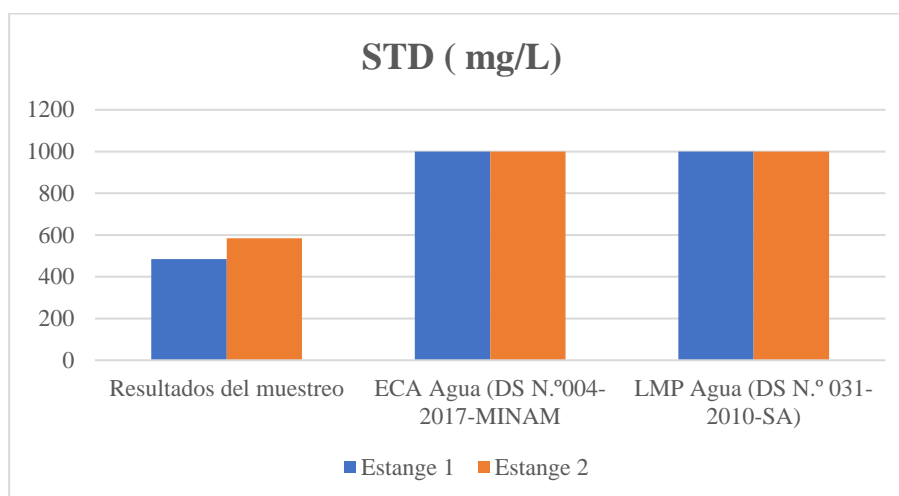


Figura 8. Comparación del resultado de sólidos totales disueltos con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de turbiedad

Tabla 15. Dedución de resultado de turbiedad en el agua

Turbiedad			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (UNT)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	1.75		5
Estante 2	1.83		

Nota: UNT = unidad nefelométrica de turbiedad

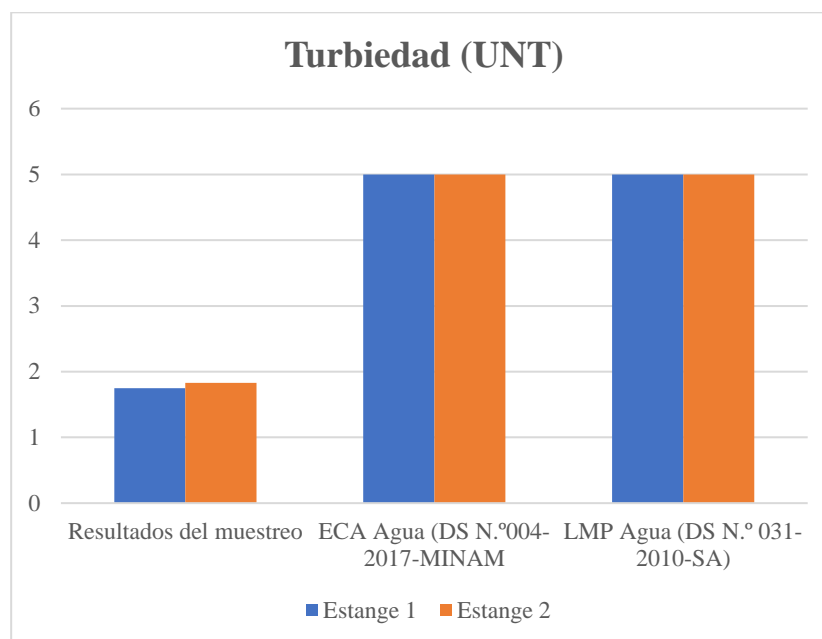


Figura 9. Comparación del resultado de turbiedad con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de dureza total

Tabla 16. Dedución de resultado de la dureza total en el agua

Dureza			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg CaCO ₃ /L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	677.56		500
Estante 2	703.70		

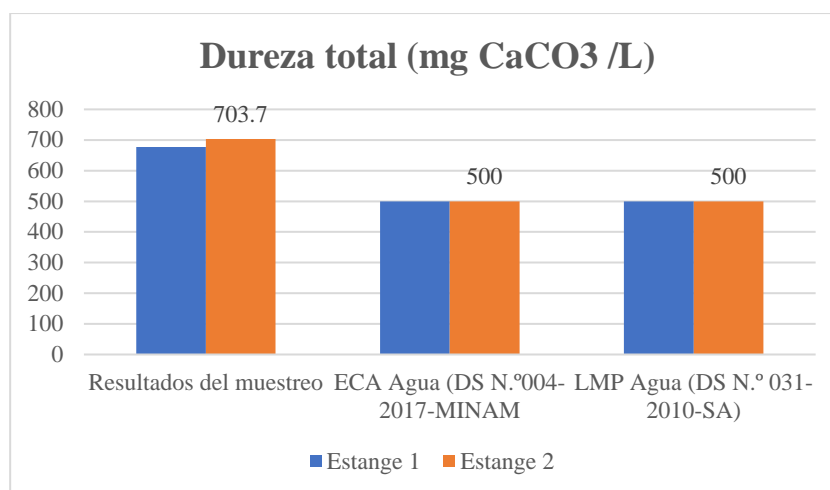


Figura 10. Comparación del resultado de dureza total con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de oxígeno disuelto

Tabla 17. Dedución de resultado del oxígeno disuelto en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Oxígeno disuelto	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Unid. (mg /L)			
Estante 1	5.72	≥ 6	No hay datos
Estante 2	6		

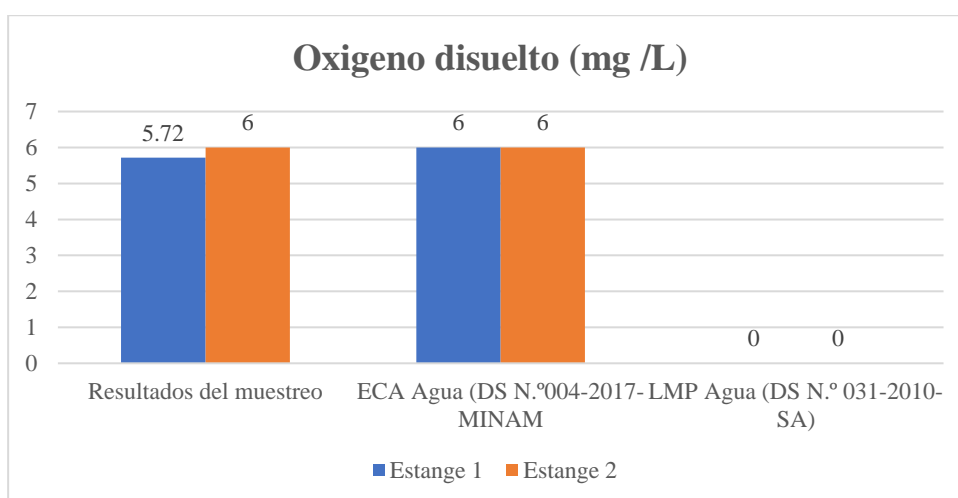


Figura 11. Comparación del resultado de oxígeno disuelto con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Tabla 18. Dedución de resultado de DBO₅ en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Demanda bioquímica de oxígeno	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Unid. (mg /L)			
Estante 1	8.5	3	No hay datos
Estante 2	4.54		

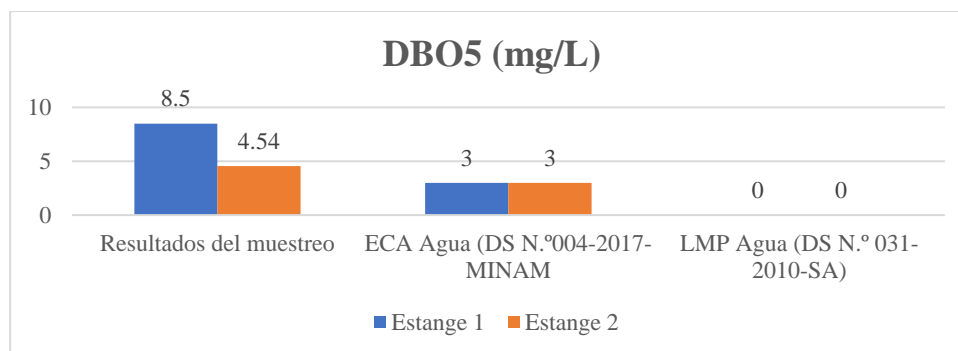


Figura 12. Comparación del resultado de DBO5 con respecto al ECA agua y LMP agua

Evaluación de resultados de parámetros fisicoquímicos

Realizando la evaluación de resultados, se puede verificar que los parámetros fisicoquímicos:

- pH (Estante 1: 7.72 valores de pH y Estante 2: 7.62 valores de pH)
- Conductividad (Estante 1: 933.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y Estante 2: 938.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Sólidos totales disueltos (Estante 1: 484.50 mg/L y Estante 2: 584.10 mg/L)
- Turbiedad (Estante 1: 1.75 UNT y Estante 2: 1.83 UNT)

Estos parámetros **cumplen** con la calidad de agua en ambas ubicaciones del muestreo según el estándar de calidad ambiental de agua (D. S. N.º 0004-2017-MINAM; Subcategoría A: agua superficial destinada a la producción de agua potable-Categoría I: población y recreación) y el límite máximo permitido con referencia al «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano» (D. S. N.º 0031-2010-SA).

En caso de los siguientes parámetros fisicoquímicos:

- Temperatura (Estante 1: 21.6 °C y Estante 2: 21.6 °C)
- Dureza (Estante 1: 677.56 mg CaCO_3/L Estante 2: 703.70 mg CaCO_3/L)
- Oxígeno disuelto (Estante 1: 5.72 mg/L y Estante 2: 6 mg/L)
- Demanda bioquímica del oxígeno (Estante 1: 8.5 mg/L y Estante 2: 4.54 mg/L)

Estos parámetros **no cumplen** con la calidad de agua en ambas ubicaciones del muestreo realizado; en referencia al estándar de calidad ambiental de agua (D. S. N.º 0004-2017-MINAM; Subcategoría A: agua superficial destinado a la producción de agua potable-Categoría I: población y recreación) y los límites máximos permitidos en referencia al «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano» (D. S. N.º 0031-2010-SA).

4.1.3. Resultados de Parámetros Inorgánicos del Agua

Resultados de aluminio

Tabla 19. Dedución de resultados de aluminio en el agua

Aluminio			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Al/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	< 0.002	0.9	0.200
Estange 2	< 0.002	0.9	0.200

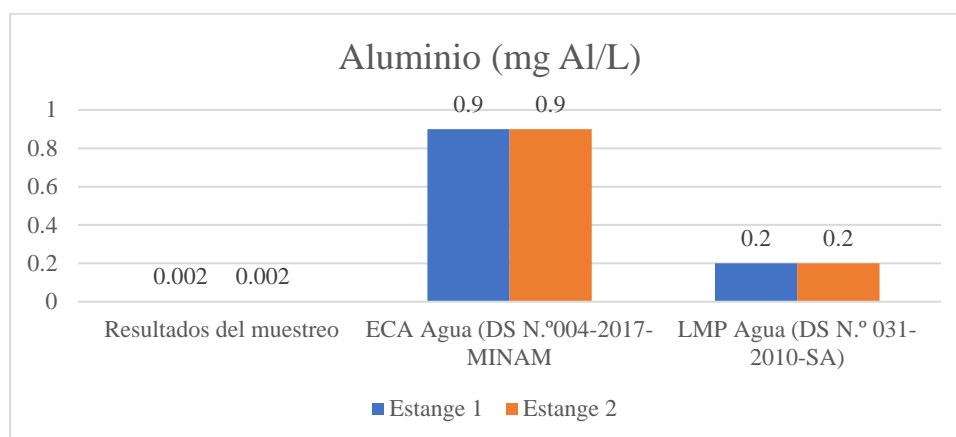


Figura 13. Comparación de resultado de aluminio con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de antimonio

Tabla 20. Dedución de resultado del antimonio en el agua

Antimonio			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Sb/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	< 0,00002	0.020	0.020
Estange 2	< 0,00002	0.020	0.020

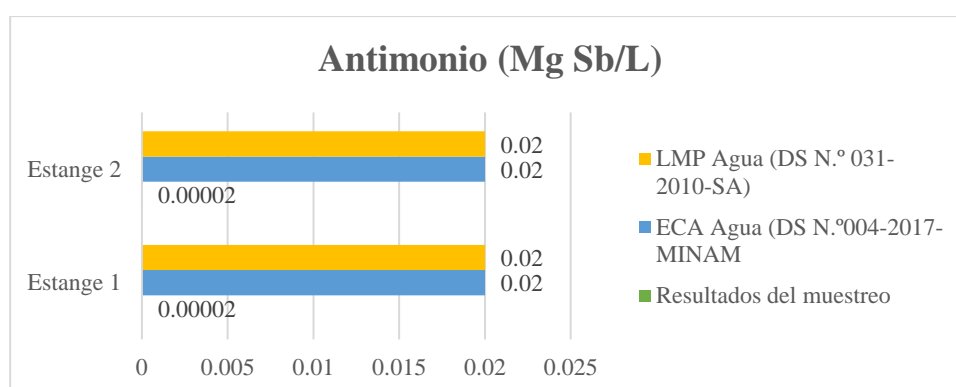


Figura 14. Comparación del resultado del antimonio con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de arsénico

Tabla 21. Deducción de resultado de arsénico en el agua

Arsénico			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
		Unid. (mg As /L)	
Estante 1	0,00518	0.010	0.010
Estante 2	0,00559	0.010	0.010

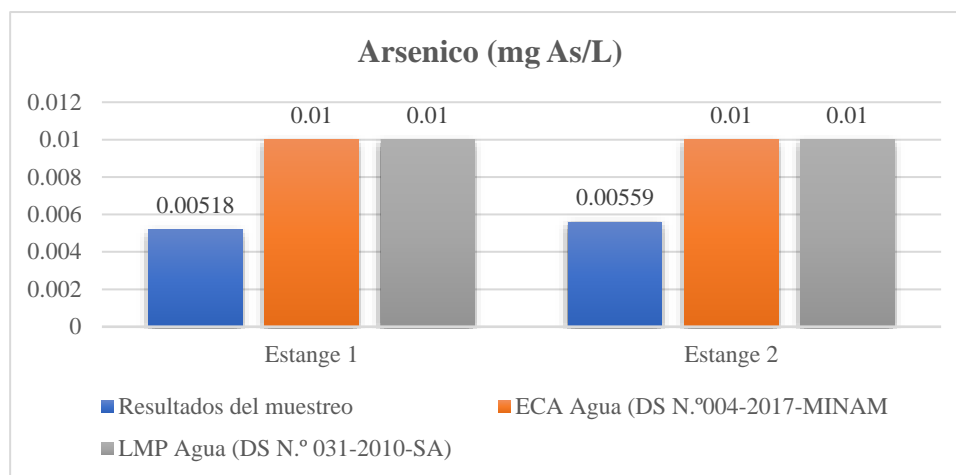


Figura 15. Comparación del resultado de arsénico con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de bario

Tabla 22. Deducción de resultado de bario en el agua

Bario			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
		Unid. (mg Ba/L)	
Estante 1	0.0132	0.070	0.070
Estante 2	0.0143	0.070	0.070

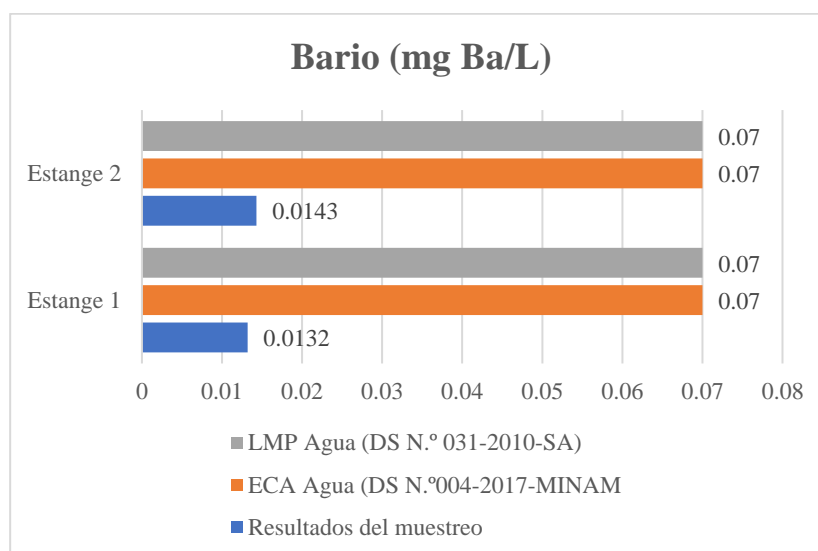


Figura 16. Comparación del resultado de bario con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de boro

Tabla 23. Dedución de resultado de boro en el agua

Boro			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg B /L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	0.117	2.4	1.500
Estante 2	0.092	2.4	1.500

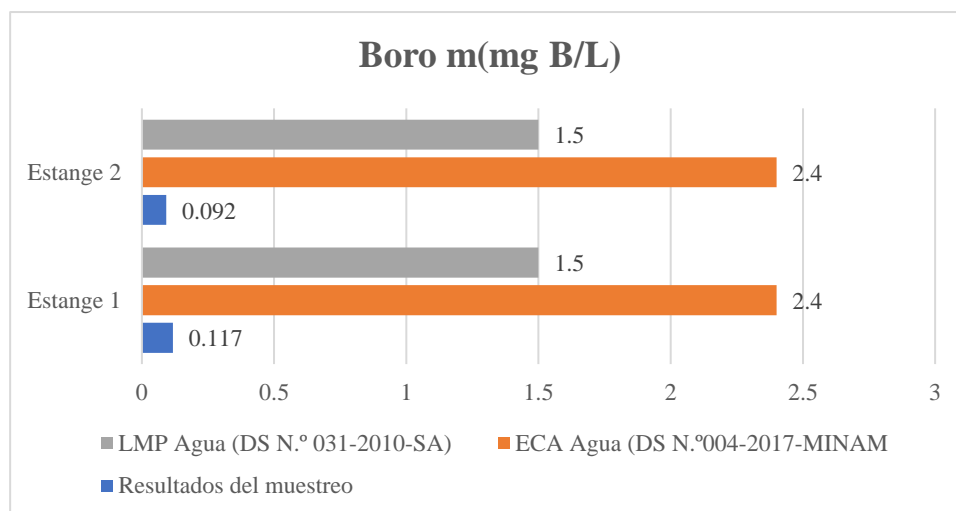


Figura 17. Comparación de resultados de boro con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de berilio.

Tabla 24. Dedución de resultado del berilio en el agua

Berilio			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Be/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	< 0.00001	0.012	No hay datos
Estante 2	< 0.00001	0.012	No hay datos

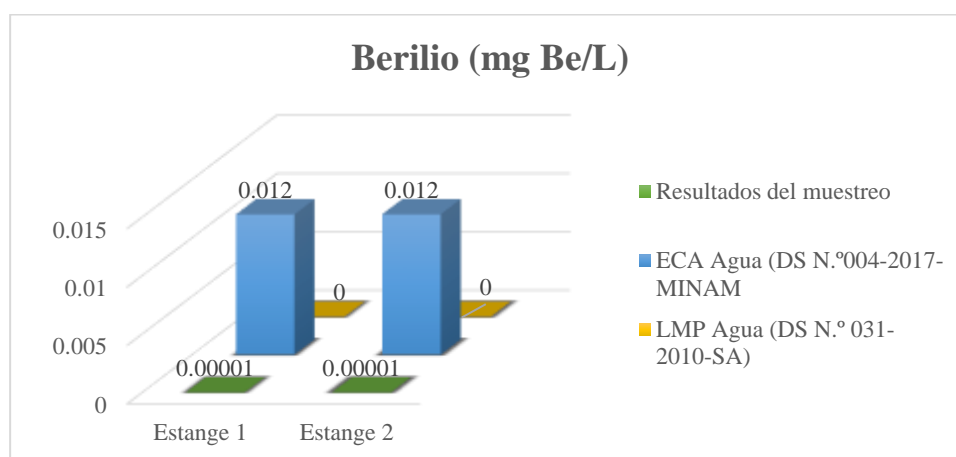


Figura 18. Comparación del resultado de berilio con respecto al ECA agua y LMP agua

Resultados de cadmio

Tabla 25. Deducción de resultado del cadmio en el agua

Cadmio			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Cd/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	< 0.00001	0.003	0.003
Estante 2	< 0.00001	0.003	0.003

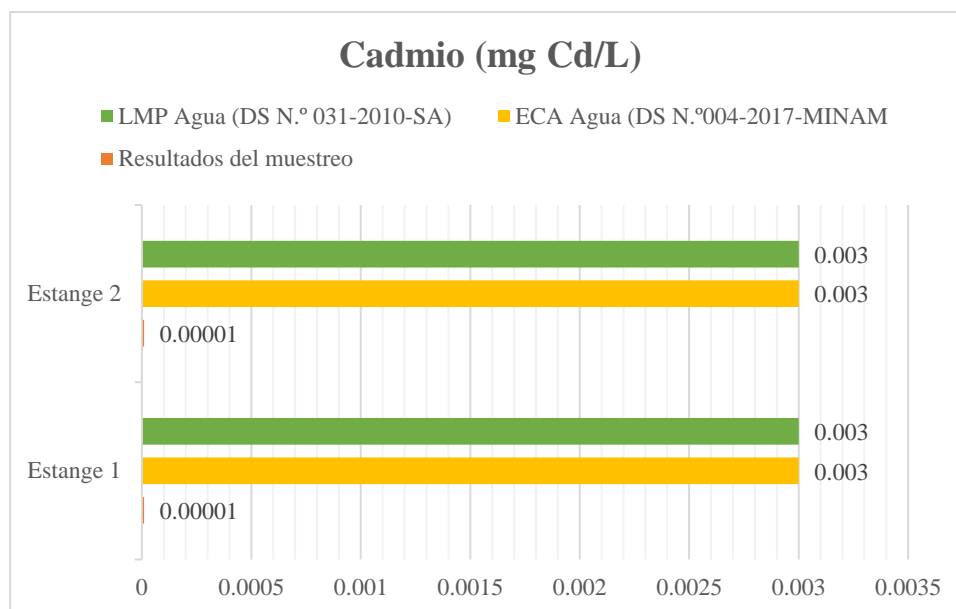


Figura 19. Comparación del resultado de cadmio en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de cobre

Tabla 26. Deducción de resultado del cobre en el agua

Cobre			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Cu/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	< 0.0003	2	2
Estante 2	< 0.0003	2	2

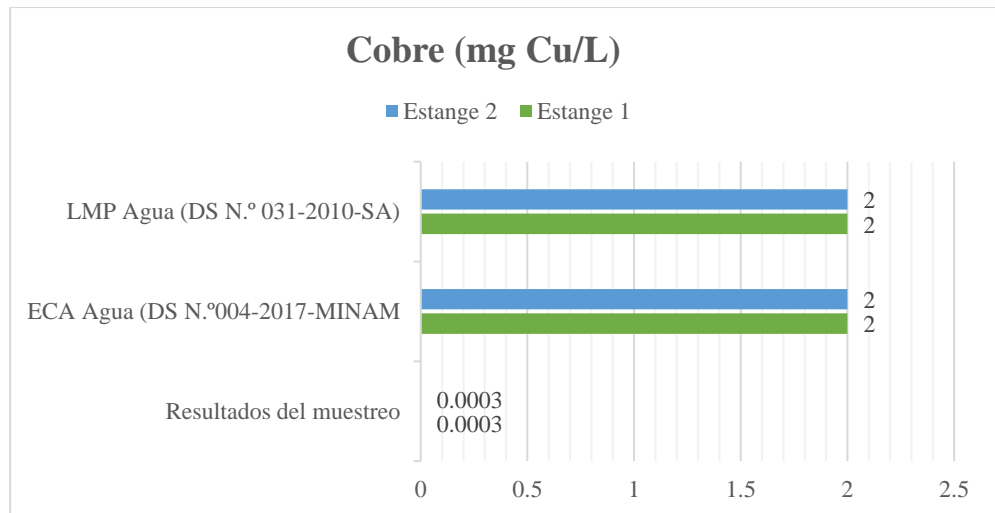


Figura 20. Comparación del resultado de cobre en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de hierro

Tabla 27. Dedución de resultado del hierro en el agua

Hierro			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º 004-2017-MINAM) Unid. (mg Fe/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	0.0447	0.3	0.3
Estange 2	< 0.0300		

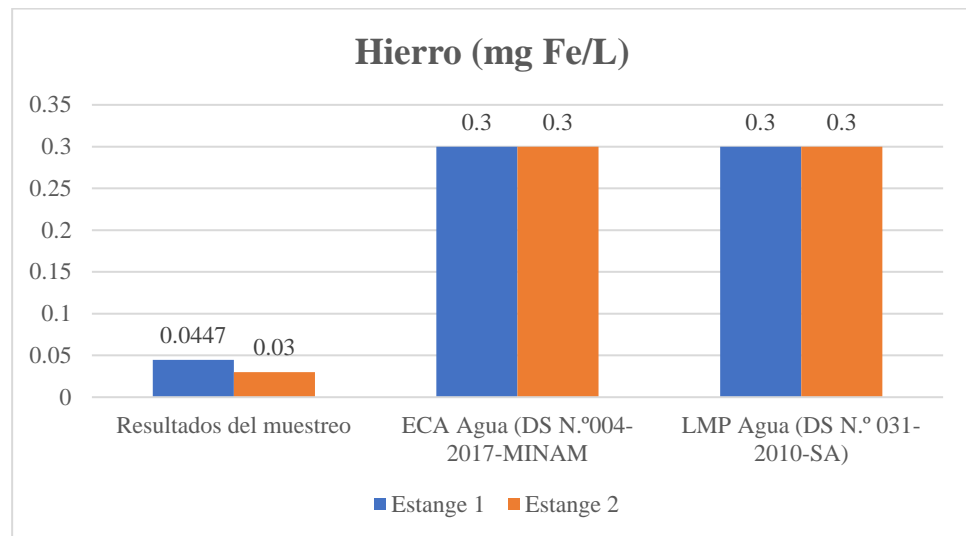


Figura 21. Comparación del resultado del hierro en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de manganeso

Tabla 28. Dedución de resultado del manganeso en el agua

Manganeso			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º 004-2017-MINAM) Unid. (mg Mn/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	0.00056	0.4	0.4
Estange 2	< 0.00006		

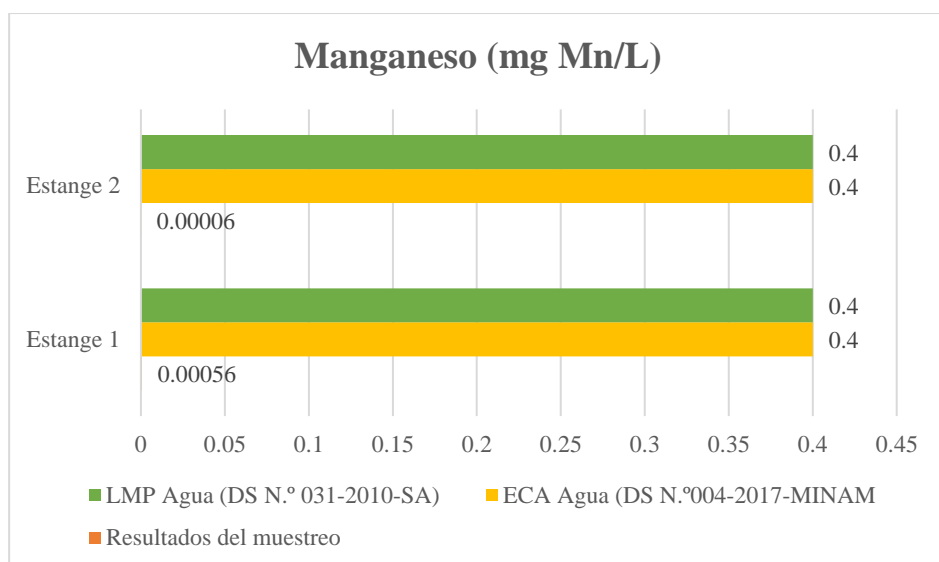


Figura 22. Comparación del resultado de manganeso en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de mercurio

Tabla 29. Deducción de resultado del mercurio en el agua

Ubicación	Mercurio		
	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	< 0.000070	0.001	0.001
Estange 2	< 0.000070	0.001	0.001

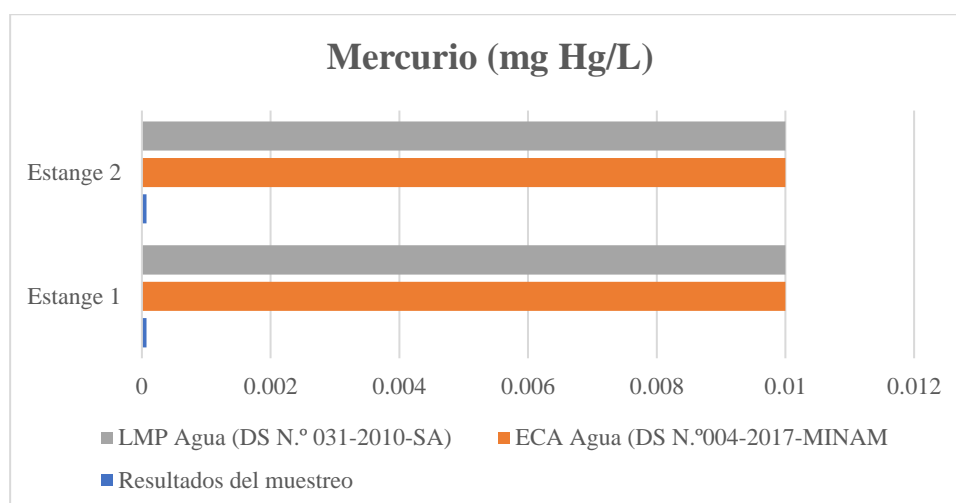


Figura 23. Comparación del resultado de mercurio en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de cianuro

Tabla 30. Deducción de resultado del cianuro en el agua

Ubicación	Cianuro		
	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg CN /L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	< 0.0008	0.07	0.07
Estange 2	< 0.0008	0.07	0.07

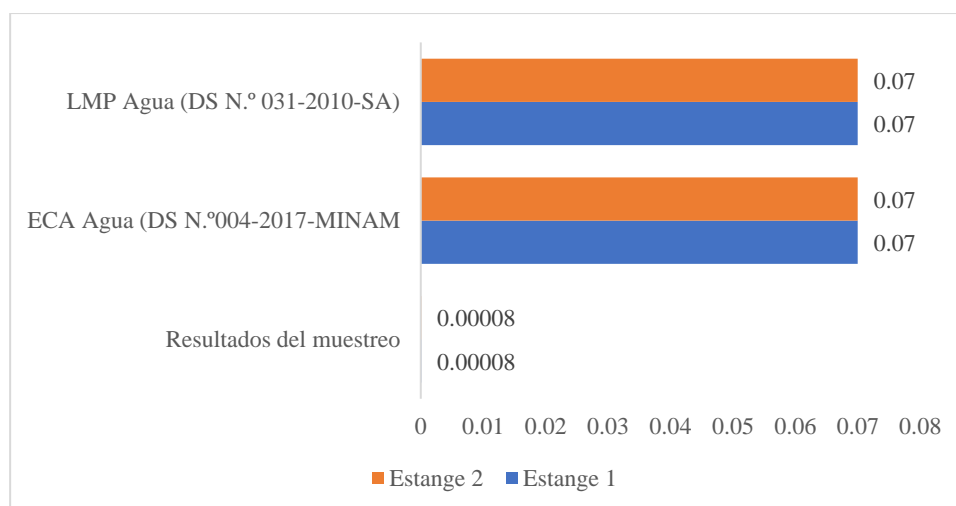


Figura 24. Comparación del resultado de cianuro en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de clorato

Tabla 31. Deducción de resultado de clorato en el agua

Clorato			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	< 0.05	No hay datos	0.7
Estante 2	< 0.05		

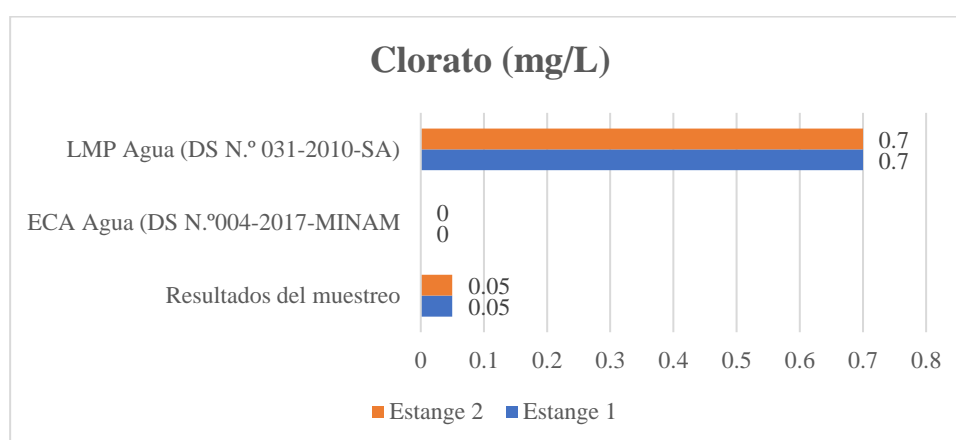


Figura 25. Comparación del resultado de clorato en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de cromo total

Tabla 32. Deducción de resultado del cromo total en el agua

Cromo total			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Cr/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	< 0.001	0.05	0.05
Estante 2	< 0.001		

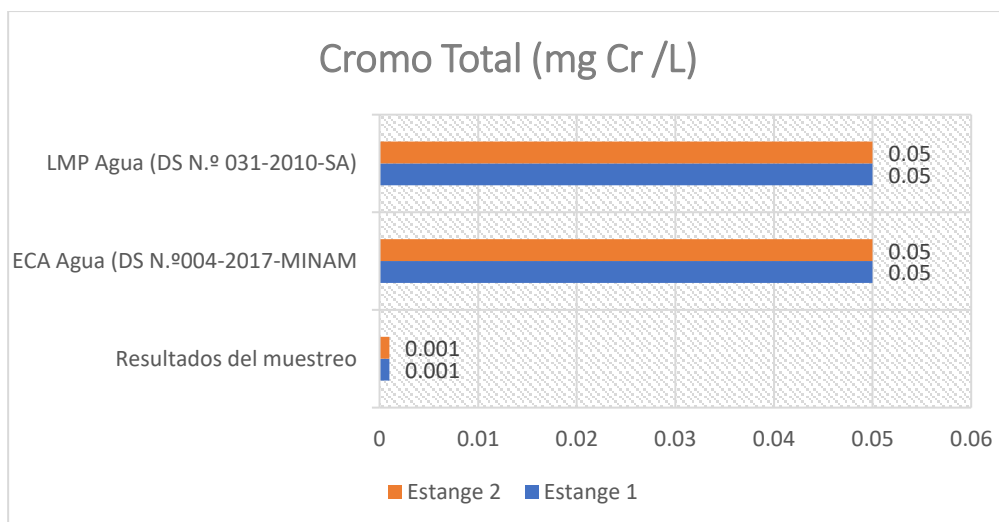


Figura 26. Comparación del resultado de cromo total en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de fluoruro

Tabla 33. Dedución de resultado del fluoruro en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Fluoruro	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	0.29	1.5	No hay datos
Estange 2	0.29		

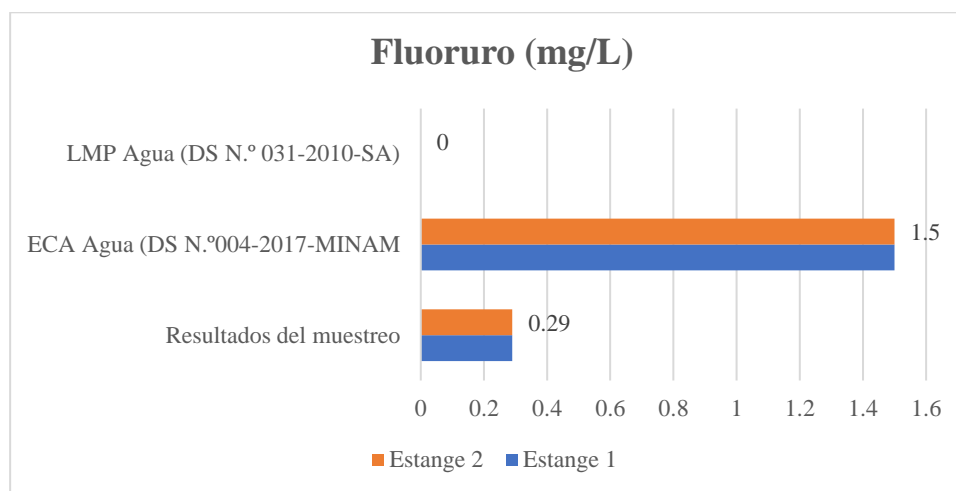


Figura 27. Comparación del resultado de fluoruro con referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de níquel

Tabla 34. Dedución de resultado del níquel en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Níquel	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Ni /L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	< 0.0009	0.07	0.02
Estange 2	< 0.0009		

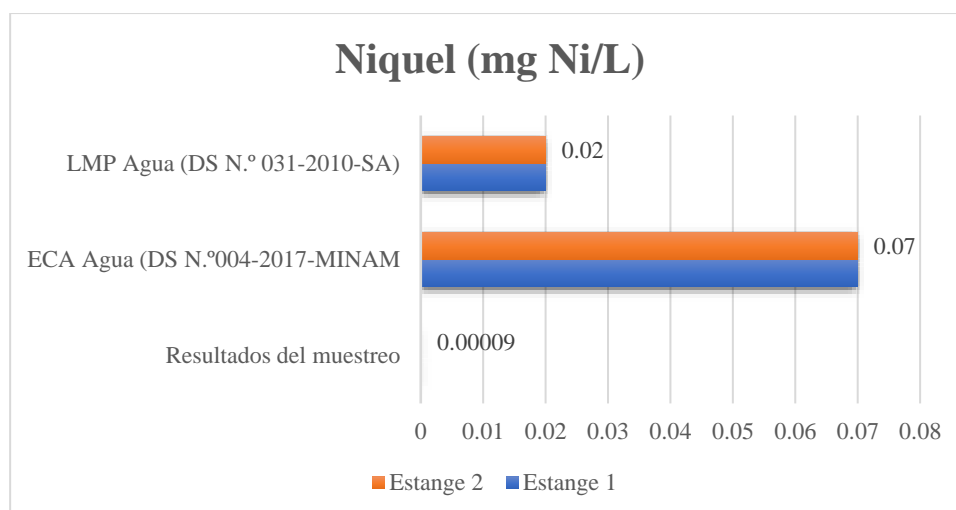


Figura 28. Comparación del resultado de níquel con referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de nitratos

Tabla 35. Dedución de resultado de nitratos en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Nitratos	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg NO ₃ /L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	1.87	50	50
Estante 2	2.10	50	50

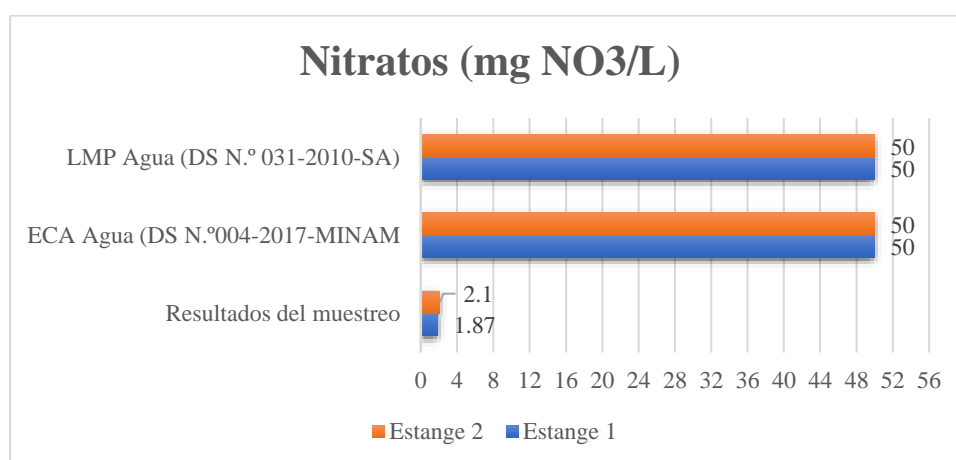


Figura 29. Comparación del resultado de nitratos en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de nitritos

Tabla 36. Dedución de resultado de nitritos en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Nitritos	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg NO ₂ /L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	< 0.0250	3	3
Estante 2	< 0.0250	3	3

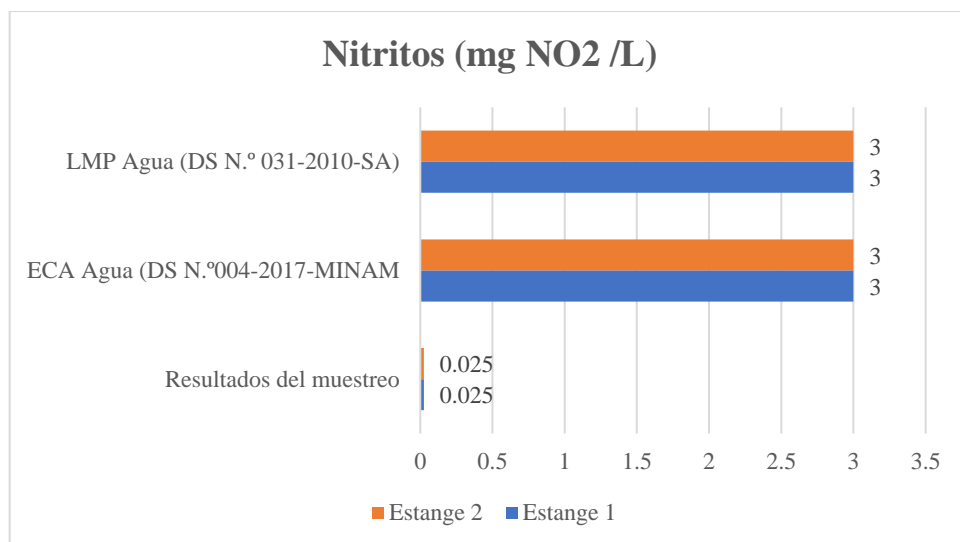


Figura 30. Comparación del resultado de nitratos en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de plomo

Tabla 37. Dedución de resultado del plomo en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Plomo	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Pb/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	< 0.00006	0.01	0.01
Estange 2	< 0.00006		

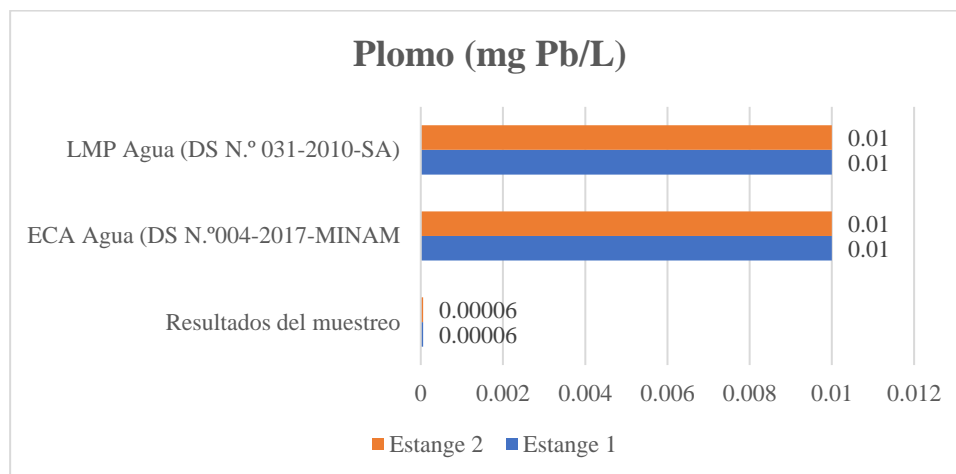


Figura 31. Comparación del resultado de plomo en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de selenio

Tabla 38. Dedución de resultado del selenio en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Selenio	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Se/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estange 1	< 0.00004	0.04	0.01
Estange 2	< 0.00004		

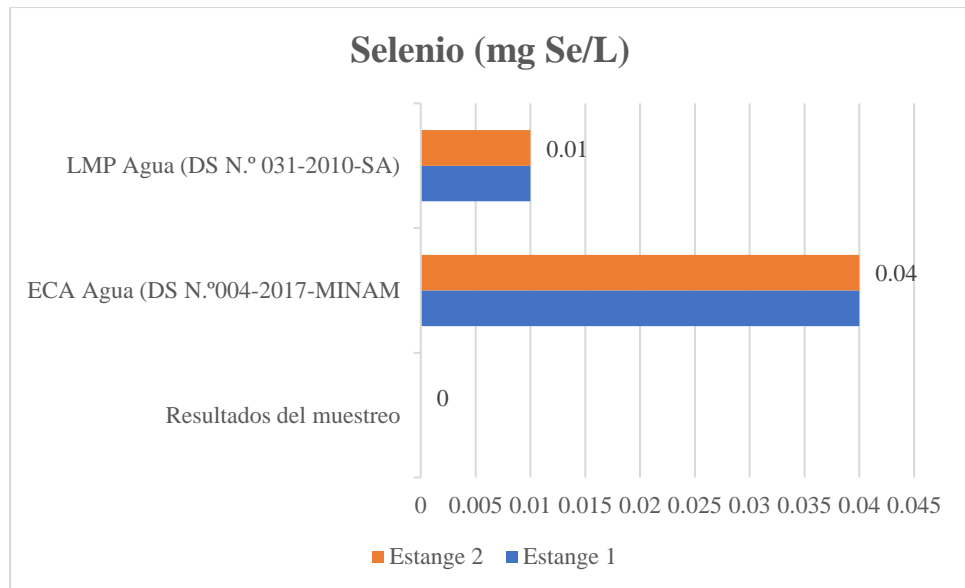


Figura 32. Comparación del resultado de selenio en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de molibdeno

Tabla 39. Dedución de resultado del molibdeno en el agua

Molibdeno			
Ubicación	Resultados del muestreo	ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Unid. (mg Mo/L)			
Estante 1	0.00285	0.07	0.07
Estante 2	0.00292		

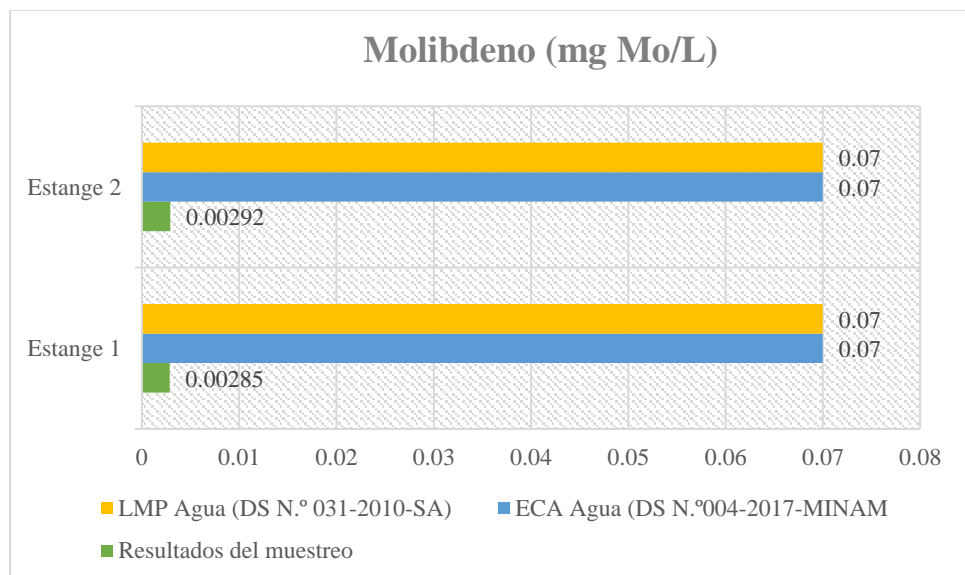


Figura 33. Comparación del resultado de molibdeno en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de uranio

Tabla 40. Deducción de resultado del uranio en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Uranio	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg U/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	0.00130	0.02	0.015
Estante 2	0.00132	0.02	0.015

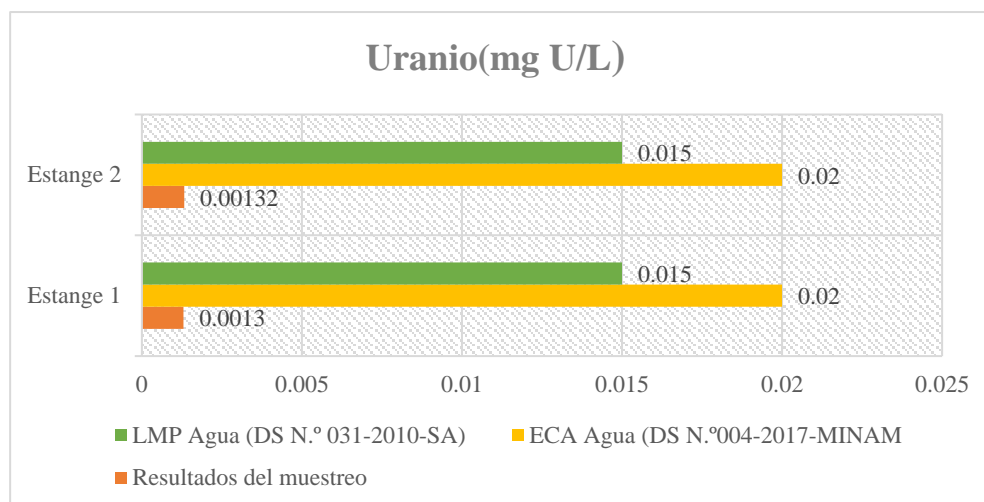


Figura 34. Comparación del resultado del uranio en referencia al ECA agua y LMP agua

Resultados de zinc

Tabla 41. Deducción de resultado del zinc en el agua

Ubicación	Resultados del muestreo	Zinc	
		ECA Agua (D. S. N.º004-2017-MINAM) Unid. (mg Zn/L)	LMP Agua (D. S. N.º 031-2010-SA)
Estante 1	< 0.002	3	3
Estante 2	< 0.002	3	3

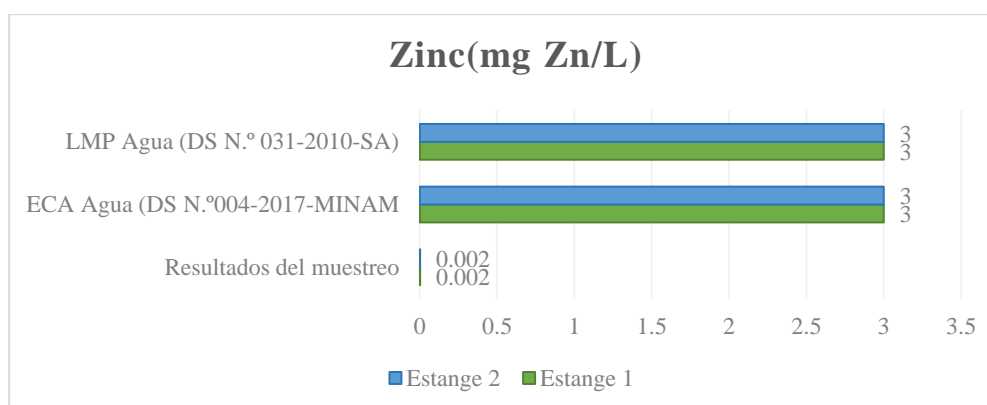


Figura 35. Comparación del resultado del zinc referencia al ECA agua y LMP agua

Evaluación de resultados de parámetros inorgánicos

Realizando la evaluación de resultados, se puede verificar que los indicadores inorgánicos en ambos puntos de muestreo dan como resultado que la calidad de agua

es **apta**; con referencia al estándar de calidad ambiental del agua (D. S. N.º 0004-2017-MINAM; Subcategoría A: Agua superficial destinado a la producción de agua potable-Categoría I: población y recreación) y los límites máximos permitidos en referencia al «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano» (D. S. N.º 0031-2010-SA).

4.2. Tabla de Resumen de Parámetros

Tabla 42. Resumen de evaluación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos

N.º	Parámetro	Unid.	Estanque 1	Estanque 2	ECA Agua *1	LMP Agua*2	Condición
Fisicoquímicos							
1	pH	Valores de pH	7.72	7.62	6.5-8	6.5-8	Apto
2	Temperatura	°C	21.6	21.6	12	12	No apto
3	Conductividad	uS/cm	933.1	938.5	1500	1500	Apto
4	STD	mg/L	484.5	584.1	1000	1000	Apto
5	Turbiedad	UNT	1.75	1.83	5	5	Apto
6	Dureza	Mg CaCO ₃ /L	677.56	703.70	500	500	No apto
7	Oxígeno disuelto	Mg/L	5.72	6	>6	>6	No apto / Apto
8	DBO ₅	Mg/L	8.01	4.54	3	3	No apto
Microbiológicos							
9	Coliformes totales	NMP/100 ml	33	33	50	0*	No apto
10	Coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100 ml	<1.80	<1.80	30	0*	Apto
Inorgánicos							
11	Aluminio	Mg/L	<0.002	<0.002	0.9	0.2	Apto
12	Antimonio	Mg/L	<0.00002	<0.00002	0.02	0.020	Apto
13	Arsénico	Mg/L	0.00518	0.00559	0.01	0.010	Apto
14	Bario	Mg/L	0.0132	0.0143	0.7	0.700	Apto
15	Boro	Mg/L	0.117	0.092	2.4	1.500	Apto
16	Berilio	Mg/L	<0.00001	<0.00001	0.012	NO HAY	Apto
17	Cadmio	Mg/L	<0.00001	<0.00001	0.003	0.003	Apto
18	Cobre	Mg/L	<0.0003	<0.0003	2	2	Apto
19	Hierro	Mg/L	0.0447	<0.03	0.3	0.3	Apto
20	Manganeso	Mg/L	0.00056	<0.00006	0.4	0.4	Apto
21	Mercurio	Mg/L	<0.00007	<0.00007	0.001	0.001	Apto
22	Cianuro	Mg/L	<0.0008	<0.0008	0.07	0.070	Apto
23	Clorato	Mg/L	<0.05	<0.05	NO HAY	0.7	Apto
24	Cromo total	Mg/L	<0.001	<0.001	0.05	0.050	Apto
25	Fluoruro	Mg/L	0.29	0.29	1.5	NO HAY	Apto
26	Níquel	Mg/L	<0.0009	<0.0009	0.07	0.020	Apto
27	Nitratos	Mg/L	1.87	2.1	50	50	Apto
28	Nitritos	Mg/L	<0.0250	<0.0250	3	3	Apto
29	Plomo	Mg/L	<0.00006	<0.00007	0.01	0.010	Apto
30	Selenio	Mg/L	<0.00004	<0.00007	0.04	0.010	Apto
31	Molibdeno	Mg/L	0.00285	0.00292	0.07	0.07	Apto
32	Uranio	Mg/L	0.00130	0.00132	0.02	0.015	Apto
33	Zinc	Mg/L	<0.002	<0.002	3	3	Apto

Nota: Color verde: apto para consumo humano; color rojo: no apto para consumo humano. (*) Se analiza por el método del NMP por una serie de tubos = <1,80/100 mL, NMP = número más probable

4.3. Prueba de Hipótesis

La hipótesis se valida con respecto al D. S. 0004-2017 MINAM y el D. S. N.º 0031-2010-SA, donde indican la concentración, elementos o sustancia adecuada en su estado natural y límite máximo permitido según corresponda a las normativas vigentes de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos.

Hipótesis General

La calidad de agua para consumo humano no es apta en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.

Validación de parámetros microbiológicos

Hipótesis Específicas

- Hi1: La calidad de agua de los parámetros microbiológicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.
- H01: La calidad de agua de los parámetros microbiológicos es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.

Tabla 43. Validación de hipótesis de parámetros microbiológicos

N.º	Parámetro	Unid.	Estange 1	Estange 2	ECA Agua *1	LMP Agua*2	Condición
Microbiológicos							
1	Coliformes Totales	NMP/100 ml	33	33	50	0*	Válida
2	Coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100 ml	<1.80	<1.80	30	0*	Nulo

(*) Se analiza por el método del NMP por una serie de tubos = <1,80/100 ml, NMP = número más probable

Con relación al estándar de calidad ambiental del agua según D. S. N.º 0004-2017-MINAM; la concentración de los parámetros microbiológicos no sobrepasa la concentración normal en ambos puntos de muestreo según la normativa en mención.

En mención al «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano» (D. S. N.º 0031-2010- DS N SA); la concentración del parámetro microbiológico (coliformes totales) sobrepasa el límite máximo permitido para consumo humano.

En consecuencia, entonces, se deniega la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna. Se dispone esta decisión porque se referencia a la importancia del límite máximo permisible por su potestad sancionadora como instrumento de gestión ambiental del agua para consumo humano y porque los coliformes totales engloban todo tipo de microorganismos a nivel de su concentración en agua; y se afirma que el agua del manantial Estange **no es apto** para consumo humano con respecto a los parámetros microbiológicos.

Validación de parámetros fisicoquímicos

Hipótesis Específicas

- Hi2: La calidad de agua de los parámetros fisicoquímicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.
- H02: La calidad de agua de los parámetros fisicoquímicos es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.

Tabla 44. Validación de hipótesis de parámetros fisicoquímicos

N.º	Parámetro	Unid.	Estange 1	Estange 2	ECA Agua *1	LMP Agua*2	Condición
Fisicoquímicos							
1	Temperatura	°C	21.6	21.6	12	12	Válida
2	Dureza	Mg CaCO ₃ /L	677.56	703.70	500	500	Válida
3	Oxígeno disuelto	Mg/L	5.72	6	>6	>6	Válida
4	DBO ₅	Mg/L	8.01	4.54	3	3	Válida
5	pH	Valores de pH	7.72	7.62	6.5-8	6.5-8	Nulo
6	Conductividad	uS/cm	933.1	938.5	1500	1500	Nulo
7	STD	mg/L	484.5	584.1	1000	1000	Nulo
8	Turbiedad	UNT	1.75	1.83	5	5	Nulo

En relación al estándar de calidad ambiental del agua según decreto supremo N.º 0004-2017-MINAM y el «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano» (D. S. N.º 0031-2010-SA); la concentración de parámetros fisicoquímicos (temperatura, dureza, OD y demanda bioquímica del oxígeno) sobrepasan la concentración normal en ambos puntos de muestreo según las normativas en mención; en cambio los parámetros: pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, y turbiedad sí cumplen con las normativas en mención.

Entonces, se admite la hipótesis alterna y se deniega la hipótesis nula. Se toma decisión por la importancia del cumplimiento adecuado de la dureza porque es una problemática real en la población por tener bastante cal (CaCO_3) en las tuberías. En cuanto oxígeno disuelto y DBO_5 están relacionados con los parámetros microbiológicos e indican que hay presencia de contaminación biológica del agua del manantial Estange; y se afirma sobre el agua del manantial Estange **no es apto** para consumo humano en referencia a los parámetros fisicoquímicos.

Validación de parámetros inorgánicos

Hipótesis Específicas

- Hi3: La calidad de agua de los parámetros inorgánicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.
- H03: La calidad de agua de los parámetros inorgánicos es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.

Tabla 45. Validación de hipótesis de parámetros inorgánicos

N.º	Parámetro	Unid.	Estange 1	Estange 2	ECA Agua *1	LMP Agua*2	Condición
Inorgánicos							
1	Aluminio	Mg/L	<0.002	<0.002	0.9	0.2	
2	Antimonio	Mg/L	<0.00002	<0.00002	0.02	0.020	
3	Arsénico	Mg/L	0.00518	0.00559	0.01	0.010	
4	Bario	Mg/L	0.0132	0.0143	0.7	0.700	
5	Boro	Mg/L	0.117	0.092	2.4	1.500	
6	Berilio	Mg/L	<0.00001	<0.00001	0.012	NO HAY	
7	Cadmio	Mg/L	<0.00001	<0.00001	0.003	0.003	
8	Cobre	Mg/L	<0.0003	<0.0003	2	2	
9	Hierro	Mg/L	0.0447	<0.03	0.3	0.3	
10	Manganeso	Mg/L	0.00056	<0.00006	0.4	0.4	
11	Mercurio	Mg/L	<0.00007	<0.00007	0.001	0.001	
12	Cianuro	Mg/L	<0.0008	<0.0008	0.07	0.070	Nulo
13	Clorato	Mg/L	<0.05	<0.05	NO HAY	0.7	
14	Cromo total	Mg/L	<0.001	<0.001	0.05	0.050	
15	Fluoruro	Mg/L	0.29	0.29	1.5	NO HAY	
16	Níquel	Mg/L	<0.0009	<0.0009	0.07	0.020	
17	Nitratos	Mg/L	1.87	2.1	50	50	
18	Nitritos	Mg/L	<0.0250	<0.0250	3	3	
19	Plomo	Mg/L	<0.00006	<0.00007	0.01	0.010	
20	Selenio	Mg/L	<0.00004	<0.00007	0.04	0.010	
21	Molibdeno	Mg/L	0.00285	0.00292	0.07	0.07	
22	Uranio	Mg/L	0.00130	0.00132	0.02	0.015	
23	Zinc	Mg/L	<0.002	<0.002	3	3	

En referencia con el estándar de calidad ambiental del agua; según D. S. N.º 0004-2017-MINAM; los parámetros inorgánicos no sobrepasan la concentración normal en ambos puntos de muestreo según la normativa en mención.

Con respecto al «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano» (D. S. N.º 0031-2010-SA); la concentración de parámetros inorgánicos tampoco sobrepasa los límites máximos permitidos para consumo humano según la normativa en mención.

Por consiguiente, se admite la hipótesis nula y se deniega la hipótesis alterna. Entonces, se afirma que el agua del manantial Estange es apta para consumo humano con respecto a los parámetros inorgánicos.

4.4. Propuesta de Solución

En vista de que hay contaminación del agua en el manantial Estange se propone las siguientes propuestas de solución desde el punto de vista de ingeniería y gestión ambiental del agua.

- De acuerdo a los resultados obtenidos de que hay saturación de oxígeno (oxígeno disuelto) y excesiva demanda del oxígeno (demanda bioquímica de oxígeno) esto a causa de aparición de microbios tales como bacterias termotolerantes y coliformes fecales; asimismo, por la excesiva eutrofización, se debe prohibir el pastoreo de animales en el área de influencia directa del manantial Estange; de esta manera, se minimiza el impacto generado por los animales, se minimiza la aparición de microorganismos patógenos, saturación de oxígeno en el agua por presencia de microorganismos, minimización de la erosión del suelo y la flora existente; de tal manera que el ecosistema hace funciones percoladoras a través de la filtración y sedimentación natural hacia el ojo de agua Estange.
- Se tiene que diseñar una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) de acuerdo con estos resultados presentados en esta investigación. En vista de que el agua del manantial Estange no cumple la admisibilidad de agua con respecto a la dureza. Se propone que el PTAP esté compuesto de proceso de intercambio iónico (utilizar un ablandador de agua) y el proceso de osmosis con el fin de remover el calcio y magnesio. Así mismo, que esta planta propuesta tenga también el proceso de ozonización del agua, de esta manera, se purifica el agua con respecto al parámetro microbiológico del agua del manantial Estange.

- Con respecto a la gestión ambiental del agua, las autoridades locales y administrativas del agua (JASS, ATM, SUNASS) deben implementar un Plan de Manejo Ambiental del agua para consumo humano donde estén establecidas las acciones de organización, control, aprovechamiento, protección y conservación del manantial Estange y asimismo debe contar con un plan de monitoreo ambiental del agua de forma anual o de acuerdo al reglamento establecido del D. S. N.º 0031-2010-SA, de esta manera la población usuaria estará conviviendo de forma sustentable (desarrollo sostenible).

4.5. Discusión de Resultados

A partir de los resultados encontrados, se acepta las hipótesis específicas que establecen que la calidad de agua de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos no son aptos para el consumo humano en el manantial Estange.

Realizado la evaluación de resultados de calidad de agua se demuestra que en el manantial Estange 1 y Estange 2, que solo los parámetros inorgánicos están dentro del rango de concentración según las normativas como el D. S. N.º 0004-2017-MINAM y el D. S. N.º 0031-2010-SA, esta investigación concuerda y son similares con las siguientes investigaciones por sus resultados obtenidos:

- Cajas (11), determinó el grado de calidad de agua analizando cada parámetro químico, físico y microbiano. Se ha realizado 4 puntos de muestreo, obtuvo una conclusión en el punto 01 que cumple con concentraciones del parámetro físico, químico y bacteriológico, pero las muestras 2, 3 y 4 no cumplen con el grado de aceptación de los parámetros microbiológicos para ser potabilizados.
- Atencio (12). Los resultados fueron que el indicador químico, físico (tales como: pH, T° y SDT) cumplen las concentraciones requeridas según el D. S. N.º 0004-2017 MINAM. Y D. S. N.º 0031-2010-SA. El resultado del monitoreo e investigación del agua se pudo analizar que el agua no es idónea para consumo del hombre porque existe la aparición de bacterias totales y fecales, donde sobrepasan el rango normal de aglomeración en el agua con referencia al D. S. N.º 0031-2010-SA y el D. S. N.º 0004-2017-MINAM.

Espinoza (14) obtiene los siguientes resultados:

- El valor obtenido del pH, conductividad eléctrica y turbiedad del agua en la zona de Chanchajalla; están dentro del rango admisible de las normativas ambientales

peruanas de calidad como es el caso del límite máximo permitido (LMP) y el estándar de calidad ambiental de agua para la utilidad y bebida del ser humano.

- El autor analizó el resultado promedio obtenido; comparando el agua en la zona de Chanchajalla cuya finalidad es para la utilización para consumo humano, con el límite máximo permitido determinado en la normativa de calidad del agua autorizado en el D. S. N.º 0031 – 2010 – SA, por lo tanto adquirió y concluyó en la investigación; los indicadores que no están dentro del rango de aceptación idónea fue el SO_4^{2-} con resultado de 407.5 mg/L, NO_2^- con resultado de término medio fue de 6.5 mg/L y el microbio coliforme total y termorresistente, con un resultado de término medio de 66 NMP/100 mL y 41 NMP/100 ML correspondientemente.

Los resultados guardan relación con lo que sostiene Pérez (10), Cajas (11), Atencio (12), Guerrero (13), Espinoza (14), Chipana y Crisóstomo (16), quienes presentan los resultados que los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos no están dentro del rango de aceptación por el cual se destina para el consumo humano de acuerdo con las normativas D. S. N.º 0004-2017-MINAM y D. S. N.º 0031-2010-SA. Por consiguiente, los resultados son acordes al estudio que se realizó.

Por otra parte, este estudio no concuerda con estudios realizados por Sánchez y Gonzales (7), Pacori (17), correspondientemente. Estos autores presentaron resultados en que parámetros microbiológicos, fisicoquímicos e inorgánicos cumplen con la calidad de agua para que las personas puedan consumir sin ninguna restricción o este afecte a su salud.

Conclusiones

Una vez terminada la investigación, realizando la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos del agua para consumo humano en los dos puntos de muestreo se llega a concluir:

- Los parámetros fisicoquímicos en el manantial Estange 1, tales como pH (7.72), Conductividad (933.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos totales disueltos (484.5 mg/L) y la turbiedad (1.75 UNT) están dentro del grado de admisibilidad del estándar de calidad ambiental y límite máximo permitido del agua para consumo humano. En cambio, la temperatura (21.6 °C), dureza (677.56 mg CaCO_3/L), demanda bioquímica del oxígeno (8.5 mg/L) y oxígeno disuelto (5.72 mg/L); no están dentro de grado de admisibilidad del estándar de calidad ambiental y límite máximo permitido de agua para consumo humano según las normativas mencionadas. Con respecto al manantial Estange 2 los parámetros como el pH (7.62), conductividad (938.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos totales disueltos (584.1 mg/L) y la turbiedad (1.83 UNT) están dentro del grado del estándar de calidad ambiental y límite máximo permitido del agua para consumo humano. En caso de la temperatura (21.6 °C), dureza (703.7 mg CaCO_3/L) y demanda bioquímica del oxígeno (4.54 mg/L) y el oxígeno disuelto (6 mg/L) no están dentro de los estándares de calidad ambiental y límite máximo permisible de agua para consumo humano. Se concluye que el manantial Estange con respecto a los parámetros fisicoquímicos no es apto para el consumo humano según las normativas del D. S. N.º 0004-2017-MINAM y D. S. N.º 0031-2010-SA.
- Los parámetros microbiológicos en el manantial Estange 1: coliformes totales (33 NMP/100 ml) y coliformes termotolerantes o fecales (<1.8 NMP/100 ml) y el manantial Estange 2: coliformes totales (33 NMP/100 ml) y coliformes termotolerantes o fecales (<1.8 NMP/100 ml); están dentro de los estándares de calidad ambiental (D S N.º 004-2017-MINAM); en cambio con respecto al límite máximo permisible del agua los coliformes totales no es apto según el D. S. N.º 031-2010-SA. Por consiguiente, desde el punto de vista microbiológico el manantial Estange no es apto para el consumo humano.
- Los parámetros inorgánicos en el manantial Estange 1 tienen las siguientes concentraciones tales como aluminio (< 0,002 mg/L), antimonio (0.00002 mg/L), arsénico (0.00518 mg/L), bario (0.0132 mg/L), boro (0.117 mg/L), berilio (<0.00001 mg/L), cadmio (< 0.00001 mg/L), cobre (< 0.0003 mg/L), hierro (0.0447 mg/L), manganeso (0.00056 mg/L), mercurio (0.00007 mg/L), cianuro (0.00008 mg/L), clorato

(< 0.05 mg/L), cromo total (< 0.001 mg/L), fluoruro (0.29 mg/L), níquel (< 0.0009 mg/L), nitratos (1.87 mg/L), nitritos (0.025 mg/L), plomo (< 0.00006 mg/L), selenio (< 0.00004 mg/L), molibdeno (0.00285 mg/L), uranio (0.0013 mg/L) y zinc (< 0.002 mg/L) están dentro del grado estándar de calidad ambiental y el límite máximo permitido del agua según las normativas D. S. N.º 0004-2017-MINAM y D. S. N.º 0031-2010-SA, respectivamente. En caso del manantial Estange 2 tiene las siguientes concentraciones como aluminio (< 0,002 mg/L), antimonio (0.00002 mg/L), arsénico (0.00559 mg/L), bario (0.0143 mg/L), boro (0.092 mg/L), berilio (<0.00001 mg/L), cadmio (< 0.00001 mg/L), cobre (< 0.0003 mg/L), hierro (< 0.03 mg/L), manganeso (< 0.00006 mg/L), mercurio (0.00007 mg/L), cianuro (0.00008 mg/L), clorato (< 0.05 mg/L), cromo total (< 0.001 mg/L), fluoruro (0.29 mg/L), níquel (< 0.0009 mg/L), nitratos (2.10 mg/L), nitritos (0.025 mg/L), plomo (< 0.00006 mg/L), selenio (< 0.00004 mg/L), molibdeno (0.00292 mg/L), uranio (0.00132 mg/L) y zinc (< 0.002 mg/L) están dentro del grado de los estándar de calidad ambiental y el límite máximo permitido del agua según las normativas D. S. N.º 0004-2017-MINAM y D. S. N.º 0031-2010-SA, respectivamente. En conclusión, el manantial Estange desde el punto de vista inorgánico es apto para consumo humano.

Recomendaciones

- Se recomienda hacer estudios de calidad de agua para consumo del hombre integralmente en la línea de conducción de agua potable a domicilios (piletas de domicilios) para poder saber si el agua que se consume llega con calidad al domicilio, también saber si la cloración del agua tiene la dosis adecuada actualmente. También se recomienda analizar el *Escherichia coli* para confirmar la contaminación biológica en el manantial Estange
- Se recomienda a las autoridades competentes (JASS, ATM, SUNASS) realizar un plan de prevención, contingencia y recuperación para tener una buena gestión ambiental del agua del manantial Estange, para poder prevenir el pastoreo de animales en zonas aledañas al manantial, realizar limpiezas temporales, construir fuentes naturales de agua (plantación de plantas nativas), control de la eutrofización del agua porque se tiene una saturación de oxígeno en el agua del manantial Estange según los resultados fisicoquímicos del ensayo realizado.
- Se recomienda construir una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) donde tenga procesos de filtración, cloración, sedimentación y ozonización y osmosis inversa para remover el calcio y magnesio, y de esta forma poder bajar la concentración de la dureza del agua del manantial Estange. Así mismo, se recomienda a los usuarios no consumir agua cruda, esto puede causar enfermedades a las personas.
- Se recomienda difundir esta investigación a la población usuaria del sector Patawasi, para que se pueda saber la realidad del estado de calidad de agua del manantial Estange, porque los usuarios viven en incertidumbre de desconocimiento de la calidad de agua. Así mismo, esta investigación sirva como información matriz o base para otras investigaciones o monitoreos de agua por las autoridades locales o investigadores.

Lista de Referencias

1. *Constitución Política del Perú*. Online. Lima. Available from: <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0001/1-constitucion-politica-del-peru-1.pdf>
2. Ministerio del Ambiente (Minam). *Ley General del Ambiente (Ley N.º 28611)*. Online. 2005. Lima. N° 28611. Available from: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente>
3. Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico* Online. Lima, 2018. Available from: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf
4. Organización Mundial de la Salud. Drinking-Water @ Www.Who.Int. Online. 2021. Available from: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
5. Organización Panamericana de la Salud. Agua y Saneamiento - OPS/OMS | Online. 2020. [Accessed 7 June 2022]. Available from: <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
6. USTAOĞLU, F.; TAŞ, B.; TEPE, Y.; TOPALDEMİR, H. Comprehensive assessment of water quality and associated health risk by using physicochemical quality indices and multivariate analysis in Terme River, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research* 2021 28:44. Online. 2 July 2021. Vol. 28, no. 44, p. 62736–62754. [Accessed 3 July 2022]. DOI 10.1007/S11356-021-15135-3.
7. SÁNCHEZ, L.; GONZÁLEZ, J. Análisis de la calidad de agua en una zona del noreste del estado de Guanajuato. *Revista de divulgación científica - Jóvenes en la Ciencia*. 2017. Vol. 3, no. 2, p. 68.
8. SIMANCA, M.; ALVAREZ, B.; PATERNINA, R. Calidad física, química y bacteriológica del agua envasada en el municipio de Montería. Online. 2010. 15:(1), pp. 71–83. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3724599>
9. LUCAS, L.; CARREÑO, A. Calidad de agua de consumo humano en las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador. *Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*. Online. 2018. Vol. 21, p. 39–46. Available from: scholar.google.es/schhp?hl=es
10. PÉREZ, E. Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*. Online. 2016. Vol. 29, no. 3, p. 4–14. DOI 10.18845/tm.v29i3.2884.
11. CAJAS, M. *Determinación del índice de calidad del agua del manantial del centro poblado de Cochatama - Huánuco - 2019*. Online. Universidad de Huánuco, 2019. Available from: <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1479406Tesis>
12. ATENCIO, H. *Análisis de la calidad del agua para consumo localidad de San Antonio de*

- Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco- 2018.* Online. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018. Available from: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf
13. GUERRERO, A. *Calidad ambiental del agua en tres manantiales de consumo poblacional, ciudad de Lamas - región San Martín, 2018.* Online. Universidad Cesar Vallejo, 2019. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39445#:~:text=Concluyendo que la calidad ambiental, la Banda es APTO %2C igualmente>
14. ESPINOZA, P. *Determinación del índice de calidad ambiental de las aguas destinadas a consumo humano en el sector de Chanchajalla, Distrito la Tinguña, Ica-2019.* Online. Universidad Privada del Norte, 2019. Available from: <https://hdl.handle.net/11537/22316>
15. CISNEROS, R. *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cusco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017.* Online. Universidad Ricardo Palma, 2019. Available from: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2652/T030_75930333_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. CHIPANA, K.; CRISOSTOMO, Z. *Comparación entre los Índices ICARHS e ICA-NSF en la calidad de agua para consumo humano en la Comunidad Huisapata- Ocoruro- Espinar-Cusco 2021.* Online. Universidad Cesar Vallejo, 2021. Available from: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. PACORI, K. *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca-Sicuani- Canchis- Cusco.* Online. Universidad Nacional del Altiplano, 2018. Available from: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9228>
18. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Agua. Online. 2019. [Accessed 4 July 2022]. Available from: https://19january2021snapshot.epa.gov/espanol/agua_.html
19. Ministerio del Ambiente. Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338. Online. 23 March 2009. [Accessed 4 July 2022]. Available from: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N.-29338.pdf>
20. GUTIERREZ, M. *Dureza En Aguas De Consumo Humano Y Uso Industrial, Impactos Y Medidas De Mitigación. Estudio De Caso: Chile.* Online. Universidad de Chile, 2006. Available from: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf
21. Dirección General de Salud Ambiental (Ministerio de Salud). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.* Online. Lima, 2010. ISBN 978-0-9557053-9-7.
22. CUSICHE, L.; ESPINOZA, C.; ESPINOZA, G. Determinación de metales pesados en agua para consumo humano de la ciudad de Junín. Online. 2021. 18(1), pp. 51–56. DOI 10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2021.18.1416.

23. BAEZA, E(. Calidad del Agua Final. In : Online. Santiago, 2016. p. 1–11. Available from: [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad del Agua Final.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf)
24. LONDOÑO, O. Caracterización de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del sistema para producir agua desionizada tipo II, en una industria cosmética. Online. 2013. P. 1–16. Available from: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10961/CARACTERI...pdf;jsessionid=BF8AB54DE702B8A37A22D860B175D898?sequence=1>ona. Se evaluaron los siguientes parámetros en f
25. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Guías para la calidad del agua potable. Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad - OMS*. Online. Ginebra, 1998. ISBN 92 4 354503 5. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41985/9243545035-spa.pdf>
26. CASTILLA, C. Influencia de parámetros físicos y químicos en el agua superficial. In : Online. Madrid : Revista del Colegio Oficial de Biólogos de la comunidad de Madrid, 2015. p. 3. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41985/9243545035-spa.pdf>Descripción de parametros fisico - químicos
27. BROUGHTON, L. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua, Sub-Sector Minería.. 1994. P. 58.
28. Induanalisis. Turbidez. Online. [Accessed 12 July 2022]. Available from: https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/turbidez_28
29. Environmental Protection Agency (EPA). pH. Online. 24 March 2022. [Accessed 6 July 2022]. Available from: <https://www.epa.gov/caddis-vol2/ph>
30. Autoridad Nacional del Agua de Perú; Ministerio de Agricultura y Riego. *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA-PE)*. Online. Lima, 2018. Available from: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf
31. Environmental Protection Agency (EPA). *Oxígeno Disuelto*. Online. 2021. [Accessed 6 July 2022]. Available from: <https://www.epa.gov/caddis-vol2/dissolved-oxygen>
32. 3M. Coliformes | 3M Perú. Online. [Accessed 8 October 2022]. Available from: https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/food-safety-la/biblioteca-de-documentos/microorganismos/coliformes/
33. REYES, Y.; VERGARA, I.; TORRES, O.; GONZALES, E.; DIAZ-LAGOS, O. Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista de Ingeniería Investigación y Desarrollo*. Online. 2016. Vol. 16, no.

- 1, p. 66–77. DOI 10.1007/BF02796157.
34. CEGARRA, J. *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Online. Diaz de Sa. Barcelona, 2004. ISBN 84-7978-624-8. Available from: <https://www.freelibros.me/metodologia-de-la-investigacion/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-y-tecnologica-jose-cegarra-sanchez>
35. ESPINOZA, C. *Metodología de investigación tecnológica*. Online. 2014. ISBN 9786120016671. Available from: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1146/mit1.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1148>
36. HUAIRE, E. Método de investigación Edson J. Huairé. Online. 2019. Available from: <https://www.aacademica.org/edson.jorge.huairé.inacio/35.pdf>
37. GÓMEZ, M.; DANGLLOT, C.; VELÁSQUEZ, L. Bases para la revisión crítica de artículos médicos. *Rev. Mex Pediatría*. Online. 2001. Vol. 68, no. 4, p. 152–159. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2001/sp014g.pdf>
38. Organización de las Naciones Unidas. Calidad del agua | Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005-2015. Online. February 2005. [Accessed 30 August 2022]. Available from: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
39. Ambientum. Bacterias - Enciclopedia Medioambiental - Ambientum. Online. [Accessed 30 August 2022]. Available from: https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/bacterias.asp

Anexos

Anexo 1

Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema General ¿Cómo es la calidad de Agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo son los parámetros microbiológicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco?</p> <p>¿Cómo son los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco?</p> <p>¿Cómo son los parámetros Inorgánicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco?</p>	<p>Objetivo General Evaluar la calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.</p> <p>Objetivos específicos Determinar los parámetros microbiológicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.</p> <p>Determinar los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.</p> <p>Determinar los parámetros inorgánicos de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.</p>	<p>Hipótesis General La calidad de agua para consumo humano no es apta en el manantial Estange del sector de Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco.</p> <p>Hipótesis específicas La calidad de agua de los parámetros microbiológicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco</p> <p>La calidad de agua de los parámetros fisicoquímicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco</p> <p>La calidad de agua de los parámetros inorgánicos no es apta para el consumo humano en el manantial Estange del sector Patawasi del distrito de Checacupe, Cusco</p>	<p>Variables dependientes Calidad de Agua</p> <p>Variables Independiente Bacteria.</p>	<p>Tipo de investigación: Básico</p> <p>Nivel de investigación Nivel II (Descriptivo)</p> <p>Diseño de investigación No Experimental</p> <p>Población Agua de Manantial Estange</p> <p>Muestra 2 puntos de muestreo en el manantial Estange</p> <p>Técnica de Recolección Fichas de observación, Análisis de laboratorio</p> <p>Técnicas de Procesamiento Excel.</p>

Anexo 2
Cadena de Custodia



Laboratorio Luis Pasteur S.R.L.

Urb. Velasco Astete D-18-B Wanchaq
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratorioluispasteur@yahoo.es
www.labioluispasteur.pe

CADENA DE CUSTODIA

Datos del cliente (A nombre de quien debe salir los resultados): Fidel Johan Palomino Quispe
Razón social: _____ RUC: _____
Dirección: Sector Patawasi (Manantial Estanque) - Dist. Chacabuco - Cusco Teléfono: _____
Contacto: cel: 930 942908
Muestreo realizado por: Personal del laboratorio Cliente
Fecha de toma de muestreo: 11-08-2022 (*) Cotización N° 102-02-2022 SO: 0786-2022

Nro.	HORA	NOMBRE DE LA MUESTRA	MATRIZ	UBICACION	ANALISIS DE LABORATORIO
<u>01</u>		<u>Estanque 01</u>	<u>AM</u>	<u>Long - 71° 27' 19.1"</u> <u>Lat - 14° 04' 04.0"</u> <u>Manantial Estanque - Sector</u> <u>Patawasi - Chacabuco - Cusco</u>	
<u>02</u>		<u>Estanque 02</u>	<u>AM</u>	<u>Long - 71° 27' 18.6"</u> <u>Lat - 14° 04' 03.6"</u> <u>Manantial Estanque - Sector</u> <u>Patawasi - Chacabuco - Cusco</u>	

OBSERVACIONES EN EL MUESTREO:

PARAMETROS IN SITU:

DATOS ADICIONALES:

Tests de Evaluación de Calidad de Agua para consumo humano en el
manantial Estanque del sector Patawasi, Chacabuco - Cusco 2022

NOMBRE DEL MUESTREO:

Condiciones de Traslado y Preservación de muestras a responsabilidad del muestreador hasta su ingreso al laboratorio. (Llenado en el laboratorio)	
Temperatura ambiente	SI () NO (X)
Refrigerado (Entre 0 - 4°C alimentos y ≤ 6°C aguas)	SI (X) NO ()
Temperatura de Ingreso a Laboratorio	
Condición de Recepción de la Muestra (Para uso del laboratorio marcar con una (x))	
En buen estado/cantidad adecuada	SI (X) NO ()
Recipiente apropiado	SI (X) NO ()
Preservadas	SI () NO (X)
	H ₂ SO ₄ c ()
	H ₂ SO ₄ 1:1 ()
	HCL 1:1 ()
	Tiosulfato 3% ()
	Tiosulfato 10% ()
Dentro del tiempo de conservación	SI (X) NO ()

Nombre y apellido del cliente que entrega la muestra: Fidel Johan Palomino Quispe Firma: [Firma]
Fecha y hora de entrega: _____
Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Fidel Johan Palomino Quispe Firma: [Firma]
Fecha y hora de muestreo: _____
Personal que Recepciona las muestras: Claudia N. Salazar Vargas
Fecha y hora de recepcion: 2022/08/11 18:30

(*) De existir una cotización aprobada, deben consignar el número de cotización.

LLP-MP14-F04 VER12 AGOSTO 2021

MATRIZ:

ALIMENTOS PREPARADOS = AP
AGUAS SUPERFICIALES = AS
ALIMENTOS COCIDOS DE RECONSTITUCION INSTANTANEA = ACRI

CEREALES Y DERIVADOS = CD
AGUA DE MANANTIAL = AM
ENRIQUECIDO LACTEO = EL

LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS = LPL
AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL = ARI
MEZCLA FORTIFICADA = MF

AGUA POTABLE = AG
BECOCINOS = B
CEREALES Y MENESTRAS = CM

AGUA RESIDUAL = AR

Anexo 3

Resultados de ensayo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-042



Registro N° LE - 042

INFORME DE ENSAYO LLP-2733-2022 SO-0786-2022

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Fidel Yohan Palomino Quispe
Dirección Legal: Sector Patawasi (Manantial Estanye) Distrito de Checacupe – Canchis.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Agua de manantial
Matriz microbiológico: Agua de manantial
Fecha de Ingreso de Muestra: 2022/08/11
Fecha de Ensayo: 2022/08/11
Nro Cotización: 102-07-2022

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Fidel Yohan Palomino Quispe
Fecha de Muestreo: 2022/08/11
Hora de toma de muestra: 12:40
Procedencia de la Muestra: Estanque 01 – Manantial Estanye – Sector Patawasi – Checacupe – Canchis – Cusco – Coordenadas: Long. 71°27'19.1" Lat. -14°04'04.0".
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 frasco de polietileno estéril de 250 ml, 02 frascos de polietileno de 1L y 04 frascos de polietileno de 100ml, transportado en cadena de frío.
Proyecto: "Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estanye del sector de Patawasi, Checacupe – Canchis – Cusco 2022".

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2022/08/16

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Totales	NMP/100ml	33
Coliformes Fécenes	NMP/100ml	<1,8

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
pH (*)	Unidades de pH	7,72
Temperatura (*)	°C	21,6
Turbiedad(*)	NTU	1,75
Conductividad(*)	us/cm	933,1
Dureza total (*)	mgCaCO ₃ /L	677,56
Sólidos totales disueltos (*)	ppm	484,50
DBO ₅ (*)	DBO ₅ mg/L	8,01
Oxígeno Disuelto (*)	OD mg/L	5,72

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencias:

Coliformes Fécenes (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B-1, 23rd (2017)
Coliformes Totales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd (2017)
pH SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. (2017)
Turbidez 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part 2130 Turbidity - B. Nephelometric Method Pág. 2-13 23rd EDITION, Part 2340 Hardness C. EDTA Titrimetric Method Pág. 2-44
Dureza 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part 2340 Hardness C. EDTA Titrimetric Method Pág. 2-44
Conductividad 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part 2510 Conductivity (Part 2510 - B. Laboratory Method Pág. 2-54
Sólidos totales disueltos 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part 2540B Total Dissolved Solids Determined at 180°C Pág. 2-65
Oxígeno disuelto 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part 4500-OD Dissolved oxygen - DPD (Isometric Method) Pág. 4-69
Temperatura 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part 2550 Temperature B. Laboratory and Field Methods Pág. 2-68
Demanda Biológica (DBO₅) 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part 5210 B, 23rd Ed. (2017)

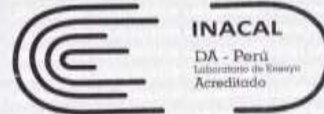
C. B. P. 4917
DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

LLP-MP17-F02 VER 10 MAYO 2021
Urb. Velasco Astete D-18-B Wanchaq - Cusco Telefax: 084-234727 - Cel. 975713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es www.lablouispasteur.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-042



Registro N°LE - 042

INFORME DE ENSAYO
LLP-2734-2022
SO-0786-2022

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Fidel Yohan Palomino Quispe
Dirección Legal: Sector Patawasi (Manantial Estanye) Distrito de Checacupe – Canchis.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Agua de manantial
Matriz microbiológica: Agua de manantial
Fecha de ingreso de Muestra: 2022/08/11
Fecha de Ensayo: 2022/08/11
Nro Cotización: 102-07-2022

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Fidel Yohan Palomino Quispe
Fecha de Muestreo: 2022/08/11
Hora de toma de muestra: 12:50
Procedencia de la Muestra: Estanque 02 – Manantial Estanye – Sector Patawasi – Checacupe – Canchis – Cusco – Coordenadas: Long. 71°27'18,6" Lat. -14°04'03,6".
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 frasco de polietileno estéril de 250 ml, 02 frascos de polietileno de 1L y 04 frascos de polietileno de 100ml, transportado en cadena de frío.
Proyecto: "Evaluación de calidad de agua para consumo humano en el manantial Estanye del sector de Patawasi, Checacupe – Canchis – Cusco 2022".

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2022/08/16

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Totales	NMP/100ml	33
Coliformes Fécenes	NMP/100ml	<1,8

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
pH (*)	Unidades de pH	7,62
Temperatura (*)	°C	21,6
Turbiedad(*)	NTU	1,83
Conductividad(*)	us/cm	938,5
Dureza total (*)	mgCaCO ₃ /L	703,70
Sólidos totales disueltos (*)	ppm	584,10
DBO ₅ (*)	DBO ₅ mg/L	4,54
Oxígeno Disuelto (*)	OD mg/L	6

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA.

Métodos de Referencias:

Coliformes Fecales (FMP) SM9000 APHA-AWWA-WFP Part. 9221 B-1, 23rd (2017)
Coliformes Totales (TMC) SM9000 APHA-AWWA-WFP Part. 9221 B, 23rd (2017)
pH SM9000 APHA-AWWA-WFP Part. 4500-H+ B, 23rd Ed. (2017)
Turbidez 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part. 2130 Turbidity, B. Nephelometry Method, 2-13 23rd Edition, Part. 2340 Hardness C. EDTA Titrimetric Method, 2-44
Dureza 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part. 2340 Hardness C. EDTA Titrimetric Method, 2-44
Conductividad 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Conductivity Part. 2510, B. Laboratory Method, 2-44
Sólidos totales disueltos 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part. 2540B Total Dissolved Solids Dried at 180°C, 2-46
Oxígeno disuelto 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part. 4500-DO Dissolved Oxygen - DOB, 2-46
Temperatura 2017 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 23rd EDITION, Part. 2500 Temperature B. Laboratory and Field Methods, 2-46
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) SM9000 APHA-AWWA-WFP Part. 5210 B, 23rd Ed. (2017)

C. B. P. 4917
DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

LLP-MP17-F02 VER 10 MAYO 2021

Urb. Velasco Astete D-18-B Wanchaq - Cusco Telefax: 084-234727 - Cel. 975713500 - 974787151
laboratorioulouispasteur@yahoo.es www.lablouispasteur.pe

Nº de Referencia:	A-22/096872	Tipo Muestra:	Agua de Manantial/Pozo
Descripción(¶):	ESTANQUE 01	Fecha Fin:	22/08/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Uncert	CMA
Aniones -				
Cianuro Total	< 0,0008	mg/L	-	
Cloratos	< 0,05	mg/L	-	
Fluoruros	0,29	mg/L	+0,037	
Nitritos	1,87	mg/L NO3	+0,2240	
Nitros	< 0,0250	mg/L NO2	-	
Metales Totales				
Aluminio Total	< 0,002	mg/L	-	
Antimonio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Arsénico Total	0,00518	mg/L	+0,00067	
Bario Total	0,0132	mg/L	+0,0018	
Berilio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
Boro Total	0,117	mg/L	+0,0222	
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Calcio Total	241	mg/L	+33,7	
Cerio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Cobalto Total	< 0,00003	mg/L	-	
Cobre Total	< 0,0003	mg/L	-	
Cromo Total	< 0,001	mg/L	-	
Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
Estroncio Total	2,4517	mg/L	+0,41679	
Fósforo Total	< 0,008	mg/L	-	
Hierro Total	0,0447	mg/L	+0,00447	
Litio Total	0,0541	mg/L	+0,00595	
Magnesio Total	41,7	mg/L	+2,084	
Manganeso Total	0,00056	mg/L	+0,00007	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00285	mg/L	+0,00048	
Níquel Total	< 0,0009	mg/L	-	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	< 0,00006	mg/L	-	
Potasio Total	2,3	mg/L	+0,300	
Selenio Total	< 0,00004	mg/L	-	
Sodio Total	24	mg/L	+3,56	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Teluro Total	< 0,001	mg/L	-	
Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00130	mg/L	+0,00022	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	

Nº de Referencia:	A-22/096873	Tipo Muestra:	Agua de Manantial/Pom
Descripción (*):	ESTANQUE 01	Fecha Fin:	22/09/2022

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Metales Totales				
Pb Total	< 0,001	mg/L	-	-

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LQ). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura de 2, para un nivel de confianza aproximado del 95%.

[1] Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-503 emitida por IAS.

[*] Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-IA.

Nº de Referencia:	A-22/096873	Tipo Muestra:	Agua de Manantial/Pozo
Descripción (*):	ESTANQUE 02	Fecha Fin:	22/08/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Aniones -				
Cianuro Total	< 0,0008	mg/L	-	
Cloratos	< 0,05	mg/L	-	
Fluoruros	0,29	mg/L	±0,037	
Nitratos	2,10	mg/L NO3	±0,2524	
Nitritos	< 0,0250	mg/L NO2	-	
Metales Totales				
Aluminio Total	< 0,002	mg/L	-	
Antimonio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Arsénico Total	0,00559	mg/L	±0,00072 7	
Bario Total	0,0143	mg/L	±0,0020	
Berilio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
Boro Total	0,092	mg/L	±0,0175	
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Calcio Total	250	mg/L	±35,0	
Cerio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Cobalto Total	< 0,00003	mg/L	-	
Cobre Total	< 0,0003	mg/L	-	
Cromo Total	< 0,001	mg/L	-	
Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
Estroncio Total	2,3907	mg/L	±0,40642 3	
Fósforo Total	< 0,008	mg/L	-	
Hierro Total	< 0,0300	mg/L	-	
Litio Total	0,0553	mg/L	±0,00608	
Magnesio Total	41,3	mg/L	±2,066	
Manganeso Total	< 0,00006	mg/L	-	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00292	mg/L	±0,00049 7	
Níquel Total	< 0,0009	mg/L	-	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	< 0,00006	mg/L	-	
Potasio Total	2,4	mg/L	±0,314	
Selenio Total	< 0,00004	mg/L	-	
Sodio Total	24	mg/L	±3,55	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Teluro Total	< 0,001	mg/L	-	
Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00132	mg/L	±0,00022 4	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	

Nº de Referencia: Descripción(*)	A-22/00673 ESTANQUE 02	Tipo Muestra: Fecha Rec.	Agua de Marantón/Pom. 22/08/2022
-------------------------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------------------------

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert.	CMA
Metales Totales				
Pb:Total	<0,002	mg/l	-	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Resultado en placa estimado. Los incertidumbres de los parámetros acreditados están calculados y a disposición del cliente. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(1) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL 502 emitida por IAS.

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

Anexo 4
Panel fotográfico



Figura 36. Estado actual del manantial Estange 2



Figura 37. Aparición de algas en agua proveniente de la línea de conducción hacia el reservorio

Estange 1



Figura 38. Punto de muestreo del manantial Estange 1



Figura 39. Recolección de muestra en el manantial Estange 1



Figura 40. Llenado de cadena de custodia



Figura 41. Localización con GPS del manantial Estange 1



Figura 42. Etiquetado de muestra

Estange 2



Figura 43. Ubicación del punto de muestreo del manantial Estange 2



Figura 44. Localización con GPS en el punto de muestreo del manantial Estange 2

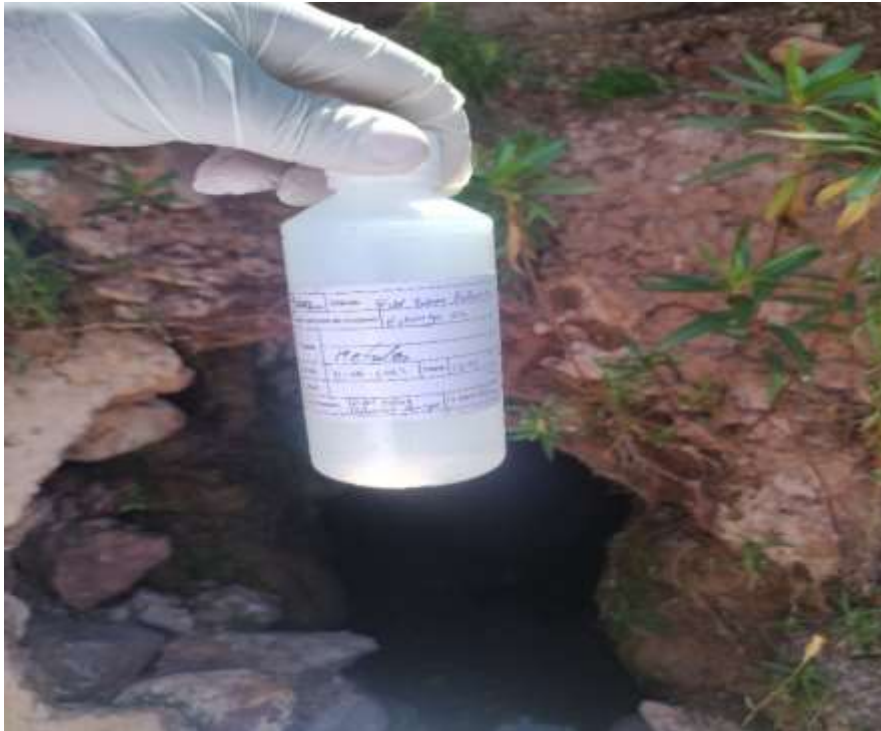


Figura 45. Etiquetado de muestra en el punto 2

Actividad de muestreo



Figura 46. Monitoreo en el manantial Estange



Figura 47. Vista de muestras microbiológicas, inorgánicas y fisicoquímicas



Figura 48. Instrumentos de recolección de datos