

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS:

**Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de
la comunidad de Yuraccyacu distrito de Cangallo, provincia de
Cangallo**

Para optar el título profesional de:

INGENIERA QUÍMICA

PRESENTADO POR:

Bach. Melania Ruth BERMUDO CORONADO

ASESORA:

M.C. Gloria Inés BARBOZA PALOMINO

COASESOR:

Mtro. Alfredo TORRES GARAY

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis padres, gracias a su esfuerzo y dedicación, he podido llegar a esta etapa de mi vida con constante apoyo, sacrificio y amor incondicional han sido la base sobre la cual he construido mis logros.

A mi hermana, siempre me ha motivado a avanzar, incluso en los momentos más difíciles, y ha sido mi inspiración para seguir creciendo.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por darme la oportunidad de crecer y desarrollarme profesionalmente en un entorno académico de excelencia. A la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, y especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Química, por su compromiso con la formación de sus estudiantes, agradezco a todos los docentes que, con su dedicación y sabiduría, han sido fundamentales en mi desarrollo académico y profesional.

A mi asesora, M.C. Gloria Inés Barboza Palomino y a mi coasesor, Mtro. Alfredo Torres Garay, por su guía y apoyo durante el desarrollo de mi proyecto de tesis. Su disposición constante para escucharme, ofrecer valiosos consejos y compartir su vasta experiencia fue fundamental para superar los desafíos que encontré en el camino. Siempre estaré agradecido por su dedicación y compromiso con mi formación académica. Sus palabras de aliento y sabiduría no solo me motivaron a perseverar, sino que también me enseñaron la importancia de la resiliencia y el esfuerzo constante.

RESUMEN

El estudio de investigación tuvo como propósito evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu, distrito de Cangallo, provincia de Cangallo. El nivel de investigación es descriptivo y no experimental, durante la investigación se realizó la toma de 06 muestras de las aguas del manantial Yuraccyacu, 03 muestras en temporada de lluvia y 03 muestras en temporada de tránsito a estiaje, se determinó los valores de los parámetros in situ (pH, conductividad y temperatura), los análisis de los parámetros químicos y microbiológicos se realizaron en un laboratorio acreditado, mientras la dureza total y sólidos totales disueltos se determinaron en el laboratorio de la UNSCH.

La fuente de agua que abastece a la comunidad de Yuraccyacu no satisface en gran medida los estándares de calidad establecidos. Durante la temporada de lluvias, se registran niveles elevados de los parámetros fisicoquímicos como la turbiedad, aluminio, hierro, arsénico, plomo y microorganismos como coliformes totales, coliformes fecales y organismos de vida libre. En la época de tránsito a estiaje, la mayoría de los parámetros de calidad se encuentran dentro de los límites permitidos, aunque persisten problemas con la turbiedad, el aluminio, el hierro y los organismos de vida libre, que superan los niveles establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. La correlación de Pearson con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos están altamente relacionados con el caudal y la turbiedad del agua de consumo humano.

Palabra clave: Calidad, agua de consumo, parámetros de calidad.

ABSTRACT

The purpose of this research study was to determine the physical, chemical and microbiological quality of drinking water in the community of Yuraccyacu, Cangallo district, Cangallo province. The level of research is descriptive and not experimental. During the research, 06 samples of water from the Yuraccyacu spring were taken, 03 samples during the rainy season and 03 samples during the dry season. The values of the parameters in situ (pH, conductivity and temperature) were determined. The analysis of the chemical and microbiological parameters was carried out in an accredited laboratory, while the total hardness and total dissolved solids were analyzed in the UNSCH laboratory.

The water source that supplies the community of Yuraccyacu does not largely meet the established quality standards. During the rainy season, high levels of physicochemical parameters such as turbidity, aluminum, iron, arsenic, lead and microorganisms such as total coliforms, fecal coliforms and free-living organisms are recorded. During the dry season, most of the quality parameters are within the permitted limits, although problems persist with turbidity, aluminum, iron and free-living organisms, which exceed the levels established by the Regulation of Water Quality for Human Consumption, according to Supreme Decree N° 031-2010-SA. The Pearson correlation with the physical, chemical and microbiological parameters are highly related to the flow rate and turbidity of water for human consumption.

Keyword: Quality, drinking water, quality parameters.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVO.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. LIMITACIONES.....	4
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	6
2.1.3. Antecedentes Locales.....	8
2.2. AGUA SUBTERRÁNEA.....	10
2.3. CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO.....	10
2.4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICAS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO.....	10
2.4.1. Parámetros Físicos.....	10
2.4.2. Parámetros Químicos.....	11
2.4.3. Parámetros Microbiológicos.....	14
2.5. MARCO LEGAL.....	16
2.5.1. Ley N° 26842, Ley General de Salud.....	16
2.5.2. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N°031- 2010.....	16
2.5.3. Protocolo N° 160-2015/DIGESA/SA.....	18
2.6. PRUEBAS ESTADÍSTICAS.....	19
2.6.1. Análisis Descriptivo.....	19
2.6.2. Pruebas de Normalidad.....	20

2.6.3. Pruebas Paramétricas	20
2.6.4. Análisis de Correlación	20
CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES	21
3.1. HIPÓTESIS.....	21
3.1.1. Hipótesis General	21
3.1.2. Hipótesis Específico.....	21
3.2. VARIABLES E INDICADORES	22
3.2.1. Variable de Interés.....	22
3.2.2. Variables de Caracterización	22
CAPÍTULO IV MATERIAL Y MÉTODOS	23
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	23
4.1.1. Fuente de Agua de Consumo Manantial de Yuraccyacu.....	25
4.2. DISEÑO METODOLÓGICO.....	26
4.2.1. Tipo de Investigación	26
4.2.2. Nivel de Investigación	26
4.2.3. Diseño de la Investigación	26
4.3. POBLACIÓN.....	27
4.4. MUESTRA.....	27
4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	27
4.5.1. Para la Toma de Muestra del Agua.....	27
4.5.2. Para los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos	27
4.5.3. Para el Análisis Químico y Microbiológico.....	33
CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIONES	34
5.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL MANANTIAL YURACCYACU	34
5.1.1. Parámetros Físicos	34
5.1.2. Parámetros Químicos	38
5.1.3. Parámetros Microbiológicos.....	47
5.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL MANANTIAL DE YURACCYACU	53
5.2.1. Análisis Estadísticos de los Parámetros Físicos de las Muestras.....	53
5.2.2. Análisis Estadísticos de los Parámetros Químicos de las Muestras.....	60
5.2.3. Análisis Estadísticos de los Parámetros Microbiológicos de las Muestras	71
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	82
APÉNDICE.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parámetros organolépticos.....	17
Tabla 2	Parámetros microbiológicos	17
Tabla 3	Parámetros químicos.....	18
Tabla 4	Parámetros físicos del manantial de Yuraccyacu.....	34
Tabla 5	Parámetros químicos del manantial de Yuraccyacu	39
Tabla 6	Otros parámetros químicos con concentración a considerar	48
Tabla 7	Parámetros microbiológicos del manantial de Yuraccyacu	49
Tabla 8	Estadística descriptiva de los parámetros físicos.....	54
Tabla 9	Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de los parámetros físicos.....	55
Tabla 10	Prueba paramétrica de ANOVA para los parámetros físicos.....	56
Tabla 11	Grado de correlación de Pearson	57
Tabla 12	Matriz de correlación de Pearson de los parámetros físicos	58
Tabla 13	Estadística descriptiva de los parámetros químicos.....	61
Tabla 14	Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de los parámetros químicos.....	63
Tabla 15	Prueba paramétrica de ANOVA para los parámetros químicos	64
Tabla 16	Matriz de correlación de Pearson de los parámetros químicos	65
Tabla 17	Estadística descriptiva de los parámetros microbiológicos	72
Tabla 18	Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) de los parámetros microbiológicos	74
Tabla 19	Prueba Paramétrica de ANOVA para los parámetros microbiológicos.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la ciudad de Cangallo - Yuraccyacu	24
Figura 2 Ubicación de la comunidad de Yuraccyacu	24
Figura 3 Ubicación del manantial de Yuraccyacu	25
Figura 4 Ubicación del reservorio de captación	26
Figura 5 Muestras de agua de la zona de captación del manantial de Yuraccyacu	28
Figura 6 Medición in situ	28
Figura 7 Determinación de sólidos totales disueltos	30
Figura 8 Muestras de agua para la determinación de la dureza total antes de la titulación	32
Figura 9 Muestras de agua para la determinación de la dureza total después de la titulación	32
Figura 10 Parámetros físicos del manantial Yuraccyacu	35
Figura 11 Turbiedad del manantial de Yuraccyacu por temporada	36
Figura 12 Conductividad del manantial de Yuraccyacu por temporada	37
Figura 13 Sólidos totales disueltos del manantial de Yuraccyacu por temporada	38
Figura 14 Dureza del manantial de Yuraccyacu por temporada	40
Figura 15 pH del manantial de Yuraccyacu	41
Figura 16 Resultados de los metales del manantial de Yuraccyacu por temporada	42
Figura 17 Arsénico en el manantial de Yuraccyacu por temporada	43
Figura 18 Plomo en el manantial de Yuraccyacu por temporada	44
Figura 19 Hierro en el manantial de Yuraccyacu por temporada	45
Figura 20 Aluminio en el manantial de Yuraccyacu por temporada	46
Figura 21 Bacterias Coliformes Totales en el manantial de Yuraccyacu por temporada	51
Figura 22 Bacterias Coliformes Termotolerable en el manantial de Yuraccyacu por temporada	52
Figura 23 Organismo de vida libre en el manantial de Yuraccyacu por temporada	53

ÍNDICE DE APÉNDICE

Apéndice A	Proceso de toma de muestra	85
Apéndice B	Ensayos realizados en el laboratorio	93
Apéndice B1	Preparación de soluciones para determinación de Dureza Total	93
Apéndice B2	Determinación de Sólidos Totales Disueltos (TDS)	101
Apéndice C	Cadena de custodia	105
Apéndice D	Resultados de laboratorio	106
Apéndice E	Referencia de métodos de ensayo	132
Apéndice F	Resolución N° 2115 – 2007	133
Apéndice G	Programa del análisis estadístico.....	134

INTRODUCCIÓN

En muchas comunidades, por el crecimiento poblacional se da uso a aguas de manantiales para cubrir necesidades domésticas, agrícolas y de consumo humano; No se cuenta con información si estas aguas son adecuadas para el consumo humano porque están expuestas a la contaminación natural y antropogénica, impactando principalmente en la salud de los usuarios.

La presente investigación se centra en evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano en la comunidad de Yuraccyacu, ubicada en el distrito y provincia de Cangallo, una zona donde no existen antecedentes de estudios sobre el manantial local. Este trabajo resulta fundamental para contribuir al bienestar de la población, generando datos que ayudarán a determinar si el agua cumple con los estándares de calidad establecidos, para implementar medidas de protección si fuera necesario. El objetivo principal es evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de esta comunidad, proporcionando información para garantizar la seguridad de los recursos hídricos utilizados.

Actualmente, la población de Yuraccyacu desconoce si el agua de su manantial es segura, aunque enfrenta problemas de contaminación que incluyen tanto aspectos fisicoquímicos como microbiológicos. Los resultados de parámetros físicos en su mayoría cumplen con los parámetros establecidos en el Decreto Supremo, a excepción de la turbiedad que excede el límite máximo permisible en la época de lluvias y tránsito a estiaje. En cuanto a la calidad química, los resultados de los análisis arrojan la presencia de metales pesados (plomo y arsénico) que superan los límites máximos permisibles en la época de lluvias, mientras que el aluminio y el hierro, exceden los límites permisibles en ambas temporadas.

Los análisis microbiológicos muestran la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes que sobrepasan los límites máximos durante la temporada de lluvias. Sin embargo, la presencia de organismos de vida libre permanece elevada en ambas estaciones. Esta investigación, al proporcionar información detallada sobre la calidad del agua en Yuraccyacu, tiene el potencial de ser una herramienta clave para orientar futuras políticas de gestión y protección de los recursos hídricos en la región, promoviendo un acceso seguro al agua y mejorando las condiciones de salud de la población.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La problemática del agua de consumo humano es un tema crucial en la actualidad, con implicaciones significativas para la salud humana, el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

En algunas comunidades se practica la extracción del agua de manantial con el propósito de satisfacer las necesidades domésticas y el consumo humano. El incremento de la demanda de este recurso se ha producido como resultado de la intensificación de la agricultura y el crecimiento de la población en estas comunidades. Lamentablemente, una gran parte de la población de las comunidades rurales desconoce si el agua proveniente de estos manantiales es adecuada o no para el consumo humano. Además, es importante destacar que muchos de estos manantiales se ven afectados por problemas de contaminación fisicoquímica y microbiológica, lo cual tiene un impacto negativo en la salud de las personas y en el deterioro del entorno ambiental y así mismo estas comunidades consumen agua entubada sin previo tratamiento, a pesar de estar sometida a controles, persiste la presencia de metales y contaminantes microbiológicos que exceden los límites máximos permitidos. Esta situación refleja similitudes en investigaciones realizadas en otras comunidades.

Torres (2023) determinó que las concentraciones de aluminio oscilaron entre 0,6632 mg/L y 0,6875 mg/L y el hierro entre 0,4302 mg/L a 0,4513 mg/L, mientras en coliformes termotolerables entre 42 a 44 NMP/100 mL, escherichia coli entre 20 a 27 NMP/100 mL y organismos de vida libre entre 4,02 a 4,50 N° org/L supero los límites máximos

admitidos concluyendo que hace falta una adecuada desinfección de las aguas provenientes del manantial Ccarccar Puquio, en la provincia de Huanta y departamento de Ayacucho, a fin de garantizar su calidad y prevenir factores de riesgo en la salud.

Zelada y Mejía (2019) encontró 6,8 NMP/100 mL elevado para coliformes totales, 4 NMP/100 mL para coliformes fecales y 2 NMP/100 mL para eschirichia coli no reúne las condiciones microbiológicas para ser considerada apta para el consumo humano en el centro poblado de Pacharina provincia de Jaen departamento de Cajamarca.

Brousett et al. (2018) observó que la concentración de aluminio en el agua superficial supera en 0,065 mg/L los límites establecidos. En cuanto a las aguas subterráneas, encontró un exceso de boro de 0,025 mg/L. Además, se identificaron niveles elevados de coliformes totales durante las épocas de lluvia, alcanzando 11866,6 UFC/100 mL. El agua que abastece al poblado de Chullunquiani en la Provincia de Huancane en el departamento de Puno no cumple con las normativas microbiológicas.

La contaminación del agua con metales, y alta presencia de parámetros microbiológicos, representa un grave desafío medioambiental, ya que estos metales son altamente tóxicos y tienen la capacidad de acumularse en los seres vivos. Los microorganismos presentes, como bacterias, virus y otros patógenos, no solo afectan la calidad del agua, sino que también generan diversos riesgos para la salud humana, provocando una serie de enfermedades que pueden tener consecuencias perjudiciales.

Por estas razones, se originó la iniciativa de investigación titulada “Calidad fisicoquímica y microbiológica de agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu, distrito de Cangallo, provincia de Cangallo”, cuyo propósito fue realizar caracterización de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para ver si cumplen los límites máximos permisibles de la normativa peruana referida al agua de consumo e identificar algunas especies químicas y microbiológicas que podrían estar por encima de estos límites y ver su efecto en la salud humana.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu, distrito de Cangallo, provincia de Cangallo?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu en temporada de lluvia y tránsito a estiaje?
- ¿Cuáles son las propiedades microbiológicas del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu en temporada de lluvia y tránsito a estiaje?
- ¿Los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos determinados cumplirán con lo establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N°031 -2010)?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La investigación aborda una problemática crítica con el agua de consumo en la comunidad de Yuraccyacu, donde la falta de agua segura puede representar un riesgo significativo para la salud de sus habitantes. Busca determinar si el agua de consumo en la comunidad cumple con los estándares establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010). Esto no solo implica un cumplimiento normativo, sino también dar a conocer que parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo superan los límites máximos permisibles del reglamento.

La investigación no solo busca generar conocimiento, sino también aumentar la conciencia dentro de la comunidad sobre la importancia de tener acceso a agua segura y los riesgos asociados con la contaminación del agua. Esto puede motivar la participación activa de los habitantes de Yuraccyacu en la protección y gestión sostenible de su recurso hídrico. Los datos recopilados y analizados en la tesis proporcionarán información valiosa que pueden utilizar las autoridades locales, ONG y otros tipos de investigación relevantes para desarrollar, mejorar acceso al agua de consumo y abordar los problemas de contaminación del agua en la comunidad.

La tesis se justifica como una contribución significativa para abordar una problemática urgente y multifacética que afecta a la salud humana, el medio ambiente y el desarrollo sostenible en la comunidad de Yuraccyacu.

1.4. OBJETIVO

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu, distrito de Cangallo, provincia de Cangallo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua de consumo de la comunidad Yuraccyacu en temporada de lluvia y tránsito a estiaje.
- Determinar los valores de los parámetros microbiológicos del agua de consumo de la comunidad Yuraccyacu en temporada de lluvia y tránsito a estiaje.
- Comparar los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos determinados de la comunidad de Yuraccyacu con los establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010).

1.5. LIMITACIONES

Geográficas, el acceso al ojo del agua del manantial de Yuraccyacu se vio impedido debido a los deslizamientos de tierra y piedras provocadas por el terremoto del 2007. Estos eventos geológicos alteraron significativamente la topografía del área, bloqueando la toma de muestra directamente desde la fuente del manantial. Como resultado de esta limitación, se decidió realizar la toma de muestras en la zona de captación, donde el agua del manantial es recolectada y almacenada, este enfoque asegura la continuidad del estudio, a pesar de las restricciones impuestas por el evento sísmico y sus consecuencias geológicas.

Factores externos, durante la temporada de lluvias las precipitaciones intensas, junto con las actividades de pastoreo en las áreas circundantes, provocaron deslizamientos de tierra que afectarán el flujo del manantial antes de llegar a la zona de captación. Estos eventos naturales y antrópicos ocasionaron la caída de materiales sólidos en el recorrido del manantial, alterando su calidad. Esta situación representa una limitación significativa para la investigación, ya que las condiciones del agua en la zona de captación podrían no reflejar con precisión las características naturales del manantial, que pueden influir en los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, complicando la evaluación y el análisis de los datos obtenidos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Berrocal y Pérez (2021) en la revista, “Determinación de la calidad del agua para consumo humano del asentamiento el Barón, Esparza - Puntarenas”, menciona:

Como objetivo conocer la situación de la calidad del agua en el Asentamiento el Barón en Esparza, Puntarenas. Se realizó análisis físicos y químicos en muestras de agua potable, evaluando los parámetros como olor, sabor, pH, conductividad, cloruros, calcio, magnesio y cadmio mediante absorción atómica. Los resultados mostraron que, en general, el agua cumple con las especificaciones de los parámetros establecidos en el Reglamento para la calidad del Agua Potable N° 38924-S, tanto en el control operativo como en los niveles primero y segundo. Sin embargo, se encontraron concentraciones de cadmio significativamente elevadas, alcanzando $1,68 \pm 0,07$ mg/L, supera del valor máximo admisible de 0,003 mg/L según la normativa. Esta elevada presencia de cadmio puede tener serias implicaciones para la salud a mediano plazo, ya que incluso bajas exposiciones pueden causar daños en los riñones y el hígado, además de aumentar la fragilidad. (p. 33)

Rodríguez et al. (2018) en la revista, “Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina)”, menciona:

Como objetivo identificar indicadores y evaluar la calidad microbiológica del agua para consumo humano en una zona rural, se examinaron dos tipos de fuentes

de agua: subterránea (pozo y perforación) y superficial (laguna). Se determinó la cantidad presuntiva de coliformes totales mediante tubos de caldo MacConkey y confirmación de positivos con caldo brila a 37 °C. La presencia de coliformes fecales y pseudomonas aeruginosa se confirmó mediante medios selectivos con cristal violeta a 37 °C y repique en agar cetrimide a 37 °C. Los pozos mostraron los niveles más altos de contaminación por coliformes fecales, siendo la perforación la fuente de menor riesgo. P. aeruginosa se detectó en todas las fuentes, siendo la laguna la más contaminada. Concluyendo, según el Código Alimentario Argentino, indican que las aguas evaluadas para el consumo humano no son aptas. (p. 09)

Martínez y Goenaga (2017) en su tesis, “Análisis de la calidad de agua para consumo humano en el corregimiento de la peña-atlántico y determinación de riesgo potencial para la salud humana”, menciona:

Como objetivo principal evaluar la calidad del agua para consumo humano en el corregimiento de la Peña Atlántico y determinar el riesgo potencial para la salud humana. Se llevaron a cabo tres campañas de muestreo, obteniendo un total de 24 muestras y analizando 14 parámetros que incluyen aspectos físicos, químicos y microbiológicos como pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbiedad, alcalinidad, dureza total, color, fosfatos, sulfatos, cloruros, nitratos, nitritos, Coliformes Totales y Coliformes Fecales. Se empleó el método estándar para el examen de aguas y aguas residuales para analizar dichos parámetros en laboratorio. Los resultados indicaron contaminación biológica evidenciada por la presencia de Coliformes Totales y Coliformes Fecales, así como niveles elevados de alcalinidad y oxígeno disuelto, superando los límites permitidos según las normativas. Concluyendo que el agua en La Peña Atlántico no es apta para el consumo humano, representando un alto riesgo para la salud. (p. 93)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Guimaraes (2020) en la tesis, “Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Callería – Ucayali, 2020” menciona:

Como objetivo principal evaluar si la calidad del agua que consume el Asentamiento Humano San Isidro es apta para el consumo humano. Se llevó a cabo un estudio descriptivo no experimental de tipo transeccional, recopilando

10 muestras de agua de la salida del reservorio y dos viviendas diferentes. Se examinaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos, incluyendo conductividad, sólidos disueltos totales, turbiedad, pH, temperatura, cloro libre residual, aluminio, cobre, cromo, hierro, manganeso, selenio, arsénico, cadmio, mercurio, plomo, coliformes totales y coliformes termotolerantes. Los resultados se compararon con los límites máximos permisibles establecidos en las normativas de calidad del agua. Se encontró que el cloro residual libre no cumple con el valor del límite máximo permisible por ser menor de 0,5 mg/L, y los coliformes totales y termotolerantes superaban los límites permisibles. Los parámetros químicos cumplían con los límites establecidos. En conclusión, se determina que el agua suministrada por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) San Isidro no cumple con los requisitos del Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, representando un riesgo para la salud de la población y por lo tanto el agua No es Apta para el Consumo Humano. (p. 104)

Morales (2020) en su tesis, “Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata, Centro Poblado Pariamarca – Cajamarca – 2020”, menciona:

Como objetivo general evaluar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata, Centro Poblado Pariamarca – Cajamarca. Se tomaron muestras de tres pozos tubulares ubicados en los terrenos de Jenner Bringas Leiva, Marcial Cusquisiban Villa y Miguel Cachay Santillán, evaluando los parámetros en épocas de lluvia y estiaje. La dureza total varió de 720,4 mg/L a 755 mg/L. Los coliformes totales presentaron concentraciones de 5400 NMP/100 mL en lluvia y 1400 NMP/100 mL en estiaje, mientras que los coliformes termotolerantes tuvieron 2400 NMP/100 mL y 1300 NMP/100 mL, respectivamente. Los metales evaluados, incluyendo Arsénico, Plomo y Cromo, no excedieron los Límites Máximos Permisibles establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA. Se concluye que la calidad del agua subterránea de los tres pozos no es adecuada para el consumo humano. (p. 73)

Brousett et al. (2018) en la revista, "Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno – Perú", menciona:

Como objetivo verificar la calidad físico-químicos y microbiológica de agua para consumo humano, provenientes de cuatro fuentes de abastecimiento (superficial y subterránea) de la población Chullunquiani, Juliaca – Puno, entre julio de 2014 a marzo de 2016. Los parámetros evaluados incluyen pH, conductividad, turbiedad, dureza, sólidos disueltos, sulfatos, cloruros, coliformes totales y 23 metales recomendados por la OMS. Los análisis siguieron los Métodos Normalizados para Análisis de Aguas: APHA, AWWA. Aunque los parámetros físico-químicos estuvieron en rangos aceptables, se observarán excesos de aluminio (0,065 mg/L) en agua superficial y boro (0,025 mg/L) en aguas subterráneas. Además, se detectan niveles elevados de coliformes totales durante épocas de lluvia, alcanzando 11866,6 UFC/100 mL como máximo. Concluyeron que el agua suministrada a Chullunquiani no cumple con normativas microbiológicas, subrayando la necesidad de implementar un programa de monitoreo para garantizar una vigilancia sistemática de las fuentes de abastecimiento y distribución. (p. 48)

2.1.3. Antecedentes Locales

Torres (2023) en su tesis, "Calidad del agua del manantial Ccarccar Puquio, destinado al consumo humano de las Comunidades aledañas del distrito de Huanta, provincia de Huanta - Ayacucho", menciona:

Como objetivo evaluar la calidad del agua del manantial Ccarccar Puquio, destinado al consumo humano de las comunidades aledañas del Distrito de Huanta, Provincia de Huanta - Ayacucho, se llevó a cabo una investigación de tipo básico y longitudinal, que incluyó la toma de muestras del manantial en enero, marzo y mayo de 2021, junto con una encuesta para evaluar el nivel de conocimiento en la población beneficiaria. Los resultados revelaron que la turbiedad del agua, con valores entre 5,12 y 5,56 UNT, excedía el límite permitido. Además, se detectaron coliformes totales entre 50 y 54 NMP/100 mL, coliformes termotolerantes entre 42 y 44 NMP/100 mL, escherichia coli entre 20 y 27 NMP/100 mL, y organismos de vida libre entre 4,02 y 4,50 N° org/L. En cuanto a los parámetros químicos, los niveles de aluminio (0,6632 a 0,6875

mg/L) y hierro (0,4302 a 0,4513 mg/L) también superaron los límites establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA. El estudio sugiere la implementación de un control estricto de estos parámetros para asegurar la calidad del agua de consumo y prevenir riesgos para la salud. (p. 93)

Mendoza (2018) en su tesis, “Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el Centro Poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú”, menciona:

Como objetivo general evaluar la calidad del agua superficial empleada para consumo humano en este centro poblado, a través de algunos indicadores fisicoquímicos, relacionando la gestión del agua y la comprensión del ciclo hidrológico. El monitoreo se realizó en ocho estaciones de muestreo, midiendo in situ temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y pH. En laboratorio se analizaron la demanda química de oxígeno, sólidos totales, fosfatos, nitratos, sulfatos y metales totales mediante técnicas volumétricas, gravimétricas e instrumentales como espectroscopías UV-Visible y de absorción atómica. Los resultados indican que todos los parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos, excepto fosfatos en el puquial (1,51 ppm) y arsénico en el río Caracha (0,13 ppm). Concluyendo que este estudio destaca la falta de monitoreo en las aguas superficiales y la necesidad de coordinación con instancias superiores para abordar los altos niveles de arsénico en el río Caracha. (p. 92)

Palomino (2017) en su tesis, “Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas de consumo humano y de riego del distrito de Luricocha de la provincia de Huanta – Ayacucho 2016 – 2017”, menciona:

Como objetivo general evaluar la calidad de las aguas de consumo humano y de riego en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta – Ayacucho, bajo el marco legal establecido por el D.S. N° 031-2010 MINSA y según el D.S. N° 015-2015 MINAM, La investigación es de tipo básica y descriptiva, y se llevaron a cabo muestreos en 12 comunidades durante las épocas de estiaje y lluvia, obteniendo un total de 48 muestras. Se emplearon diversas técnicas para el análisis microbiológico y fisicoquímico (evaluando parámetros como pH, turbiedad, sólidos totales disueltos, dureza total, color, conductividad, cloro residual, carbonatos y bicarbonatos) de las muestras. Los resultados demuestran que el

100 % de muestras de agua presentan contaminación por coliformes totales y organismos de vida libre, el 87,5 % de muestras presentan coliformes fecales, el 58,3 % de muestras presentan más de 500 UFC/mL de bacterias heterótrofas mesófilas viables, el 33,3 % no cumple para color, el 29,2 % para el caso de turbiedad y el 91,7 % de muestras de agua no presenta cloro residual. Para el agua de riego, los parámetros evaluados cumplieron al 100 % con los LMP establecidos en el D.S. N° 015 – 2015 MINAM. (p. 51)

2.2. AGUA SUBTERRÁNEA

Se refiere a la fracción de agua presente debajo de la superficie terrestre que puede ser capturada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje, o bien, aquella que emerge de manera natural hacia la superficie a través de manantiales o se infiltra hacia los cauces fluviales. (Ordoñez, 2011, p.9)

2.3. CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

Organización Mundial de la Salud, OMS (2018) menciona “La calidad del agua de consumo humano es esencial para la protección de la salud pública. Se refiere a la evaluación y garantía de que el agua destinada al consumo humano cumple con los estándares y requisitos establecidos para prevenir la transmisión de enfermedades y proteger la salud de la población”

2.4. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

2.4.1. Parámetros Físicos

2.4.1.1. Color

Surge de la evaluación de compuestos vegetales o minerales, influenciada por la presencia de materia orgánica en revisión, como la lignina y los taninos. Asimismo, puede estar vinculado a óxidos de hierro, zinc y manganeso, así como a secreciones de organismos vivos, tales como algas verdes o verde-azules. La coloración se asocia con inquietudes relacionadas con la contaminación. (Raffo, 2013, p.111)

2.4.1.2.Olor y Sabor

En el agua, todas las sustancias orgánicas tienen la capacidad de generar aroma y sabor, dependiendo de su concentración. Asimismo, las algas contribuyen a la generación de aroma y sabor en el agua. El uso de cloro actúa como un inhibidor para prevenir la proliferación de las algas. (Raffo, 2013, p.111)

2.4.1.3.Sólidos Totales Disueltos

Es la cantidad total de minerales, sales, metales, cationes o aniones presentes en el agua. En términos generales, la concentración de sólidos disueltos totales corresponde a la suma de los cationes y aniones disueltos. Entre los componentes químicos más habituales se encuentran el calcio, fosfatos, nitratos, sodio, potasio, cloruros, entre otros. (Cava y Ramos, 2016, p.16)

2.4.1.4.Conductividad

Esta indica la concentración de sales solubles en el agua. Estas sales se disuelven en iones con carga positiva y negativa, lo que facilita la conducción de electricidad. Sin embargo, es importante destacar que el beneficio de este parámetro físico no garantiza que los demás parámetros estén elevados por encima de los valores normales, contribuyendo así a mantener la estabilidad general del entorno. (Aguilar y Navarro, 2018, p.40)

2.4.1.5.Turbiedad

La presencia de partículas de materia, como arcillas, limo y tierra finamente dividida, es la causa principal de la turbiedad en el agua destinada al consumo humano. Estas partículas pueden provenir del agua de origen, resultado de un filtrado inadecuado, o surgir debido a la resuspensión de sedimentos en el sistema de distribución. La medición de la turbiedad se efectúa a través de un instrumento llamado turbidímetro o nefelómetro. (Guimaraes, 2022, p.19)

2.4.2. Parámetros Químicos

La OMS (2018) menciona “Las inquietudes vinculadas a la salud relacionadas con los elementos químicos presentes en el agua potable difieren de aquellas asociadas a la contaminación microbiana. Principalmente, surgen debido a la capacidad de estos

compuestos químicos para generar efectos perjudiciales tras exposiciones prolongadas.” (p.7)

2.4.2.1.Dureza Total

La dureza total es la unión de dos concentraciones de iones calcio y magnesio como también de estroncio y bario en forma de carbonatos o bicarbonatos, el contenido de dureza del agua cuando es inferior a 60mg/L como carbonato de calcio se considera blanda, cuando la dureza es mayor a 250 a 350mg/L se considera agua dura. (Aguilar y Navarro, 2018, p.42)

2.4.2.2.pH

En las cuencas hidrográficas que transportan aguas naturales sin intervención humana se encuentra en cierta medida influenciado por la geología de la cuenca y está regido por los equilibrios del dióxido de carbono, bicarbonato y carbonato. En general, el pH en la mayoría de estas aguas fluctúa entre 6,5 y 8,5, considerando factores como la turbulencia y la aireación. (ANA, 2012, p.13)

2.4.2.3.Arsénico

Es un metaloide altamente tóxico que se presenta en aguas naturales en formas de arseniato (AsO_4^{3-}) y arsenito (AsO_3^{3-}). Su origen puede estar vinculado a descargas industriales o al uso de insecticidas, la actividad minera también puede ser una fuente puntual de la presencia de este elemento en las aguas. (ANA, 2012, p.11)

2.4.2.4.Mercurio

Principalmente, la presencia de este mineral en el agua se origina mayormente debido a las acciones humanas, como la minería, con excepción de algunos lugares donde la presencia del mineral se debe a características naturales del entorno. Por lo general, se trata de un elemento escaso en la naturaleza, especialmente en la corteza terrestre. (ANA, 2012, p.11)

2.4.2.5.Plomo

Es un componente significativo presente en la corteza terrestre, distribuido ampliamente en concentraciones bajas en rocas sedimentarias y suelos no contaminados. Su capacidad tóxica para los organismos acuáticos es clara, si bien la magnitud de esta toxicidad varía considerablemente según las características específicas de la calidad del agua y las especies bajo investigación. (ANA, 2012, p.12)

2.4.2.6.Cadmio

Se encuentra de manera natural en su forma sulfurosa y aparece como una impureza en minerales de zinc y plomo. Su presencia en el agua se origina principalmente a partir de las actividades de minería y fundición. (ANA, 2012, p.12)

2.4.2.7.Cromo

La cantidad de cromo presente en los cuerpos de agua natural suele ser mínima. Sin embargo, la actividad minera y los procedimientos industriales pueden generar niveles elevados de este elemento, el cual es perjudicial para la salud humana debido a su toxicidad. (ANA, 2012, p.12)

2.4.2.8.Cobre

Es un componente traza ampliamente distribuido en las cuencas hidrográficas, pero la mayoría de los minerales de cobre son bastante insolubles. Debido a que el cobre se absorbe en fases sólidas, su presencia en aguas naturales es generalmente en concentraciones bajas. La existencia de sulfuros podría hacer que el cobre sea aún menos soluble en entornos anóxicos. La concentración elevada de cobre en aguas superficiales naturales puede atribuirse a la influencia de desechos industriales y/o actividades mineras. (ANA, 2012, p.12)

2.4.2.9.Aluminio

Es uno de los elementos más prevalentes en la corteza terrestre, se encuentra en cantidades mínimas en las aguas naturales. Debido a su presencia en diversas rocas, minerales y arcillas, está presente en todas las aguas superficiales, pero la concentración en aguas con un pH cercano al natural rara vez excede unas pocas décimas hasta 1 mg/L. (ANA, 2012, p.13)

2.4.2.10. Hierro

Suelen encontrarse en bajas concentraciones en los sistemas de aguas naturales. La forma y solubilidad del hierro en estas aguas están fuertemente influenciadas por el pH y el potencial redox del agua. El hierro puede presentarse en estados de oxidación +2 y +3. Su presencia en aguas naturales se atribuye principalmente a las características intrínsecas del lugar ya su contribución natural. (ANA, 2012, p.12)

2.4.2.11. Nitritos y Nitratos

Son compuestos derivados del ácido nitroso (HNO_2) y del ácido nítrico (HNO_3) respectivamente. Los nitritos contienen el anión NO_2^- y los nitratos contienen el anión NO_3^- . Los nitratos, en general, no representan un riesgo significativo a menos que se transformen en nitritos. Tanto los nitritos como los nitratos pueden reaccionar para formar nitrosaminas, las cuales son cancerígenas. El límite máximo permitido de nitrato en el agua de consumo es de 50 mg/L. (Ñauhi, 2023, p.26)

2.4.2.12. Sulfatos

Los sulfatos presentes en el agua son el resultado de un proceso natural llamado lixiviación. A medida que el agua fluye a través de rocas y suelos que contienen minerales como el yeso, parte de estos minerales se disuelve y es arrastrada por el agua. (Ñauhi, 2023, p.26)

2.4.3. Parámetros Microbiológicos

El agua puede albergar parásitos, bacterias, virus y protozoos que se introducen en ella a través de residuos de origen animal y humano. Esta situación se deriva de la práctica común de desechar los desechos tanto humanos como animales en corrientes de agua, contribuyendo a la presencia de microorganismos patógenos en el agua. (Goenaga y Martínez, 2017, p. 37)

2.4.3.1. Coliformes Termotolerantes o Fecales

Coliformes termotolerantes es el término utilizado para describir ciertos miembros del grupo de bacterias conocido como coliformes totales, los cuales están más directamente vinculados con la contaminación fecal. el microorganismo principal es la escherichia coli (Atencio, 2018, p.25)

2.4.3.2. Coliformes Totales

Están conformadas por las bacterias Enterobacteria, su característica principal es el de fermentar la lactosa, producir ácido y gas en un promedio de 48 horas a una temperatura de 30 a 37 grados centígrados. (Olivera, 2019, p.29)

2.4.3.3. Escherichia Coli

Es una bacteria intestinal, es un claro indicador de contaminación fecal en el agua. Su breve supervivencia fuera del organismo hace que su detección en el agua sea una señal de contaminación reciente y grave. Esto implica que los sistemas de tratamiento de agua podrían no estar funcionando correctamente o que existe una mezcla con aguas residuales. (Ñauhi, 2023, p.27)

2.4.3.4. Virus

Los virus no pueden reproducirse sin la presencia de una célula hospedera, pero tienen la capacidad de sobrevivir en el medio ambiente durante períodos prolongados. Los virus entéricos humanos son producidos en grandes cantidades por el individuo infectado y se transmiten a través de las heces. (SUNASS y JICA, 2004, pg. 48)

2.4.3.5. Parásitos

Dentro de los parásitos patógenos los cuales se transmiten por el consumo de agua se encuentran dos grupos helmintos y protozoos:

a) *Helmintos*

Son micro organismos pluricelulares muy resistentes a los cambios de humedad, temperatura y pH; así mismo a la desinfección por el cloro, los cuales son causantes de altas tasas de morbilidad por consumo de aguas contaminadas, los huevos de helmintos son indicadores de la existencia de parásitos en el agua. (Dueñas et al., 2018, p.15)

b) *Protozoos*

Sus formas parasitarias pueden ser trofozoítos, quistes u ooquistes que son generalmente retenidos en los procesos de filtración de los sistemas de

tratamiento de agua potable y algunos son resistentes a la cloración como los ooquistes. Son causantes de enfermedades diarreicas en los seres vivos que parasitan. (Dueñas et al., 2018, p.16)

2.5. MARCO LEGAL

2.5.1. Ley N° 26842, Ley General de Salud

Establece las normas generales sobre vigilancia y control sanitario de alimentos y bebidas. El artículo 107° de la Ley N° 26842 “Ley General de Servicios de Saneamiento disponen que el abastecimiento de agua para consumo humano queda sujeto a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento”. (Superintendencia Nacional de Salud. 2023, p.21)

2.5.2. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N°031- 2010

El presente reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. Se enmarca dentro de la política nacional de salud y los principios establecidos en la Ley N° 26842 - Ley General de Salud. La gestión de la calidad del agua para consumo humano garantiza su inocuidad. (D.S. N° 031 -2010)

2.5.2.1.Límites máximo permisibles para la calidad de agua de consumo humano

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua. Cuando estos límites son sobrepasados, pueden provocar perjuicios a la salud, al bienestar humano y al medio ambiente. (D.S. N° 031-2010, Pg.5)

Las características del agua de consumo, son las propiedades generales en su estado natural del agua y los parámetros del agua, son medidas específicas utilizadas para evaluar la calidad para el consumo humano según normativa.

DIGESA (2011). "Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles", señalados en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 1*Parámetros organolépticos*

Parámetros	Unidad	LMP
Color	UCV	15
Turbiedad	UNT	5
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	500
Conductividad	μS/cm	1500
pH	unidad	6,5 - 8,5
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	250
Cloruros	mg Cl ⁻ /L	250
Temperatura	°C	

Nota. UCV = Unidad de color verdadero, UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad. Adaptado de Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA., 2011.

Tabla 2*Parámetros microbiológicos*

Parámetros	Unidad	LMP
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales	UFC/100 mL	0 (*)
E. COLI	UFC/100 mL	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/ml a 35 °C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
Virus	UFC/mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos.	N° org/L	0

Nota: UFC = Unidad formada de colonias. Adaptado de Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA., 2011.

Tabla 3
Parámetros químicos

Parámetros	Unidad	LMP
Antimonio	mg/L	0,02
Aluminio	mg/L	0,2
Arsénico	mg/L	0,01
Bario	mg/L	0,7
Boro	mg/L	1,5
Cadmio	mg/L	0,003
Cianuro	mg/L	0,07
Cloruros	mg/L	250
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Hierro	mg/L	0,3
Manganeso	mg/L	0,4
Mercurio	mg/L	0,001
Molibdeno	mg/L	0,07
Níquel	mg/L	0,02
Plomo	mg/L	0,01
Selenio	mg/L	0,01
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	250
Uranio	mg/L	0,015
Zinc	mg/L	3

Nota. Adaptado de Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA, 2011.

2.5.3. Protocolo N° 160-2015/DIGESA/SA

Es un protocolo de procedimiento confiable y seguro que contribuye a obtener una correcta toma de muestra, preservación, transporte, almacenamiento y recepción de las muestras para el laboratorio del agua para consumo humano, procedente del sistema de abastecimiento de las zonas urbanas y/o rurales en el marco, para ser analizadas en los parámetros señalados en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, aprobado por Decreto Supremo N° 031-2010-SA. (Ministerio de Salud, 2015).

2.6. PRUEBAS ESTADÍSTICAS

2.6.1. Análisis Descriptivo

En el análisis estadístico de datos, existen varios fundamentos que permiten describir las características principales de un conjunto de datos, proporcionando una visión general sobre su tendencia central, dispersión y rango. Según Hernández et al. (2014), entre las métricas más comunes se determinaron:

a. *Media*

Nos indica la concentración promedio de un parámetro.

b. *Mediana*

Nos indica el valor que divide a las concentraciones en dos grupos iguales.

c. *Desviación Estándar*

Nos indica qué tan dispersas están las concentraciones alrededor de la media.

d. *Mínimo*

Es el valor más pequeño del conjunto de datos.

e. *Máximo*

Es el valor más grande del conjunto de datos.

f. *Varianza*

Es el cuadrado de la desviación estándar

2.6.2. Pruebas de Normalidad

2.6.2.1. Prueba de Shapiro-Wilk

Se utiliza como prueba de bondad de ajuste a una distribución normal cuando el tamaño de la muestra es de 50 o menor. (Romero, 2016, p.105).

$p > 0,05$ Los datos tienen una distribución normal.

$p < 0,05$ Los datos no tienen una distribución normal.

2.6.3. Pruebas Paramétricas

Solo se utiliza para datos normales.

2.6.3.1. ANOVA (Análisis de Varianza)

Es una prueba estadística diseñada para determinar si existen diferencias significativas entre las medias y variaciones de más de dos grupos. Mientras que la prueba t se emplea cuando se comparan dos grupos, el análisis de varianza se utiliza para comparar tres, cuatro o más grupos. (Hernández et al., 2024, p.314)

2.6.4. Análisis de Correlación

2.6.4.1. Coeficiente de Correlación de Pearson

Su objetivo es evaluar la intensidad o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que siguen una distribución normal bivariada conjunta. (Restrepo y Gonzales, 2007, p. 185)

2.6.4.2. Coeficiente de Correlación de Spearman

El coeficiente de correlación de Spearman es un coeficiente no paramétrico alternativo al coeficiente de correlación de Pearson cuando este no cumple la distribución normal. (Restrepo y Gonzales, 2007, p. 188)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis General

La calidad del agua de consumo del manantial de la comunidad de Yuraccyacu, ubicada en el distrito de Cangallo, provincia de Cangallo no cumple con algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano.

3.1.2. Hipótesis Específico

- Los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu experimenta variaciones significativas en temporada de lluvia y tránsito a estiaje.
- Los valores de los parámetros microbiológicos del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu experimenta variaciones significativas en temporada de lluvia y tránsito a estiaje.
- Comparando los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu con los parámetros del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031 -2010), varios parámetros exceden a los valores establecidos.

3.2. VARIABLES E INDICADORES

3.2.1. Variable de Interés

Calidad del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu, distrito Cangallo, provincia Cangallo.

3.2.1.1.Indicador

Límites máximos permisibles (D.S. N° 031-2010-SA)

3.2.2. Variables de Caracterización

- Parámetros físicos
- Parámetros químicos
- Parámetros microbiológicos

3.2.2.1.Indicadores:

- Turbiedad (NTU), conductividad (uS/cm) y solidos totales disueltos (mg/L).
- pH, dureza total (mg CaCO₃/L), metales (mg/L), sulfatos (mg/L), cloruros (mg/L), nitrato (mg/L) y nitrito (mg/L).
- Numeración de coliformes totales (NMP/100 mL), termotolerante (NMP/100 mL), Numeración de escherichia coli (NMP/100 mL), organismos de vida libre (Org/L) y parásitos.

CAPÍTULO IV

MATERIAL Y MÉTODOS

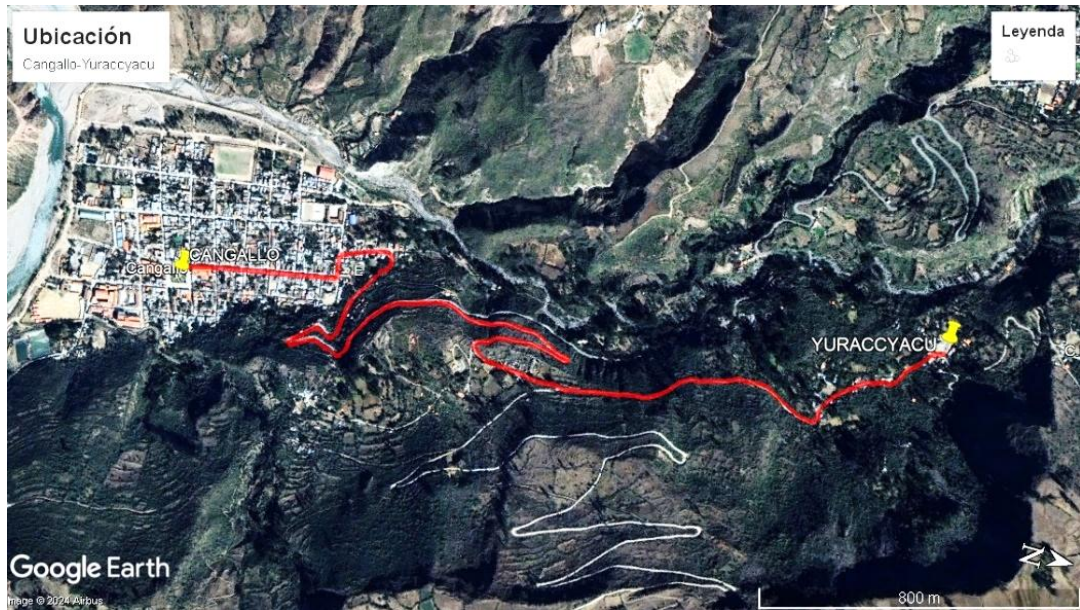
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La comunidad de Yuraccyacu, en el distrito de Cangallo se encuentra ubicado a 15 min de la ciudad de Cangallo como muestra la figura 1, siendo una población con aproximadamente 35 viviendas.

La provincia de Cangallo se encuentra en la región central del departamento de Ayacucho, entre las coordenadas UTM 18 L este 592638 m y norte 8493104 m. Es la novena más grande del departamento, con una superficie de 1916 km². Exceptuando la capital provincial, ubicada a 2577 metros sobre el nivel del mar, todas las capitales distritales se sitúan por encima de los 3 000 metros sobre el nivel del mar. Este territorio presenta una gran diversidad geográfica, geomorfológica, fisiográfica, hidrológica, climática y biológica, así como una notable variedad en sus características sociales y culturales. (Gobierno Provincial de Cangallo, 2018, p.5)

Figura 1

Ubicación de la ciudad de Cangallo - Yuraccyacu



Nota. Adaptado de Google Earth.

Figura 2

Ubicación de la comunidad de Yuraccyacu



Nota. Adaptado de Google Earth.

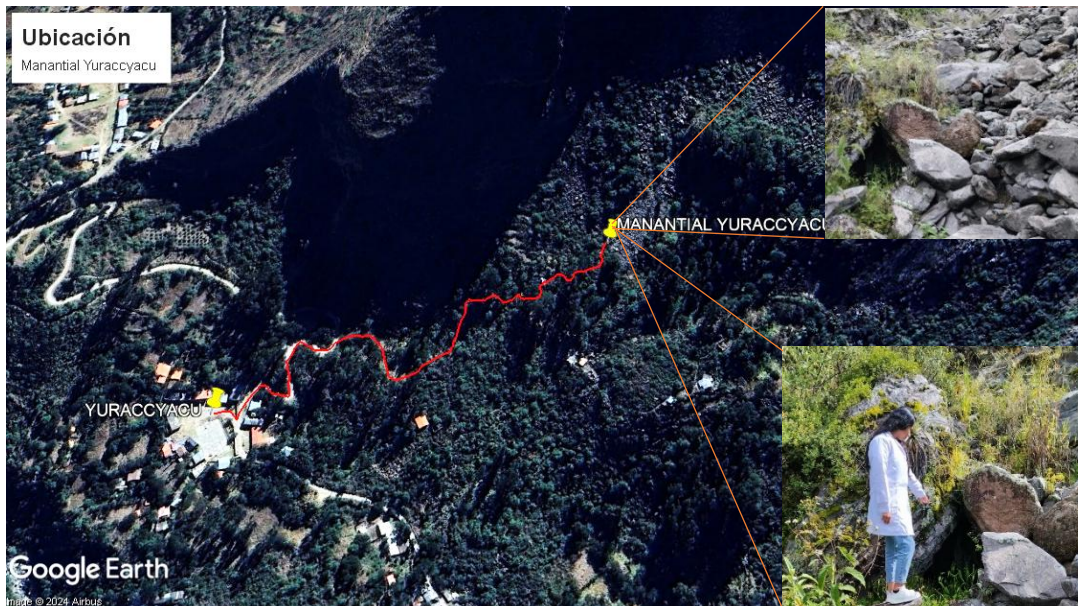
4.1.1. Fuente de Agua de Consumo Manantial de Yuraccyacu

El manantial de Yuraccyacu, es un agua subterránea que brota del sub suelo es la única fuente de agua que cuenta la comunidad. Este manantial se encuentra a 420 m de la comunidad, abastece a 35 viviendas conformados por 75 personas aproximadamente para su consumo y también para otras actividades.

El manantial de Yuraccyacu está oculta bajo rocas debido a deslizamientos ocurridos como muestra la figura 3, mientras que en sus cercanías y alrededor del ojo de agua se observa pastoreo de animales y presencia de excrementos de los mismos. Este manantial no cuenta con un cerco perimétrico.

Figura 3

Ubicación del manantial de Yuraccyacu



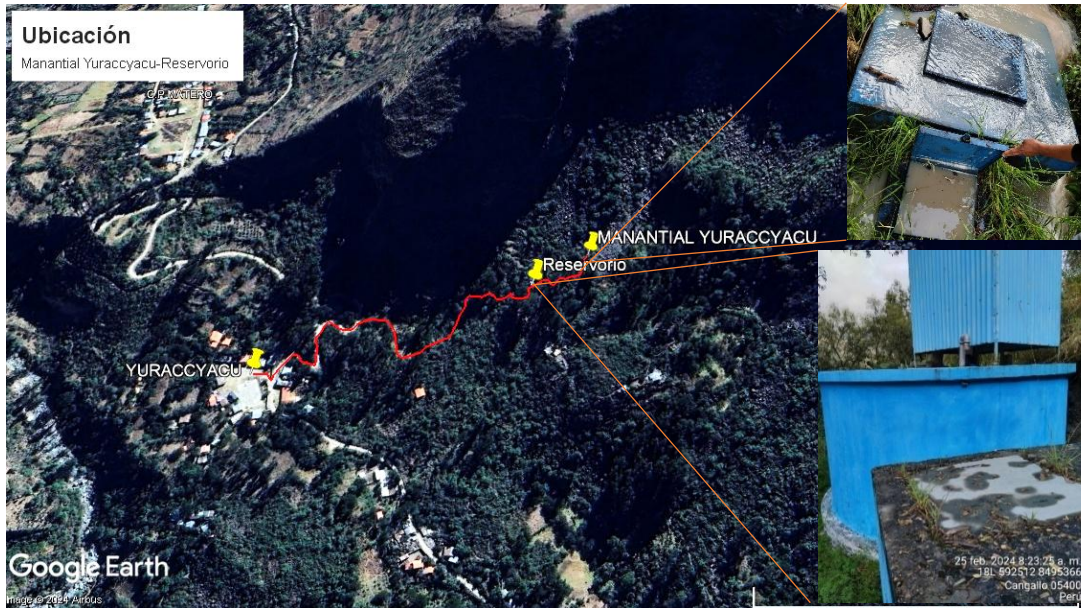
Nota. Adaptado de Google Earth.

4.1.1.1. Reservorio de Captación del Manantial de Yuraccyacu

El reservorio está situado a una distancia de 68,0 metros desde el manantial, y su abastecimiento se realiza a través de tuberías con un caudal de descarga al reservorio en la época de lluvia es de 1,22 L/s y en tránsito a estiaje de 0,98 L/s ver figura 4. Fue en este punto donde se procedió a la toma de muestras para su posterior análisis, la toma de agua no se dio en el ojo del agua por la limitación geográfica.

Figura 4

Ubicación del reservorio de captación



Nota. Adaptado de Google Earth.

4.2. DISEÑO METODOLÓGICO

4.2.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es básica

4.2.2. Nivel de Investigación

La investigación es descriptivo – no experimental

4.2.3. Diseño de la Investigación

La metodología de la investigación adoptó un enfoque cuantitativo, se recopilaron un total de 06 muestras, de agua del manantial Yuraccyacu, 03 en temporada de lluvia y 03 en el periodo de tránsito a estiaje, siguiendo los procedimientos de toma de muestra establecidos por el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano N°160-2015/DIGESA/SA. Se realizó mediciones in situ (pH, temperatura y conductividad), las muestras para determinación de parámetros químicos y microbiológicos, fueron enviados al laboratorio SGS del Perú S.A.C. para su posterior análisis, la determinación de dureza total y sólidos totales disueltos se realizaron en laboratorio de Facultad de

Ingeniería Química y Metalurgia. Los resultados fueron comparados con los establecido del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010).

4.3. POBLACIÓN

Aguas del Manantial de Yuraccyacu del distrito de Cangallo, provincia de Cangallo.

4.4. MUESTRA

Las porciones de las aguas del manantial de Yuraccyacu fueron un total de seis muestras: tres durante la temporada de lluvias específicamente en los meses de febrero, marzo y abril; y tres durante el período de transición hacia la temporada de estiaje, correspondientes a los meses de junio, julio y agosto.

4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.5.1. Para la Toma de Muestra del Agua

La toma de muestras del manantial de la comunidad de Yuraccyacu se realizó en la entrada del reservorio. Para ello, se comenzó ubicando el sitio con un GPS y coordenadas UTM, y posteriormente se describió el entorno del manantial, donde se observó la presencia de heces de animales, desplome de piedras y actividades humanas.

4.5.2. Para los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos

La muestra se tomó en la entrada del tanque de almacenamiento, donde fue necesario usar mascarilla, guantes y cubrir el cabello. Con una jarra se recepcionó la muestra para medir in situ la temperatura, pH, conductividad y caudal, registrando estos datos junto con la ubicación y la hora en la ficha de campo. Para los demás parámetros de muestreo, se usaron botellas de polietileno (1 L, 250 mL y 25 mL) con cierre hermético. Los frascos se sumergieron sujetándola por la parte inferior y el volumen del envase dependió de los análisis a realizar (según el procedimiento de la empresa para la toma de muestra), empleando preservantes según los parámetros medidos. Luego, se etiquetaron y almacenaron las muestras para su transporte en un cooler con hielo, siguiendo el Protocolo N° 160/2015/DIGESA/SA.

Figura 5

Muestras de agua de la zona de captación del manantial de Yuraccyacu



4.5.2.1. Mediciones In Situ

Se inició con las mediciones in situ, con el multiparámetro Hanna (previamente calibrado) de temperatura, pH y conductividad.

Figura 6

Medición in situ



Determinación de Temperatura

Se realizó la toma de agua utilizando una jarra de capacidad de 500 mL, seguido por la inmersión del electrodo del multiparámetro. Tras un breve período de espera, se procedió a registrar la temperatura detectada, cumpliendo con el procedimiento establecido por el multiparámetro HANNA para el análisis de agua en campo.

Determinación de pH

Para medir el pH, primero se procedió a calibrar el equipo multiparámetro HANNA utilizando las soluciones buffer con pH de 10,01, 7,00 y 4,01 asegurándose de que estos valores se encuentren dentro del rango de pH esperado por las soluciones estándar. Luego, se realizó la medición del pH sumergiendo el electrodo del equipo en las muestras de agua por un periodo de tiempo hasta estabilizar a una temperatura fija, una vez finalizada la medición, se registró en el formato de muestreo, se enjuagó y secó el electrodo.

Determinación de la Conductividad

Primero, se realizó la calibración del equipo multiparámetro HANNA utilizando una solución estándar de conductividad eléctrica (HI70031) con un valor de EC de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, asegurándose de que los valores se encuentren dentro del rango de conductividad esperado para las muestras. A continuación, se midió la conductividad eléctrica sumergiendo cuidadosamente el electrodo del equipo en las muestras de agua, prestando atención para evitar la formación de burbujas de aire en el electrodo, ya que estas pueden afectar la precisión de la medición, una vez finalizada la medición se registró en el formato de muestreo, se enjuagó y secó el electrodo.

4.5.2.2. Determinación de los Sólidos Totales Disueltos

Materiales y equipos

- Equipo de filtración simple (embudo de filtración, papel de filtro Whatman y Erlenmeyer)
- Vasos de precipitado de 250 mL
- Cocina eléctrica
- Malla de asbesto

Procedimiento

- Se tomó la muestra en un frasco de polietileno de un litro que fue conservada a una temperatura de 4 °C. La muestra de agua se pasó a través de un equipo de filtración simple para eliminar partículas y otros contaminantes.
- Se tomó tres vasos de precipitado, limpios y secos (se toma nota el peso de cada uno).
- Se agregó 50 mL de la muestra de agua filtrada a cada vaso de precipitado luego se evaporó lentamente el agua en una cocina eléctrica hasta sequedad completa, asegurándose de no sobrecalentar o quemar los sólidos, dejándose enfriar los vasos de precipitado para proceder al pesado de cada uno de los vasos que contienen residuo. Para determinar los sólidos totales disueltos (TDS) se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{TDS mg/L} = \frac{(m_f - m_i) \times 1000}{V_{\text{muestra}}}$$

Donde:

m_f : masa final

m_i : masa inicial

El procesamiento detallado ver en el apéndice B2.

Figura 7

Determinación de sólidos totales disueltos



4.5.2.3. Determinación de la Dureza Total

Materiales y equipos

- Equipo de filtración simple (embudo de filtración, papel de filtro Whatman y Erlenmeyer)
- Equipo de titulación
- Fiolas de 500 mL, 100 mL, 10 mL
- Erlenmeyer 250 mL
- Vaso de precipitado de 250 mL
- Pipeta graduada 50 mL
- Pipeta graduada de 10 mL y 5 mL
- Luna de reloj
- Varilla de vidrio

Reactivos

- | | |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| • Carbonato de Calcio | CaCO_3 |
| • Sal disódica del ácido etilen diamino tetracético | $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_{10}$ |
| • Cloruro de Amonio | NH_4Cl |
| • Hidróxido de Amonio | NH_4OH |
| • Cloruro de Magnesio hexahidratado | $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ |
| • Negro de ericromo T | $\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{N}_3\text{O}_7\text{SNa}$ |
| • Agua destilada | H_2O |

Procedimiento

- Se tomó la muestra en un frasco de polietileno de un litro que fue conservada a una temperatura de 4 °C. La muestra se pasó a través de un equipo de filtración simple para eliminar partículas y otros contaminantes.
- Se midió 50 mL de muestra en un erlenmeyer, se agregó 0,5 mL de solución buffer de pH 10 y una cantidad mínima de indicador negro de eriocromo T. Se procedió a titular con la solución estándar de EDTA (0,0077 M), hasta coloración azul.

- Se determinó a la dureza del agua, expresado en ppm de CaCO_3 , con la siguiente ecuación.

$$\text{Dureza total CaCO}_3 = \frac{(M \text{ XV})_{\text{EDTA}} \times PM_{\text{CaCO}_3}}{V_{\text{muestra}}}$$

El procesamiento detallado ver en el apéndice B1.

Figura 8

Muestras de agua para la determinación de la dureza total antes de la titulación



Figura 9

Muestras de agua para la determinación de la dureza total después de la titulación



4.5.3. Para el Análisis Químico y Microbiológico

Se completó el registro de cadena de custodia considerando la ubicación del lugar, el punto de muestreo, las coordenadas UTM, la fecha y la hora de recolección de las muestras. Cada muestra fue etiquetada adecuadamente, indicando el tipo de análisis a realizar y los preservantes utilizados. Las muestras fueron almacenadas en un cooler para su envío al laboratorio S.G.S. del Perú S.A.C., donde se realizaron los análisis correspondientes.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL MANANTIAL YURACCYACU

Una vez obtenido los resultados de los análisis se comparó con los límites máximos permisibles del D.S. N° 031-2010-SA., para conocer la calidad del agua del manantial Yuraccyacu.

5.1.1. Parámetros Físicos

En la tabla 4 tenemos los resultados de los parámetros físicos.

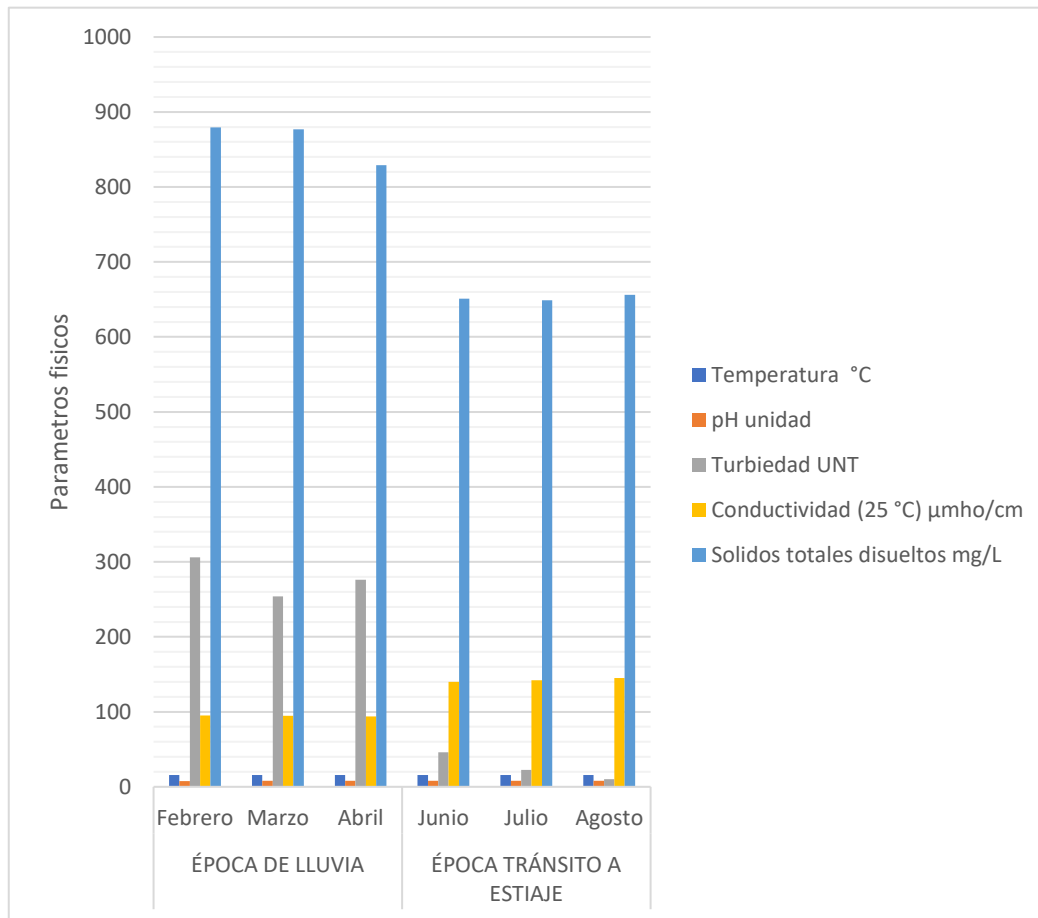
Tabla 4
Parámetros físicos del manantial de Yuraccyacu

Parámetros Físicos	Unidad	LMP	Mes					
			Época de lluvia			Época tránsito a estiaje		
			Febrero	Marzo	Abril	Junio	Julio	Agosto
Temperatura	°C	-	15,7	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
Turbiedad	UNT	5	306	254	276	46	23	10
Conductividad (25 °C)	µmho/cm	1500	95	95	94	140	142	145
Solidos totales disueltos	mg/L	1000	879	877	829	651	649	656

Nota. Resultados físicos de medición In situ (temperatura y conductividad)

Figura 10

Parámetros físicos del manantial Yuraccyacu



En la Tabla 4 se describe los parámetros obtenidos del análisis físico, observándose que los parámetros de la conductividad y sólidos totales disueltos se encuentran dentro del límite máximo permisible (LMP), mientras la turbiedad está por encima de los parámetros permisibles. A continuación, se describe cada uno de ellos:

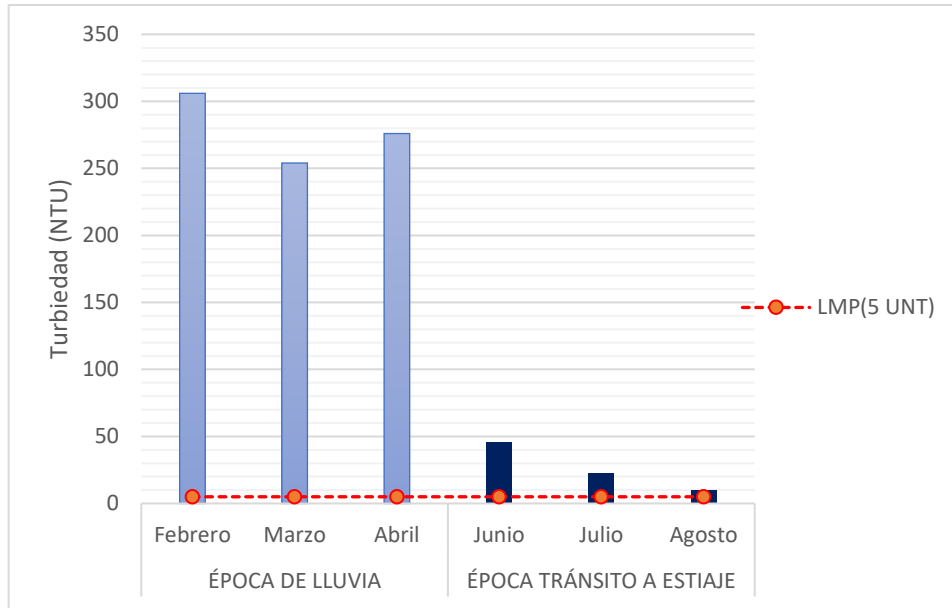
Turbiedad

Según la tabla 4 y figura 11, las mediciones in situ de la turbiedad en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos, muestran los siguientes resultados; en la temporada de lluvia que se realiza en los meses de febrero, marzo y abril, los valores de la turbiedad fueron 306 UNT, 254 UNT y 276 UNT respectivamente. En el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores fueron 46 UNT, 23 UNT y 10 UNT respectivamente, comparando con Decreto Supremo N° 031-20210-SA están por encima del límite máximo permisible. Guimaraes (2022), realizó mediciones de la turbiedad para el agua de consumo en San Isidro - Ucayali, los resultados que

obtuvo están entre los valores de 2,69 UNT y 5,31 UNT. Estos valores realizados por el autor son menores a los obtenidos en el manantial Yuraccyacu que están por debajo del límite máximo permisible. Este nivel de turbiedad podría representar un riesgo para la salud humana, ya que la presencia de partículas en el agua puede facilitar el crecimiento de microorganismos patógenos y dificultar los procesos de desinfección.

Figura 11

Turbiedad del manantial de Yuraccyacu por temporada



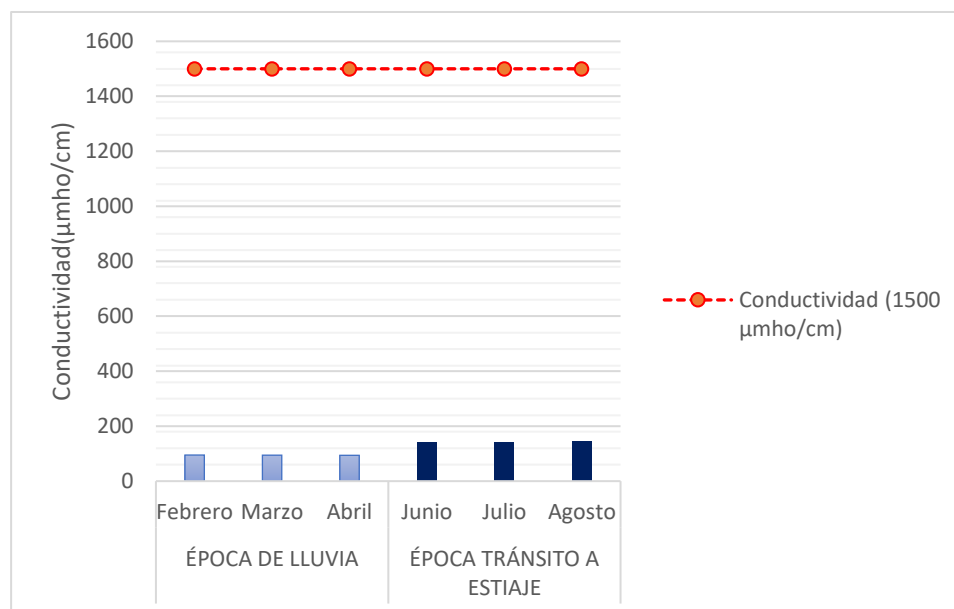
Conductividad

De acuerdo a la tabla 4 y figura 12, las mediciones in situ de la conductividad en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos muestran los siguientes resultados: en la temporada de lluvia que se realiza en los meses de febrero, marzo y abril, los valores de la conductividad fueron 95 $\mu\text{mho/cm}$, 95 $\mu\text{mho/cm}$ y 94 $\mu\text{mho/cm}$ respectivamente. En el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores fueron 140 $\mu\text{mho/cm}$, 142 $\mu\text{mho/cm}$ y 145 $\mu\text{mho/cm}$ respectivamente, comparando con el Decreto Supremo N° 031-20210-SA están por debajo del límite máximo permisible. Lo indica que el agua analizada presenta una conductividad adecuada para su consumo humano. Chávez y Culqui (2022), en su tesis “Determinación de la calidad de agua del manantial que abastece a la población del sector Las Flores en el centro poblado Huambocancha alta – Cajamarca, 2022” realizó mediciones de conductividad para el agua de consumo en época de lluvia y estiaje, los

valores obtenidos fueron de 23,9 $\mu\text{mho/cm}$ a 25,1 $\mu\text{mho/cm}$. Estos análisis realizados son menores a los obtenidos del manantial de Yuraccyacu y están por debajo de los LMP.

Figura 12

Conductividad del manantial de Yuraccyacu por temporada

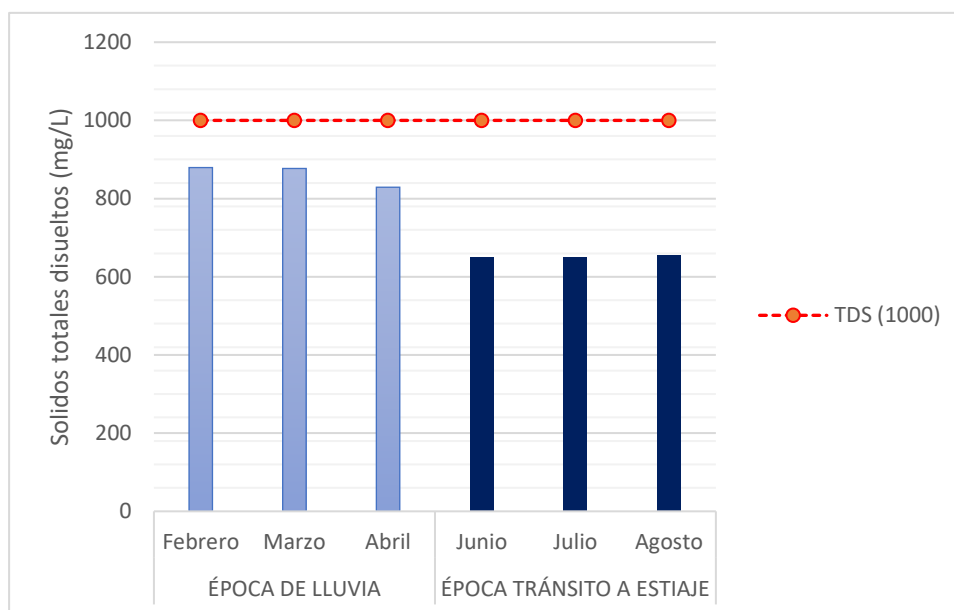


Sólidos Totales Disueltos

La tabla 4 y figura 13 muestran los resultados de las mediciones de sólidos totales disueltos en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos; durante la temporada de lluvia, que se realiza en los meses de febrero, marzo y abril, los valores del TDS fueron 879 mg/L, 877 mg/L y 829 mg/L respectivamente. En el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores fueron 651 mg/L, 649 mg/L y 656 mg/L respectivamente. Estos valores se encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido por el Decreto Supremo N° 031-20210-SA. Ñahui (2023), realizó mediciones de agua de consumo de los centros poblados del distrito de Yauli, los resultados de la localidad de Izcumachay fue 188 mg/L y Chocan I fue de 4,5 mg/L, ambos resultados están por debajo de los LMP, lo que indica que, aunque el agua contenga una cantidad moderada y baja de sales disueltas, no representa un riesgo para la salud y es apta para el consumo humano.

Figura 13

Sólidos totales disueltos del manantial de Yuraccyacu por temporada



5.1.2. Parámetros Químicos

La tabla 5 muestra los resultados de los parámetros químicos.

Tabla 5*Parámetros químicos del manantial de Yuraccyacu*

Parámetros químicos	Unidad	LMP	Mes					
			Época de lluvia			Época tránsito a estiaje		
			Febrero	Marzo	Abril	Junio	Julio	Agosto
Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500	35,4	38,5	42,6	51,4	51,9	50,8
pH	unidad	6,5 - 8,5	7,55	8,00	8,00	8,15	8,10	8,12
Aluminio	mg/L	0,2	43,7170	37,2910	40,5040	12,4240	8,9100	5,3960
Antimonio	mg/L	0,02	0,00130	0,00033	0,00082	0,00013	0,00013	0,00013
Arsénico	mg/L	0,01	0,01165	0,01266	0,01216	0,00346	0,00125	0,00215
Bario	mg/L	0,7	0,3867	0,3624	0,3746	0,1429	0,1353	0,1277
Boro	mg/L	1,5	0,011	0,009	0,010	0,006	0,006	0,006
Cadmio	mg/L	0,003	0,00012	0,00072	0,00042	0,00003	0,00003	0,00003
Cloruro	mg/L	250	3,343	2,877	3,110	5,88	5,421	4,962
Cobre	mg/L	2	0,0253	0,0192	0,0223	0,00426	0,0032	0,0020
Cromo	mg/L	0,05	0,0149	0,0139	0,0144	0,0044	0,00295	0,0015
Hierro	mg/L	0,3	23,4551	18,7310	21,0931	3,9071	2,7900	1,6728
Manganeso	mg/L	0,4	0,1425	0,0931	0,1178	0,0177	0,0135	0,0093
Mercurio	mg/L	0,001	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009
Molibdeno	mg/L	0,07	0,00145	0,00116	0,00131	0,00074	0,000705	0,00067
Níquel	mg/L	0,02	0,0108	0,0085	0,0097	0,0047	0,00295	0,012
Nitratos	mg/L	3	0,752	0,249	0,501	0,00009	0,00009	0,000
Nitrito	mg/L	3	0,002	0,002	0,002	0,0047	0,00295	0,012
Plomo	mg/L	0,01	0,0193	0,0123	0,0158	0,0021	0,00165	0,0012
Selenio	mg/L	0,01	0,0013	0,0013	0,0013	0,00074	0,000705	0,00067
Sodio	mg/L	200	6,400	5,134	5,767	9,0140	8,3205	7,6270
Sulfato	mg/L	250	1,94	0,9	1,42	3,7	2,49	1,28
Uranio	mg/L	0,015	0,00121	0,00076	0,00099	0,000361	0,000334	0,000307
Zinc	mg/L	3	0,0991	0,0676	0,0834	0,0144	0,0117	0,0089

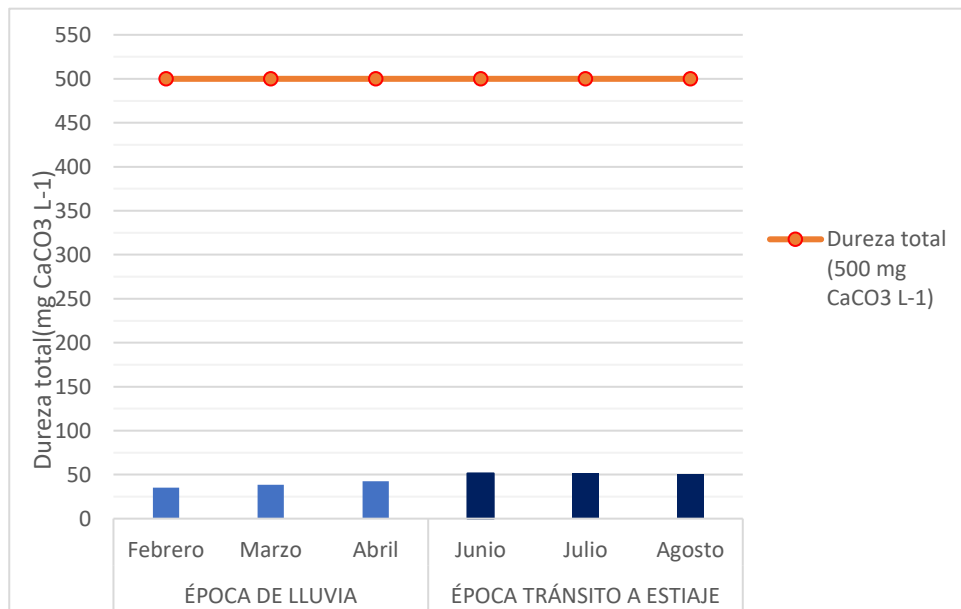
Nota. Resultados químicos obtenidos en el laboratorio S.G.S. del Perú S.A.C

5.1.2.1.Dureza Total

La tabla 5 y figura 14, muestran los resultados de la dureza total obtenidos en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos como: en la temporada de lluvia que se realiza los meses de febrero, marzo y abril, los valores de la dureza total fueron 35,4 mg CaCO₃/L, 38,5 mg CaCO₃/L y 42,6 mg CaCO₃/L respectivamente. En el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores fueron 51,4 mg CaCO₃/L, 51,9 mg CaCO₃/L y 50,8 mg CaCO₃/L respectivamente, comparando con Decreto Supremo N° 031-20210-SA están por debajo del límite máximo permisible, indica que el agua tiene una dureza blanda. Morales (2020) en el análisis de agua subterránea en el Caserío de Pata Pata – Cajamarca, obtuvo como resultado la dureza total en la época de lluvia presentó 720,4 mg CaCO₃/L y en estiaje fue de 755 mg CaCO₃/L encontrándose por encima de LMP en comparación del manantial Yuraccyacu, la presencia alto de la concentración de la dureza puede ocasionar efectos adversos como la acumulación de minerales en las tuberías y equipos, además de un sabor indeseable en el agua.

Figura 14

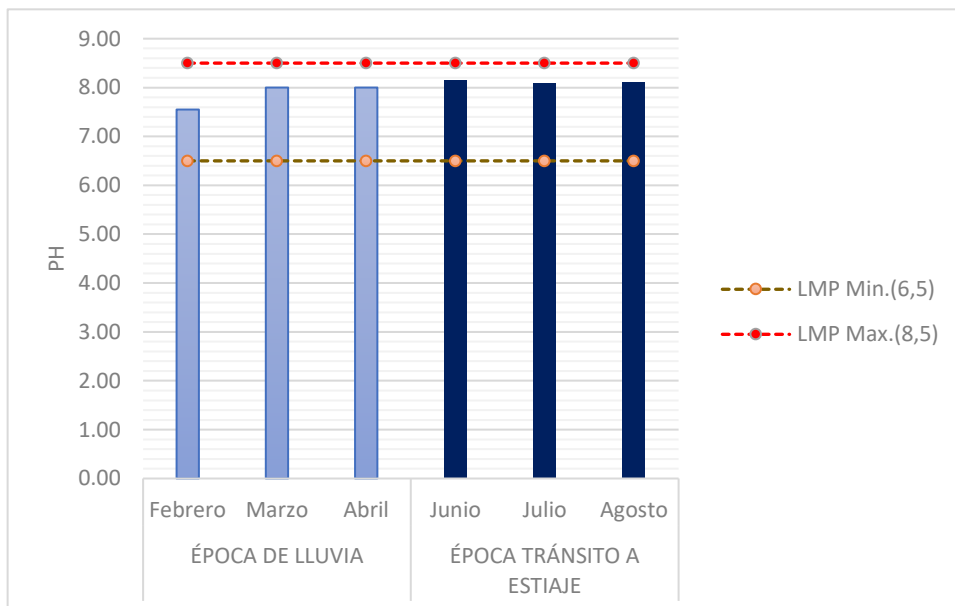
Dureza del manantial de Yuraccyacu por temporada



pH

La tabla 5 y la figura 15 muestran los resultados de las mediciones del pH del agua tomadas en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos. Durante la temporada de lluvia, que se realiza en los meses de febrero, marzo y abril, los valores de pH fueron 7,55, 8,00 y 8,00, respectivamente. En el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores de pH fueron 8,15, 8,10 y 8,12, respectivamente. Estos resultados cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N° 031-20210-SA. Brousett et al. (2018), realizaron mediciones in situ del parámetro de pH en dos manantiales, en el primer manantial el pH se encontró en un intervalo de 6,8 a 8, el segundo manantial en el intervalo de 6,5 a 7,8, Los manantiales que abastecen al centro poblado de Chuyunquiani - Juliaca se encuentran dentro del límite máximo permisible. Estos análisis realizados por los autores son similares a los obtenidos del manantial de Yuraccyacu.

Figura 15
pH del manantial de Yuraccyacu

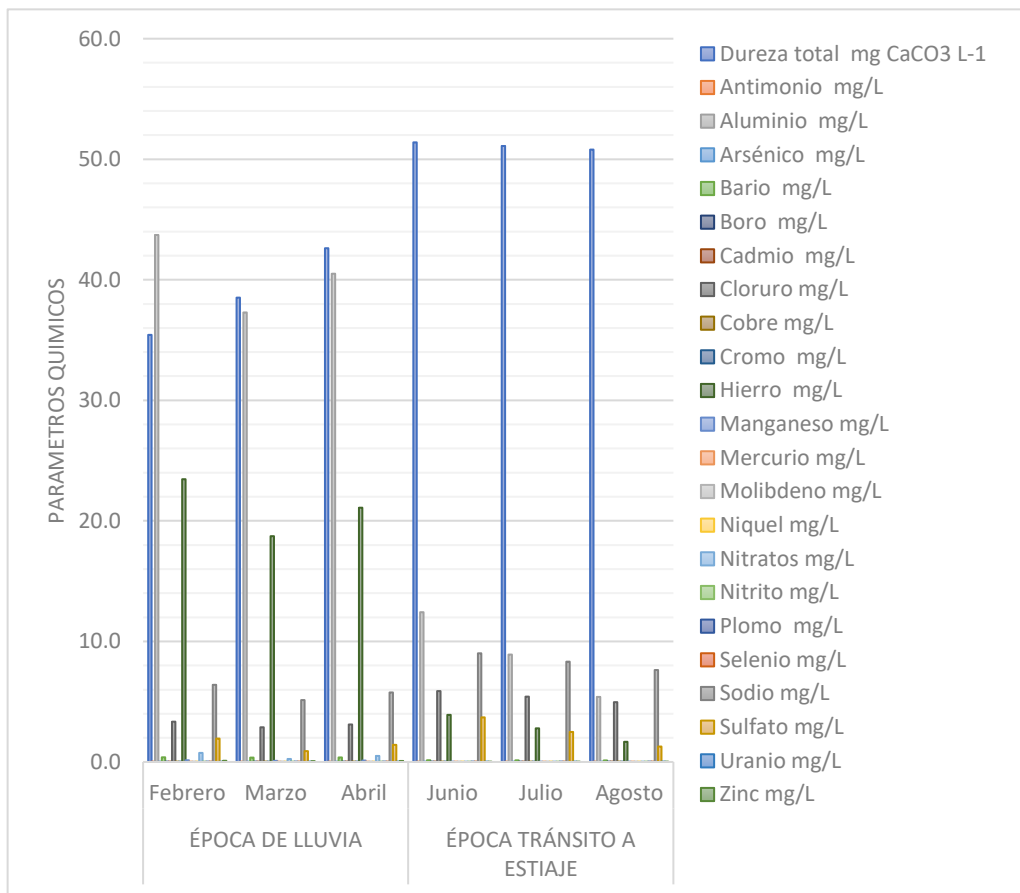


5.1.2.2. Metales

De acuerdo a la tabla 5 y la figura 16, detallan los resultados del análisis de metales, realizado mediante la técnica de Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS). Es importante destacar que los valores obtenidos de la mayoría de los metales se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. A excepción de los metales como: arsénico, plomo, hierro y aluminio que están por encima del límite máximo permisible.

Figura 16

Resultados de los metales del manantial de Yuraccyacu por temporada

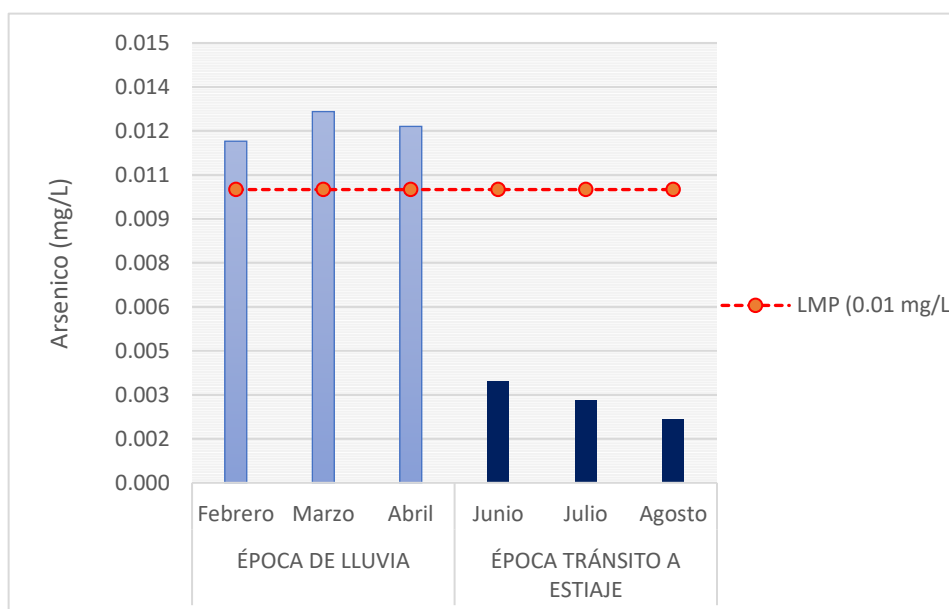


Arsénico

Según la tabla 5 y figura 17, los resultados del arsénico en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos como: en la temporada de lluvia, que se realiza los meses de febrero, marzo y abril, los valores del arsénico fueron 0,01165 mg/L, 0,01266 mg/L y 0,01216 mg/L respectivamente están por encima de los LMP, mientras en el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores fueron 0,00346 mg/L, 0,00125 mg/L y 0,00215 mg/L respectivamente encontrándose por debajo de los LMP. Según la Organización Mundial de la Salud (2022), la exposición prolongada del arsénico a través del consumo de agua y alimentos contaminados puede causar cáncer, lesiones cutáneas, enfermedades cardiovasculares y diabetes.

Figura 17

Arsénico en el manantial de Yuraccyacu por temporada



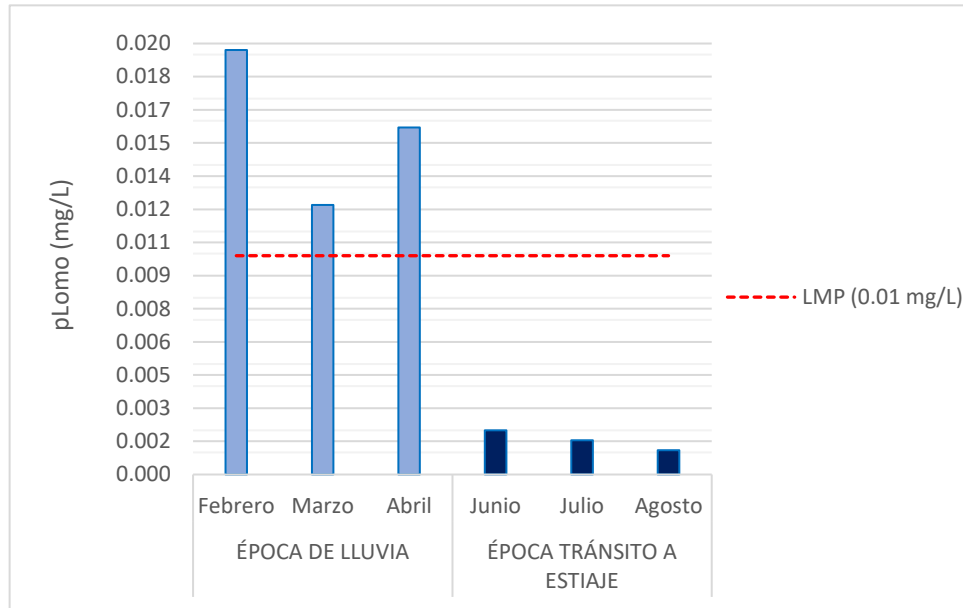
Plomo

La tabla 5 y figura 18, muestran los resultados del plomo en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos como: en la temporada de lluvia, que se realiza los meses de febrero, marzo y abril, los valores del plomo fueron 0,0193 mg/L, 0,0123 mg/L y 0,0158 mg/L respectivamente superan los LMP del D.S. N° 031-2010-SA. En el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores fueron 0,0021 mg/L, 0,00165 mg/L y 0,00120 mg/L respectivamente, están por debajo de los LMP. Según la OMS (2022) los niños y las mujeres embarazadas son especialmente

vulnerables a la exposición al plomo, hace que esta situación sea aún más alarmante, dado que puede tener graves consecuencias para su salud, especialmente en el desarrollo del sistema nervioso y cerebral. Además, los daños que el plomo puede causar en los adultos, como el aumento del riesgo de hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares y lesiones renales.

Figura 18

Plomo en el manantial de Yuraccyacu por temporada

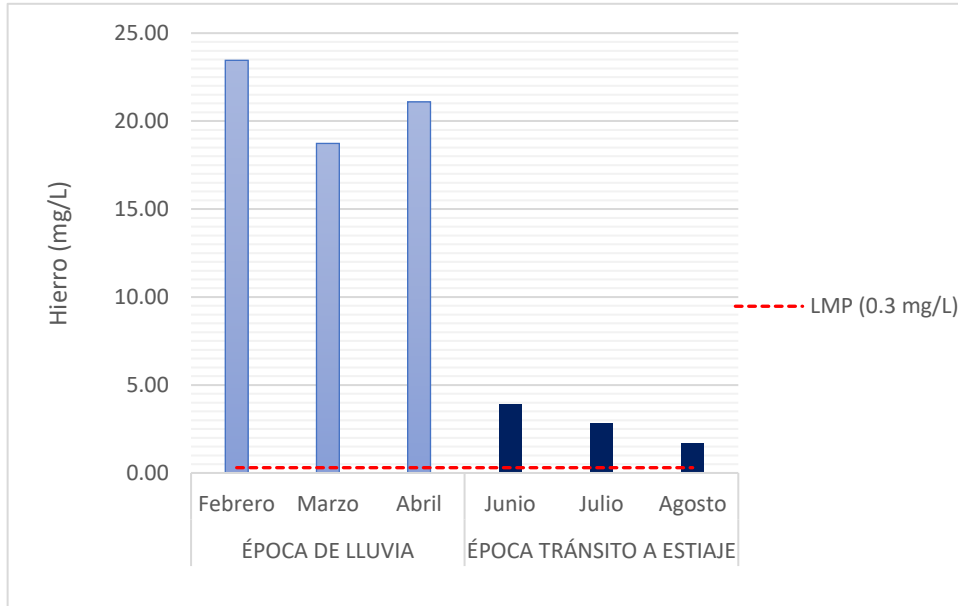


Hierro

De acuerdo a la tabla 5 y figura 19, muestran los resultados del hierro en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos como: en la temporada de lluvia que se realiza los meses de febrero, marzo y abril, los valores del hierro fueron 23,4551 mg/L, 18,7310 mg/L y 21,0931 mg/L respectivamente. En el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores fueron 3,9071 mg/L, 2,7900 mg/L y 1,6728 mg/L respectivamente, comparando con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-20210-SA superan el límite máximo permisible que es de 0,3 mg/L. Torres (2023), realizó mediciones de hierro para el agua de consumo humano del manantial Ccaccar Puquio, obteniendo como resultado los valores de 0,4302 mg/L a 0,4513 mg/L, estos análisis realizados por el autor son menores a los obtenidos en el manantial Yuraccyacu, ambos superan el límite máximo permisible. Toxqui, L. et al (2010), el hierro tiende a soltar electrones con facilidad, lo que le permite ayudar en reacciones químicas que

involucran radicales libres y puede aumentar el daño oxidativo en el cuerpo. Esto puede llevar a la oxidación de grasas y a un mayor riesgo de problemas del corazón, especialmente en enfermedades como la hemocromatosis, donde hay un exceso de hierro en el organismo.

Figura 19
Hierro en el manantial de Yuraccyacu por temporada



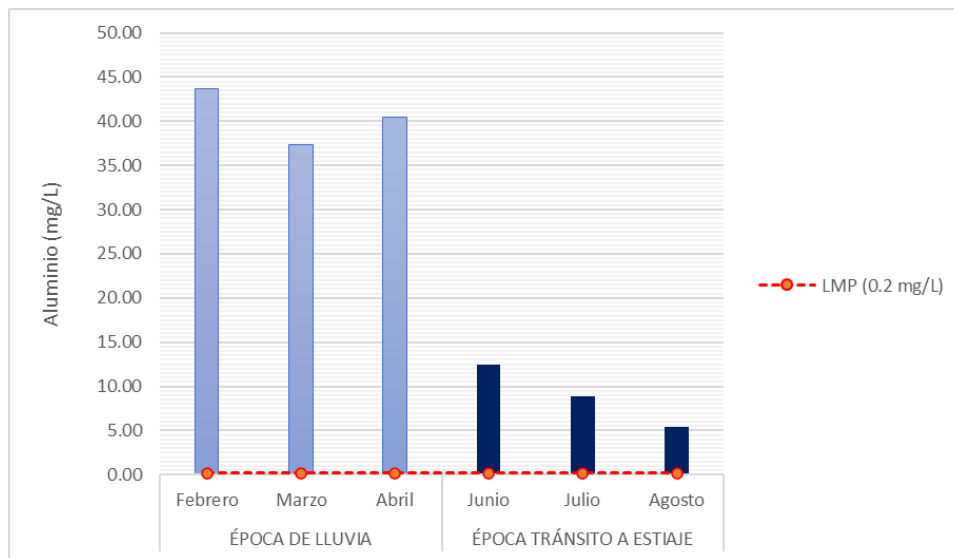
Aluminio

De acuerdo a la tabla 5 y figura 20, muestran los resultados del aluminio en diferentes meses y durante distintos periodos climáticos como: en la temporada de lluvia, que se realiza los meses de febrero, marzo y abril, los valores del aluminio fueron 43,7170 mg/L, 37,2910 mg/L y 40,5040 mg/L respectivamente. En el periodo de transición a estiaje, en los meses de junio, julio y agosto, los valores fueron 12,4240 mg/L, 8,9100 mg/L y 5,3960 mg/L respectivamente, comparando con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-20210-SA. superan los límites máximo permisibles que es de 0,2 mg/L. Morales (2020), realizó mediciones del aluminio de agua subterránea en el caserío de Pata Pata - Cajamarca, los resultados varían de 0,094 mg/L a 0,048 mg/L, estos resultados obtenidos por el autor son menores en comparación del manantial de Yuraccyacu y están por debajo del LMP, mientras Torres (2023) en el manantial de Carcca Puquio – Huanta obtuvo los resultados que varía de 0,6632 mg/L a 0,6875 mg/L, estos resultados son menores que el manantial de Yuraccyacu pero ambos superan el LMP. La Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (2008), menciona que la

acumulación de aluminio incide predominantemente en el sistema nervioso y puede ser un factor desencadenante de la enfermedad de Alzheimer. En individuos afectados por enfermedad renal, se observa una acumulación significativa de aluminio en sus organismos, ya que la disfunción renal limita la capacidad de eliminación de este metal a través de la orina. En ocasiones, estos pacientes manifiestan problemas óseos, los cuales los profesionales médicos relacionan con el exceso de aluminio en el cuerpo.

Figura 20

Aluminio en el manantial de Yuraccyacu por temporada



5.1.2.3. Presencia de Otros Metales

Es fundamental comprender que el agua de consumo humano no solo puede contener elementos comunes, mencionado en el Decreto Supremo N°031-20210-SA., sino también metales no comunes cuya presencia puede tener implicaciones significativas en la salud pública. Los metales no comunes según la tabla 6, estos resultados son obtenidos por el método ICP-MS en el laboratorio acreditado S.G.S. del Perú S.A.C., como el estroncio, silicio, titanio, magnesio, calcio, fosforo y sílice, se han encontrado presentes en concentraciones considerables, su acumulación o exposición prolongada en el agua de consumo podría desencadenar efectos adversos a nivel biológico y ambiental, por ello son comparados con otras normas internacionales:

Según la Resolución N° 2115 del 2007, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Protección Social de Colombia, se establecen los criterios, herramientas esenciales y la frecuencia del sistema de monitoreo y control de la calidad del agua destinada al consumo humano. En este sentido, los límites

máximos permitidos para el magnesio y el calcio son de 60 mg/L y 36 mg/L, respectivamente (p.01). De acuerdo con la tabla 6, los resultados obtenidos para el magnesio y el calcio en distintas épocas se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos en época de lluvia con promedio de 9,25 mg/L y 7,17 mg/L respectivamente y en época de tránsito a estiaje de 12,18 mg/L y 6,66 mg/L respectivamente, establecidos en la Resolución N° 2115 - 2007.

Es fundamental considerar que un exceso de fósforo en el agua puede favorecer la eutrofización de los cuerpos hídricos, lo que afecta tanto la calidad del agua como el equilibrio, el fosforo se encuentra en el agua como PO_4^{3-} , según la Resolución N° 2115 - 2007, el valor aceptable para la concentración de fosforo en el agua para consumo humano debe ser menor o igual a 0,163 mg/L

Según la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (2004), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) recomienda que los niveles de estroncio estables en el agua potable no excedan los 4 mg/L. De acuerdo con la Tabla 6, las concentraciones de estroncio obtenidas se encuentran por debajo del límite máximo permitido.

5.1.3. Parámetros Microbiológicos

La tabla 7 muestra los resultados de los parámetros microbiológicos.

Tabla 6*Otros parámetros químicos con concentración a considerar*

Parámetros químicos	Unidad	Mes					
		Época de lluvia			Época tránsito a estiaje		
		Febrero	Marzo	Abril	Junio	Julio	Agosto
Calcio*	mg/L	9,914	8,589	9,2515	12,631	12,184	11,736
Estroncio*	mg/L	0,2130	0,1451	0,1791	0,2078	0,2204	0,2330
Fosforo*	mg/L	0,6040	0,4680	0,5360	0,237	0,1735	0,110
Magnesio*	mg/L	8,1300	6,2100	7,1700	7,4290	6,65900	5,8890
Potasio*	mg/L	11,78	11,1	11,44	6,05	5,36	4,67
Silice*	mg/L	188,43	126,52	157,475	79,03	64,585	50,14
Silicio*	mg/L	88,076	59,134	73,605	36,941	30,188	23,435
Titanio*	mg/L	0,750	0,6783	0,7142	0,2233	0,1699	0,1165

Nota. (*) Estos metales y el SiO₂ (especie química) no son mencionados en el decreto supremo N° 031-2010-SA y otras normativas que tenga que ver con la calidad del agua de consumo humano. Resultados obtenidos en el laboratorio S.G.S. del Perú S.A.C.

Tabla 7*Parámetros microbiológicos del manantial de Yuraccyacu*

Parámetros microbiológicos	Unidad	LMP	Mes					
			Época de lluvia			Época tránsito a estiaje		
			Febrero	Marzo	Abril	Junio	Julio	Agosto
Bacterias Coliformes Totales	NMP/100 mL	<1,8	490	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales	NMP/100 mL	<1,8	230	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Escherichia coli	NMP/100 mL	<1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL	500	120	11	10	7	24,5	42
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0	0	0	0	0	0	0
Virus	UFC/mL	0	0	0	0	0	0	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos.	N° org/L	0	16	11	13	14	8	6

Nota. NMP/100 mL: Número más probable por 100 mililitros de muestra = <1,8/100 mL. Resultados microbiológicos obtenidos en el laboratorio S.G.S. del Perú S.A.C.

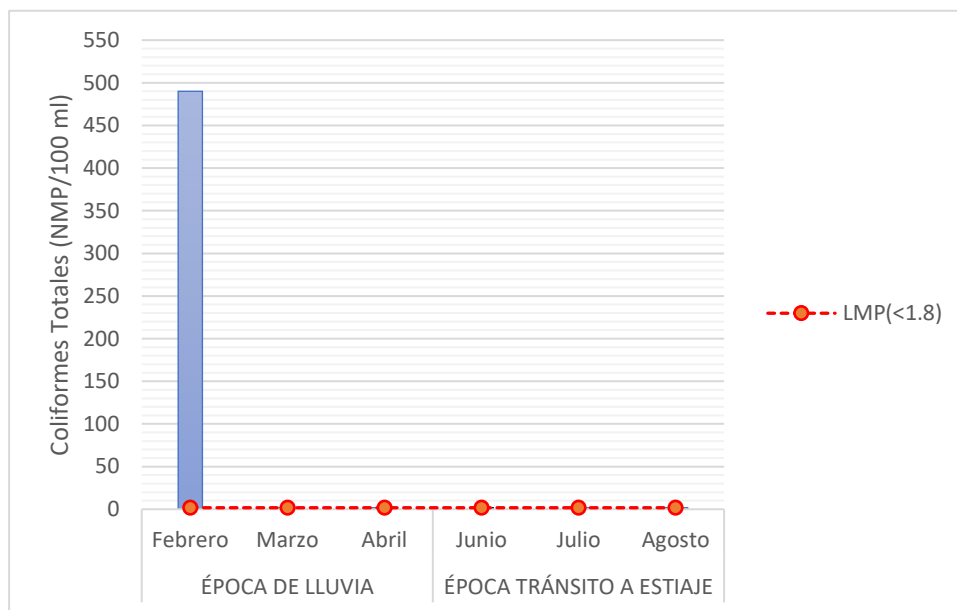
En la tabla 7 se presentan los resultados del análisis microbiológico, donde se observa que los niveles de escherichia coli, huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, y virus se mantienen dentro de los Límites Máximos Permitidos. No obstante, en la época de lluvia en el mes de marzo, los valores de bacterias coliformes totales y bacterias coliformes termotolerantes o fecales superan los LMP, al igual que los organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todas sus fases evolutivas, los cuales exceden la normativa durante los meses de febrero, marzo y abril. En la época de tránsito a estiaje el resultado del análisis de organismo de vida libre supera el límite permisible.

5.1.3.1. Bacterias Coliformes Totales

La tabla 7 y figura 21, muestran los resultados de los análisis de coliformes totales en la época de lluvia, en el mes de febrero, registraron 490 NMP/100 mL, lo cual se atribuye a las fuertes lluvias, al arrastre de tierras y la presencia de heces de animales en el entorno, en los meses de marzo y abril, los valores fueron menores a 1,8 NMP/100 mL. En la época de tránsito a estiaje, durante los meses de junio, julio y agosto, los resultados están por debajo de los LMP. Al comparar estos resultados con el Decreto Supremo N° 031-20210-SA, se observa que en febrero supera el límite máximo permisible, que es menor a 1,8 mg/L. Brousett et al. (2018), realizaron mediciones en dos manantiales de la población de Chullunquiani - Juliaca, los resultados de coliformes totales en la época de lluvia fue de 21359,9 NMP/100 mL, estos valores están por encima de los resultados del manantial Yuraccyacu superando el límite máximo permisible. Estos datos evidencian la necesidad de implementar medidas de control, tratamiento y monitoreo en fuentes de agua afectadas por lluvias estacionales, para prevenir riesgos de salud asociados con contaminantes microbiológicos.

Figura 21

Bacterias Coliformes Totales en el manantial de Yuraccyacu por temporada



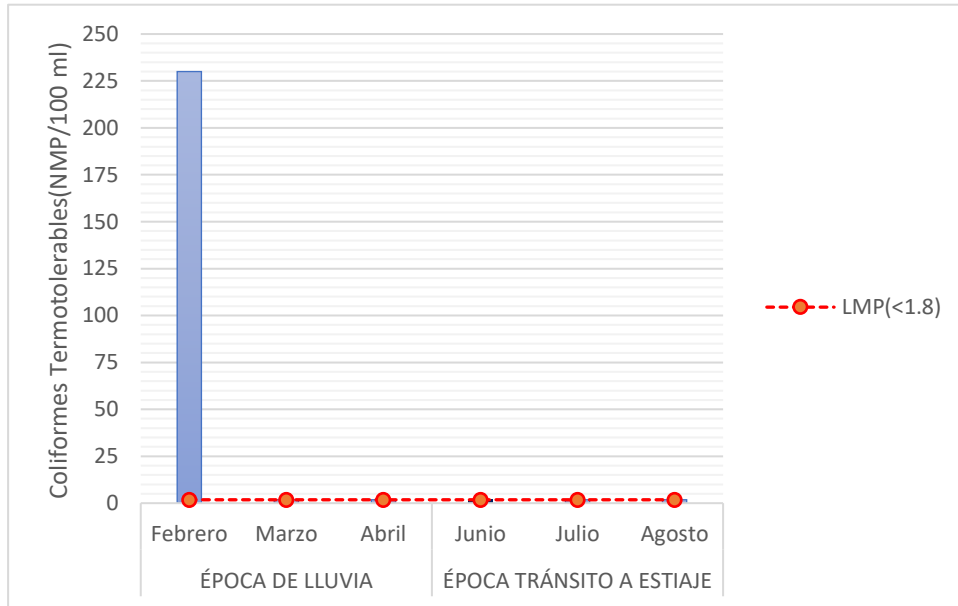
5.1.3.2. Bacterias Coliformes Termotolerables

La tabla 7 y la figura 22, muestran los análisis de Coliformes Termotolerables realizados durante la temporada de lluvia en los meses de febrero, marzo y abril presentando los siguientes resultados: en febrero fue de 230 NMP/100 mL, asociado a eventos climáticos adversos y contaminación heces por arrastre de las lluvias. Sin embargo, en los meses de marzo y abril, los valores se encuentran por debajo del límite máximo permisible. En el periodo de transición a estiaje, los análisis realizados en junio, julio y agosto también presenta valores inferiores al límite máximo permisible de $< 1,8$ mg/L, establecido en el Decreto Supremo N° 031-20210-SA. Morales (2022) realizó mediciones de agua subterránea en el Caserío de Pata Pata - Cajamarca, tuvo como resultado la presencia Coliformes termotolerantes con un valor de 2400 NMP/100 mL y en época de estiaje fue de 1300 NMP/100 mL, superando los valores del manantial de Yuraccyacu. La exposición continua o prolongada a agua contaminada con coliformes termotolerantes puede provocar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Las diarreas y las infecciones gastrointestinales son comunes, y las infecciones por *Escherichia coli* pueden causar complicaciones graves, como síndrome urémico hemolítico, que afecta especialmente a los niños pequeños. Por lo tanto, la presencia de estos coliformes en los manantiales durante la temporada de lluvias resalta la necesidad urgente de implementar medidas de tratamiento y monitoreo adecuados, como la desinfección del

agua y el establecimiento de sistemas de vigilancia. constante de la calidad microbiológica del agua potable para proteger la salud pública.

Figura 22

Bacterias Coliformes Termotolerable en el manantial de Yuraccyacu por temporada

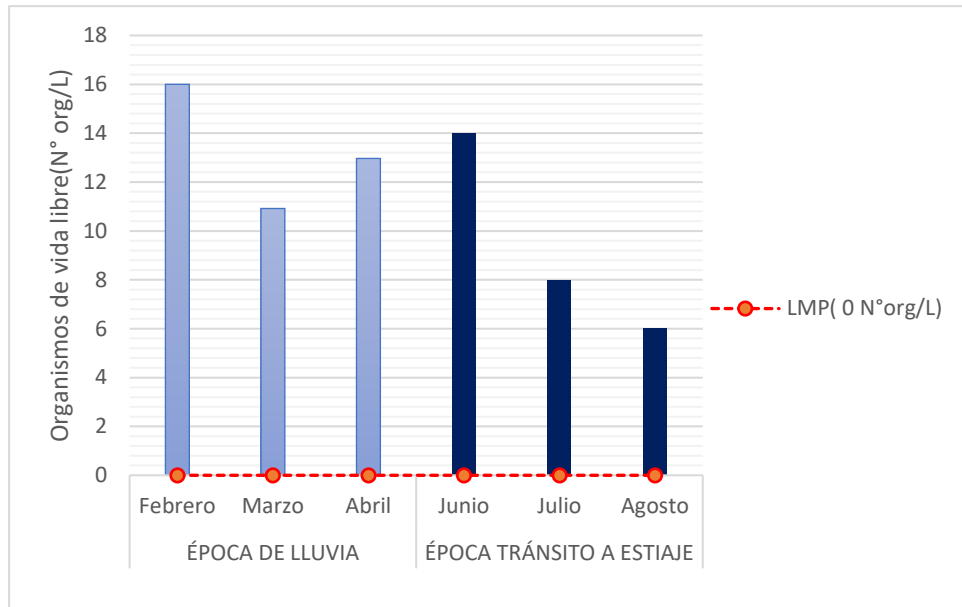


5.1.3.3. Organismo de Vida Libre

De acuerdo a la tabla 7 y la figura 23, los análisis de organismos de vida libre en el agua de consumo mostraron los siguientes resultados: en la época de lluvia en los meses de febrero, marzo y abril 16 N° org/L, 11 N° org/L y 13 N° org/L respectivamente y en época de tránsito a estiaje los meses de Junio, Julio y agosto los resultados fueron 14 N° org/L, 8 N° org/L y 6 N° org/L respectivamente. Al comparar estos resultados con el Decreto Supremo N° 031-20210-SA, se observa que en ambas épocas superan el límite máximo permisible, que es de 0 N° org/L. Torres (2023), realizó mediciones del manantial Ccarcca Puquio - Huanta sus resultados varía de 4,02 y 4,50 N° org/L, estos resultados son menores del manantial de Yuraccyacu y ambos están por encima de los LMP. La presencia de organismos de vida libre en el agua puede indicar contaminación microbiológica y la posible existencia de patógenos que pueden causar enfermedades gastrointestinales.

Figura 23

Organismo de vida libre en el manantial de Yuraccyacu por temporada



5.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL MANANTIAL DE YURACCYACU

Para analizar la concentración de parámetros físicos, microbiológicos y químicos, se pueden aplicar diversas pruebas de análisis estadístico dependiendo del objetivo del análisis y la naturaleza de los datos.

5.2.1. Análisis Estadísticos de los Parámetros Físicos de las Muestras

A continuación, se indica algunas pruebas estadísticas comunes que se pueden realizar.

5.2.1.1. Análisis Estadístico Descriptivo de los Parámetros Físicos

La tabla 8 muestra los resultados estadístico descriptivo de los parámetros físicos.

Tabla 8*Estadística descriptiva de los parámetros físicos*

Época	Parámetros Físicos	N° Datos	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Varianza	Mediana
Lluvia	Temperatura (°C)	3	15,63	0,06	15,6	15,7	0,0033	15,6
	Turbiedad (5 UNT)	3	278,67	26,10	254	306	681,333	276
	Conductividad (1500 µmho/cm)	3	94,50	0,50	94	95	0,2500	94,5
	Solidos totales disueltos (1000 mg/L)	3	861,78	28,41	829	879,33	807,090	877
Tránsito a estiaje	Temperatura (°C)	3	15,60	0,00	15,6	15,6	0,0000	15,6
	Turbiedad (UNT)	3	26,27	18,38	10	46,2	337,6933	22,6
	Conductividad (µmho/cm)	3	142,33	2,52	140	145	6,3333	142
	Solidos totales disueltos (mg/L)	3	652,00	3,61	649	656	13,0000	651

Nota. Para realizar este análisis descriptivo se utilizó el Microsoft Excel.

De la Tabla 8, el que presenta mayor desviación estándar son los sólidos totales disueltos en las diferentes épocas (lluvia y tránsito a estiaje) muestra una diferencia en la dispersión de los datos entre estas dos estaciones, la desviación estándar es de 28,41 en la época de lluvia indicando una mayor variabilidad en los valores de sólidos totales disueltos, lo que señala una mayor heterogeneidad. Esto puede deberse a la influencia de factores como el arrastre de materiales por el aumento en el flujo de agua durante las épocas de lluvia. Por otro lado, en la época de tránsito a estiaje, la desviación estándar disminuye a 3,61, lo que señala una menor dispersión de los datos y, por tanto, mayor homogeneidad. Esto sugiere que, durante esta época los valores de sólidos totales disueltos son más consistentes y estables, lo que podría estar relacionado con Análisis Estadístico de Correlación de los Parámetros Físicos.

Prueba de la Normalidad

Para realizar la prueba estadística de correlación, primero se debe identificar si las muestras o concentraciones de los parámetros físicos, obtenidas en época de lluvia y estiaje siguen una distribución normal, Para ello se aplica la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk (datos < 50).

Donde:

Si tiene distribución normal ($p > 0,05$)

No Tiene distribución normal ($p < 0,05$)

Tabla 9

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de los parámetros físicos

	W	p
Conductividad	0,9475	0,72027
STD	0,8743	0,2441
Turbiedad	0,9364	0,62998

Nota. W: prueba de Shapiro-Wilk. Software estadístico Jamovi 2.3.28.

Los valores de p son mayores que 0,05, según la prueba de Shapiro-Wilk, los datos de conductividad, STD y turbiedad no muestran evidencia de desviarse significativamente por lo tanto tiene una distribución normal.

Pruebas paramétricas.

Una vez determinado que las muestras tienen una distribución normal, se debe realizar la prueba paramétrica de ANOVA para comparar las concentraciones de los parámetros físicos, obtenidas en época de lluvia y época de tránsito a estiaje, que son dos condiciones diferentes.

Donde:

Existe diferencia significativa ($p < 0,05$)

No existe diferencia significativa ($p > 0,05$)

Tabla 10

Prueba paramétrica de ANOVA para los parámetros físicos

	F	gl1	gl2	p
Conductividad	1022,45	1	2,210	0,00054
TDS	161,949	1	2,065	0,00541
Turbiedad	187,549	1	3,592	0,00031

Nota. F: prueba de Levene; gl1: grados de libertad del numerador; gl2: grados de libertad del denominador. Software estadístico Jamovi 2.3.28.

Para los parámetros físicos como: la conductividad, la TDS, y la turbiedad, hay diferencias significativas entre los grupos (época de lluvia y época de estiaje) según el ANOVA de Welch. Para estas variables, también se cumple la prueba de normalidad, por lo que los resultados del ANOVA son válidos.

Análisis Estadístico del Coeficiente de Correlación de Pearson

Se determinó que las concentraciones de los parámetros físicos tanto en época de lluvia y estiajes tienen una distribución normal, por lo cual se debe aplicar el análisis estadístico de correlación de Pearson.

Tabla 11*Grado de correlación de Pearson*

r	Grado de correlación
- 1,00	correlación negativa perfecta
- 0,90	correlación negativa muy fuerte
- 0,75	correlación negativa considerable
- 0,50	correlación negativa media
- 0,25	correlación negativa débil
- 0,10	correlación negativa muy débil
0,00	<i>No existe correlación alguna entre las variables</i>
0,10	correlación positiva muy débil
0,25	correlación positiva débil
0,50	correlación positiva media
0,75	correlación positiva considerable
0,90	correlación positiva muy fuerte
1,00	correlación positiva perfecta

Nota. Hernández, Fernández y Baptista (2016), p.304 - 305

Tabla 12*Matriz de correlación de Pearson de los parámetros físicos*

	Temperatura	Conductividad	STD	Turbiedad	Caudal
Temperatura	—				
Conductividad	- 0,4401	—			
STD	0,5148	- 0,9829	—		
Turbiedad	0,5384	- 0,9923	0,9788	—	
Caudal	0,7025	- 0,9062	0,9303	0,9303	—

Nota. Software estadístico Jamovi 2.3.28

La tabla 12 muestra una matriz de correlaciones de Pearson entre diferentes variables relacionadas con la calidad del agua, la temperatura, la conductividad, la desviación estándar (TDS), la turbiedad y el caudal. A continuación, se interpretan los coeficientes de correlación:

- ***Temperatura y conductividad***

Correlación de - 0,4401, lo que refleja una moderada correlación negativa. Un aumento en la temperatura parece estar relacionado con una disminución en la conductividad.

- ***Temperatura y TDS***

Correlación de 0,5148, una moderada correlación positiva. A medida que la temperatura aumenta, la desviación estándar también aumenta.

- ***Temperatura y turbiedad***

Correlación de 0,5384, lo que sugiere una moderada correlación positiva. Un aumento en la temperatura está relacionado con un aumento en la turbiedad.

- ***Temperatura y caudal***

Correlación de 0,7025, una fuerte correlación positiva. Cuando la temperatura sube, el caudal tiende a aumentar también.

- ***Conductividad y TDS***

Correlación de - 0,9829, lo que refleja una muy fuerte correlación negativa. A medida que la conductividad aumenta, la desviación estándar disminuye significativamente.

- ***Conductividad y turbiedad***

Correlación de - 0,9923, una correlación negativa extremadamente fuerte. Cuando la conductividad aumenta, la turbiedad tiende a disminuir fuertemente.

- ***Conductividad y caudal***

Correlación de - 0,9062, lo que indica una muy fuerte correlación negativa. A mayor conductividad, el caudal disminuye.

- ***TDS y turbiedad***

Correlación de 0,9788, lo que sugiere una muy fuerte correlación positiva. A medida que aumenta la desviación estándar, también aumenta la turbiedad.

- ***TDS y caudal***

Correlación de 0,9303, lo que indica una muy fuerte correlación positiva. Un aumento en la desviación estándar está relacionado con un aumento en el caudal.

- ***Turbiedad y caudal***

Correlación de 0,9303, lo que refleja una muy fuerte correlación positiva. A mayor turbiedad, mayor es el caudal.

5.2.2. Análisis Estadísticos de los Parámetros Químicos de las Muestras

5.2.2.1. Análisis Descriptivo de los Parámetros Químicos

La tabla 13 muestra los resultados estadístico descriptivo de los parámetros químicos.

Tabla 13*Estadística descriptiva de los parámetros químicos*

Época	Parámetros Físicos	N° Datos	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Varianza	Mediana
Lluvia	Aluminio (0,2 mg/L)	3	40,50	3,21	37,2910	43,7170	10,3234	40,5040
	Arsénico (0,01 mg/L)	3	0,01	0,00	0,0117	0,0127	0,0000	0,0122
	Hierro (0,3 mg/L)	3	21,09	2,36	18,7310	23,4551	5,5793	21,0931
	Plomo (0,01 mg/L)	3	0,02	0,00	0,0123	0,0193	0,0000	0,0158
Tránsito a estiaje	Aluminio (0,2 mg/L)	3	8,91	3,51	5,3960	12,4240	12,3482	8,9100
	Arsénico (0,01 mg/L)	3	0,00	0,00	0,0012	0,0035	1,24E-06	0,0022
	Hierro (0,3 mg/L)	3	2,79	1,12	1,6728	3,9071	1,2480	2,7900
	Plomo (0,01 mg/L)	3	0,00	0,00	0,0012	0,0021	0,0000	0,0017

Nota. Para realizar este análisis descriptivo se utilizó el Microsoft Excel.

De la tabla 13, el que presenta mayor desviación estándar es el aluminio en las diferentes épocas (lluvia y tránsito a estiaje) muestra una diferencia en la dispersión de los datos entre estas dos estaciones. La desviación estándar de 3,21 y 3,61 respectivamente indica poca variabilidad en los valores del aluminio, lo que sugiere una menor heterogeneidad. Esto sugiere que, durante esta la época los valores de aluminio son más consistentes y estables, lo que podría estar relacionado con el mayor caudal mayor concentración de aluminio y a menor caudal menor concentración de aluminio.

Y el que presenta menor desviación estándar es el arsénico en las épocas de lluvia y tránsito a estiaje no hay variabilidad en ambas estaciones, con un valor de 0,00 en ambas épocas. Estos valores reflejan que, a pesar de las condiciones ambientales variables entre ambas épocas, la dispersión de los datos de arsénico es prácticamente nula, implica que las mediciones de arsénico son sumamente consistentes, con una diferencia mínima entre los distintos puntos de muestreo.

5.2.2.2. Análisis Estadístico de Correlación de los Parámetros Químicos

Prueba de la Normalidad

Para realizar la prueba estadística de correlación, primero se debe identificar si las muestras o concentraciones de los parámetros químicos, obtenidas en época de lluvia y estiaje siguen una distribución normal, Para ello se aplica la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk (datos < 50).

Donde:

Si tiene distribución normal ($p > 0,05$)

No Tiene distribución normal ($p < 0,05$)

Tabla 14*Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) de los parámetros químicos*

	W	p
Al	0,8816	0,27664
As	0,8651	0,20725
Fe	0,9835	0,9677
Pb	0,9073	0,41859
Ca *	0,9521	0,75703
Sr *	0,9814	0,95841
P *	0,8752	0,24782
Mg *	0,9172	0,4855
K *	0,9823	0,96251
SiO ₂ *	0,9838	0,96885
Si *	0,9838	0,96885
Ti *	0,9531	0,76509

Nota. W: prueba de Shapiro-Wilk. (*) Parámetros químicos no mencionados en el D.S. N°031-2010. Software estadístico Jamovi 2.3.28

Los valores de p son mayores que 0,05, según la prueba de Shapiro-Wilk, los datos de los metales no muestran evidencia de desviarse significativamente por lo tanto tiene una distribución normal.

Pruebas Paramétricas

Una vez determinado que las muestras tienen una distribución normal, se debe realizar la prueba paramétrica de ANOVA para comparar las concentraciones de los parámetros químicos, obtenidas en época de lluvia y época de tránsito a estiaje, que son dos condiciones diferentes.

Donde:

Existe diferencia significativa ($p < 0,05$)

No existe diferencia significativa ($p > 0,05$)

Tabla 15*Prueba paramétrica de ANOVA para los parámetros químicos*

	F	gl1	gl2	p
Al	132,0836	1	3,968	0,00034
As	0,003843	1	2,013	0,95618
Fe	147,2046	1	2,852	0,00153
Pb	48,2367	1	2,066	0,01844
Ca *	40,35406	1	3,511	0,00484
Sr *	3,908401	1	2,541	0,15885
P *	45,54152	1	3,981	0,00256
Mg *	0,517242	1	3,82	0,51355
K *	187,4247	1	2,917	0,00097
SiO ₂ *	22,18384	1	2,832	0,0206
Si *	22,17578	1	2,832	0,0206
Ti *	214,8236	1	3,498	0,00029

Nota. F: prueba de Levene; gl1: grados de libertad del numerador; gl2: grados de libertad del denominador. Software estadístico Jamovi 2.3.28.

Para los parámetros químicos como: As (D.S. N° 031-2010-SA) y Sr*, y Mg*, no existe diferencias significativas entre los grupos (época de lluvia y época de estiaje) según el ANOVA de Welch. Para estas variables, también se cumple la prueba de normalidad, por lo que los resultados del ANOVA son válidos.

Mientras que los parámetros químicos como: Al, Fe, Pb, Ca*, P*, K*, SiO₂*, Si* y Ti* muestra diferencias significativas y cumple con la normalidad.

Análisis Estadístico del Coeficiente de Correlación de Pearson

Se determinó que las concentraciones de los parámetros químicos tanto en época de lluvia y estiajes tienen una distribución normal, por lo cual se debe aplicar el análisis estadístico de correlación de Pearson, en la tabla 16 se observa los grados de correlación. A continuación, se muestra la correlación de Pearson.

Tabla 16*Matriz de correlación de Pearson de los parámetros químicos*

	Caudal	Al	As	Fe	Pb	Ca *	Sr *	P *	Mg *	K *	SiO₂ *	Si *	Ti *	Turbiedad
Caudal	—													
Al	0,9403	—												
As	- 0,2825	- 0,163	—											
Fe	0,9347	0,9979	- 0,108	—										
Pb	0,9311	0,9829	- 0,08	0,991	—									
Ca *	- 0,7609	- 0,89	- 0,152	- 0,893	- 0,842	—								
Sr *	- 0,5455	- 0,647	0,2315	- 0,613	- 0,501	0,7949	—							
P *	0,9531	0,9931	- 0,235	0,99	0,9852	- 0,83	- 0,584	—						
Mg *	0,6072	0,4928	- 0,639	0,4828	0,5474	- 0,041	0,1059	0,5911	—					
K *	0,9336	0,9986	- 0,164	0,9947	0,973	- 0,906	- 0,685	0,9871	0,4581	—				
SiO ₂ *	0,9438	0,9687	- 0,213	0,9718	0,9876	- 0,762	- 0,452	0,9881	0,6688	0,9548	—			
Si *	0,9438	0,9687	- 0,213	0,9718	0,9875	- 0,762	- 0,452	0,9881	0,6688	0,9548	1,000	—		
Ti *	0,9331	0,9991	- 0,147	0,9965	0,9768	- 0,908	- 0,674	0,9874	0,4567	0,9998	0,9572	0,9572	—	
Turbiedad	0,9373	0,9988	- 0,119	0,9993	0,9861	- 0,901	- 0,637	0,9891	0,4695	0,9973	0,966	0,966	0,9985	—

Nota. (*) Parámetros químicos no mencionados en el D.S. N°031-2010-SA. Software estadístico Jamovi 2.3.28.

La tabla 16 muestra una matriz de correlaciones entre varias variables, incluyendo elementos químicos (como Al, As, Fe, Pb, etc.) y parámetros físicos (como caudal y turbiedad) en un análisis de agua. La correlación de Pearson mide cómo dos variables están relacionadas, con valores cercanos a 1 o -1 indicando correlaciones fuertes (positiva o negativa, respectivamente). A continuación, se interpretan los coeficientes de correlación:

Caudal

- ***Aluminio (Al)***

Correlación positiva fuerte (0,9403), lo que sugiere que a medida que aumenta el caudal, también lo hace la concentración de Al.

- ***Hierro (Fe)***

Correlación positiva fuerte (0,9347), similar a la relación con Al.

- ***Plomo (Pb)***

Correlación alta (0,9311), indicando una relación muy fuerte entre el caudal y el plomo.

- ***Turbiedad***

Relación muy fuerte (0,9373), lo que significa que, a mayor caudal, también hay mayor turbiedad.

Aluminio (Al)

- ***Hierro (Fe)***

Correlación extremadamente alta (0,9979), indicando que estos dos elementos tienden a aumentar o disminuir juntos de forma casi idéntica.

- ***Plomo (Pb)***

Relación positiva muy fuerte (0,9829), lo que indica que el Al y el Pb varían de manera conjunta.

- ***Turbiedad***

Correlación altísima (0,9988), lo que sugiere que los niveles de aluminio están fuertemente asociados con la turbiedad.

Arsénico (As)

- ***Caudal***

Correlación negativa moderada (- 0,2825), lo que sugiere que a medida que aumenta el caudal, la concentración de arsénico tiende a disminuir.

- ***Aluminio (Al)***

Correlación negativa débil (- 0,1633), lo que indica que hay poca o nula relación entre el arsénico y el aluminio en este contexto.

Plomo (Pb)

- ***Caudal***

Correlación positiva fuerte (0,9311), lo que indica que a medida que aumenta el caudal, también lo hace la concentración de plomo.

- ***Turbiedad***

Correlación muy alta (0,9861), lo que indica que mayores niveles de plomo están asociados con mayores niveles de turbiedad.

Calcio (Ca*)

- ***Plomo (Pb)***

Correlación negativa fuerte (- 0,8424), lo que indica que un aumento en el calcio está relacionado con una disminución en la concentración de plomo.

- **Estroncio (Sr)**

Correlación positiva fuerte (0,7949), lo que indica que ambos elementos tienden a variar de manera conjunta.

Estroncio (Sr*):

- **Hierro (Fe)**

Correlación positiva moderada (0,2315), lo que indica una relación algo débil entre el Sr y el Fe.

- **Turbiedad**

Correlación negativa fuerte (- 0,9008), lo que indica que mayores niveles de Sr están asociados con menor turbiedad.

Fósforo (P*)

- **Caudal**

Correlación fuerte positiva (0,9531), lo que indica que a medida que aumenta el caudal, también lo hace el fósforo.

- **turbiedad:**

Fuertemente correlacionada con casi todas las variables, especialmente con Al (0,9988), Fe (0,9993), y Pb (0,9861), lo que sugiere que la turbiedad está estrechamente relacionada con estos elementos en el agua.

Silicio (Si)

- **Sílice (SiO₂)**

Correlación muy alta (0,9973), lo que indica que el Si y el SiO₂ están fuertemente relacionados, como es de esperar, ya que el SiO₂ es una forma compuesta del Si. A medida que aumenta el contenido de sílice (Si), también lo hace la cantidad de dióxido de silicio (SiO₂).

- **Potasio (K)**

Correlación positiva fuerte (0,9548), lo que indica que a mayores concentraciones de Si, también tienden a aumentar los niveles de K. Esto sugiere que estos elementos podrían estar presentes en las mismas fuentes o procesos geológicos.

- **Estroncio (Sr)**

Correlación positiva fuerte (0,9548), similar a la correlación con K. A medida que aumenta el contenido de Si, los niveles de Sr también tienden a aumentar, lo que podría reflejar asociaciones en la mineralogía del agua o en los materiales sedimentarios.

- **Turbiedad**

Correlación fuerte positiva (0,9973), lo que implica que el Si está estrechamente relacionado con la turbiedad. Esto sugiere que las partículas de sílice contribuyen significativamente a los niveles de turbiedad en el agua.

Sílice (SiO₂)

- **Estroncio (Sr)**

Correlación muy fuerte positiva (0,9881), lo que indica que a medida que aumenta la concentración de SiO₂, también lo hace la de Sr. Ambos podrían estar presentes en minerales similares o en las mismas fuentes geológicas.

- **Hierro (Fe)**

Correlación muy fuerte positiva (0,9718), lo que sugiere que altos niveles de SiO₂ están asociados con altos niveles de Fe. Esto podría estar relacionado con el arrastre de minerales ricos en hierro junto con la sílice.

- **Caudal**

Correlación fuerte positiva (0,9438), lo que indica que cuando aumenta el caudal, los niveles de SiO₂ también tienden a aumentar. Esto sugiere que el caudal podría estar movilizandando más partículas que contienen sílice.

Potasio (K)

- **Sílice (SiO₂)**

Correlación fuerte positiva (0,9881), lo que sugiere que ambos elementos están estrechamente relacionados en las muestras de agua. Esto puede deberse a que el K y el SiO₂ son liberados de las mismas fuentes minerales o suelos.

- **Estroncio (Sr)**

Correlación moderada (0,6688), lo que indica que hay una relación entre K y Sr, pero no tan fuerte como la observada con SiO₂. Es posible que compartan algunas fuentes comunes, pero no en la misma magnitud.

- **Turbiedad**

Correlación positiva moderada (0,9973), lo que implica que los niveles de K están relacionados con la turbiedad, aunque no tan fuertemente como otros elementos.

Estroncio (Sr)

- **Hierro (Fe)**

Correlación positiva moderada (0,2315), lo que indica una relación débil entre el estroncio y el hierro en las muestras. Aunque hay una relación, no es particularmente fuerte, lo que sugiere que estos elementos no siempre se encuentran en las mismas proporciones.

- **Turbiedad**

Correlación negativa fuerte (- 0,9008), lo que significa que a medida que aumentan los niveles de estroncio (Sr), la turbiedad tiende a disminuir. Esto

sugiere que el Sr podría estar presente en forma disuelta más que en partículas suspendidas que causan turbiedad.

- ***Caudal***

Correlación negativa moderada (- 0,5455), lo que sugiere que un mayor caudal podría estar diluyendo la concentración de Sr en el agua.

Hierro (Fe)

- ***Aluminio (Al)***

Correlación extremadamente fuerte (0,9979), lo que indica que el Fe y el Al están altamente correlacionados y probablemente provienen de fuentes comunes, como la disolución de minerales que contienen estos elementos. Un aumento en uno de ellos casi siempre implica un aumento en el otro.

- ***Plomo (Pb)***

Correlación muy fuerte (0,9947), lo que sugiere que el hierro y el plomo están estrechamente relacionados. Esto podría ser el resultado de la presencia de minerales que contienen ambos elementos o de procesos de contaminación.

- ***Turbiedad***

Correlación extremadamente alta (0,9993), lo que indica que los niveles de hierro están fuertemente relacionados con la turbiedad. Esto sugiere que el hierro podría estar presente en partículas en suspensión que contribuyen a la turbiedad del agua.

5.2.3. Análisis Estadísticos de los Parámetros Microbiológicos de las Muestras

5.2.3.1. Análisis descriptivo de los Parámetros Microbiológicos

La tabla 17 muestra los resultados estadístico descriptivo de los parámetros microbiológicos.

Tabla 17*Estadística descriptiva de los parámetros microbiológicos*

Época	Parámetros Físicos	N° Datos	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Varianza	Mediana
Lluvia	Bacterias Coliformes Totales (< 1,8 NMP/100 mL)	3	164,53	281,86	1,8	490,0	79446,41	1,8
	Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales (< 1,8 NMP/100 mL)	3	77,87	131,75	1,8	230,0	17358,41	1,8
	Bacterias Heterotróficas (500 UFC/mL)	3	47,00	63,22	10,00	120,0	3997,00	11,0
	Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos (N° org/L)	3	13,30	2,56	10,92	16,0	6,53	12,97
Tránsito a estiaje	Bacterias Coliformes Totales (< 1,8 NMP/100 mL)	3	1,80	0,00	1,8	1,8	0,00	1,8
	Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales (< 1,8 NMP/100 mL)	3	1,80	0,00	1,8	1,8	0,00	1,8
	Bacterias Heterotróficas (500 UFC/mL)	3	24,50	17,50	7,00	42,0	306,25	24,5
	Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos (N° org/L)	3	9,33	4,16	6,00	14,0	17,33	8,00

De la Tabla 17, el que presenta mayor desviación estándar son los coliformes totales en las diferentes épocas (lluvia y tránsito a estiaje), muestra una diferencia en la dispersión de los datos entre estas dos estaciones. La desviación estándar de 281,86 en la época de lluvia indica una mayor variabilidad en los valores de los coliformes totales, lo que sugiere una mayor heterogeneidad. Esto puede deberse a la influencia de factores como el arrastre de materiales, el pastoreo a su alrededor, por el aumento en el flujo de agua durante las épocas de lluvia. Por otro lado, en la época de tránsito a estiaje, no hay desviación estándar 0,00. Estos valores reflejan que, a pesar de las condiciones ambientales variables en la época de tránsito a estiaje, la dispersión de los datos de coliformes totales es prácticamente nula, implica que las mediciones son sumamente consistentes.

5.2.3.2. Análisis Estadístico de Correlación de los Parámetros Microbiológicos

Prueba de la Normalidad.

Para realizar la prueba estadística de correlación, primero se debe identificar si las muestras o concentraciones de los parámetros microbiológicos, en la tabla 18 muestra los resultados obtenidos en época de lluvia y estiaje siguen una distribución normal, Para ello se aplica la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk (datos < 50).

Donde:

Si tiene distribución normal ($p > 0,05$)

No Tiene distribución normal ($p < 0,05$)

Tabla 18*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) de los parámetros microbiológicos*

	W	p
Bacterias Coliformes Totales	0,8137	0,07784
Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales	0,8137	0,07784
Escherichia coli	0,8137	0,07784
Bacterias Heterotróficas	0,8853	0,29435
Organismos de vida libre, algas, protozoarios, etc.	0,9086	0,42734

Nota. W: prueba de Shapiro-Wilk. Software estadístico Jamovi 2.3.28

Esta prueba verifica si las variables siguen una distribución normal, lo cual es un supuesto importante en el ANOVA. Los parámetros como: bacterias coliformes totales, bacterias coliformes termotolerables o fecales y Escherichia coli, dan como resultado los valores de $W = 0,8137$ y $p = 0,07784$, donde el valor de p es mayor que $0,05$, lo que indica que estas variables cumplen con la prueba de normalidad. También, las bacterias heterotróficas tienen valores de $W = 0,8853$ y $p = 0,29435$, aquí el valor de p es mayor que $0,05$, lo que indica que esta variable sigue una distribución normal y cumple con la prueba de normalidad.

Mientras los organismos de vida libre (algas, protozoarios, etc.) tienen los valores de $W = 0,9086$ y $p = 0,42734$, este parámetro también pasa la prueba de normalidad ($p > 0,05$), indicando que sigue una distribución normal.

Pruebas Paramétricas

Una vez determinado que las muestras tienen una distribución normal, se debe realizar la prueba paramétrica de ANOVA para comparar las concentraciones de los parámetros microbiológicos, obtenidas en época de lluvia y época de tránsito a estiaje, que son dos condiciones diferentes.

Donde:

Existe diferencia significativa ($p < 0,05$)

No existe diferencia significativa ($p > 0,05$)

Tabla 19*Prueba Paramétrica de ANOVA para los parámetros microbiológicos*

	F	gl1	gl2	p
Bacterias Coliformes Totales	NaN	1	NaN	NaN
Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales	NaN	1	NaN	NaN
Escherichia coli	NaN	1	NaN	NaN
Bacterias Heterotróficas	0,3529	1	2,305	0,6056
Organismos de vida libre, algas, protozoarios, etc.	16,6939	1	3,901	0,0158

Nota. F: prueba de Levene; gl1: grados de libertad del numerador; gl2: grados de libertad del denominador. Software estadístico Jamovi 2.3.28.

Factor (Welch), este análisis de un factor se utiliza para comparar las medias de diferentes grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellos. En este caso, se analiza para varias categorías de bacterias y organismos. Bacterias coliformes totales, bacterias coliformes termotolerables o fecales, y escherichia coli, los valores de F y p no presentan valores ("NaN"), lo que indica que no fue posible realizar la prueba de ANOVA para estas variables, posiblemente debido a los valores de la varianza (igual a cero) en la época de estiaje.

Mientras para las bacterias heterotróficas dan como resultado $F = 0,3529$ y $p = 0,601560$, este valor de p sugiere que no hay diferencias significativas entre los grupos para esta variable ($p > 0,05$), lo que implica que las bacterias heterotróficas no presentan una variación notable en función de los factores evaluados.

También los organismos de vida libre (algas, protozoarios, etc.) presenta resultados de $F = 16,6939$ y $p = 0,01580$, aquí se observa un valor de p significativo ($p < 0,05$), lo que sugiere que hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados para los organismos de vida libre. Esto indica que alguna de las condiciones estudiadas tiene un efecto importante sobre la presencia de estos organismos.

Análisis Estadístico del Coeficiente de Correlación de Pearson

Se determinó que las concentraciones de los parámetros físicos tanto en época de lluvia y estiajes tienen una distribución normal, por lo cual se debe aplicar el análisis estadístico de correlación de Pearson.

La Tabla 20, presentada muestra una matriz de correlaciones de Pearson entre diferentes variables relacionadas con la calidad del agua, como la presenta Bacterias coliformes totales, bacterias termo tolerables, bacterias heterotróficas y organismos de vida libre, algas, protozoarios, etc y también se muestran las variables de turbiedad y caudal con las cuales se efectuaron las correlaciones. A continuación, se interpretan los coeficientes de correlación:

Tabla 20*Matriz de correlación de Pearson de los parámetros microbiológicos*

	Turbiedad	Bacterias Coliformes Totales	Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales	Bacterias Heterotróficas	Organismos de vida libre, algas, protozoarios, etc.	Caudal
Turbiedad	—					
Bacterias Coliformes Totales	0,5384	—				
Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales	0,5384	1,000	—			
Bacterias Heterotróficas	0,3594	0,9536	0,9536	—		
Organismos de vida libre, algas, protozoarios, etc.	0,9403	0,6353	0,6353	0,4534	—	
Caudal	0,9373	0,7025	0,7025	0,5055	0,9262	—

Nota. Software estadístico Jamovi 2.3.28

- **Turbiedad**

Está correlacionada fuertemente con organismos de vida libre como algas, protozoarios, etc. (0,9403) y con el caudal (0,9373). Esto sugiere que a medida que aumenta el caudal o la cantidad de organismos, también aumenta la turbiedad del agua. Esto puede deberse a la resuspensión de sedimentos o a la presencia de microorganismos que aumentan la materia particulada en suspensión.

Hay una correlación moderada (0,5384) con bacterias coliformes totales, lo que indica que el aumento de turbiedad también puede estar relacionado con la presencia de estas bacterias, aunque no de forma tan directa como con los organismos de vida libre.

- **Bacterias Coliformes Totales**

Existe una fuerte correlación (1,000) con bacterias coliformes termotolerantes o fecales, lo que es lógico ya que ambas son categorías de coliformes y tienden a coexistir.

Correlación alta con bacterias heterotróficas (0,9536), sugiriendo que a mayor presencia de coliformes totales, también aumenta la cantidad de bacterias heterotróficas. Esto puede ser un indicador de contaminación orgánica en el agua.

- **Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales**

Correlaciones similares a las coliformes totales, destacándose la relación fuerte con las bacterias heterotróficas (0,9536). Esto puede ser importante en la evaluación del riesgo microbiológico en el agua.

- **Bacterias Heterotróficas**

Además de su relación fuerte con coliformes, tiene una correlación moderada con el caudal (0,5055). Esto sugiere que el caudal puede influir en la cantidad de bacterias heterotróficas presentes, posiblemente por la dilución o arrastre de materia orgánica.

Organismos de vida libre (algas, protozoarios, etc.):

Correlación alta con la turbiedad (0,9403), lo que refuerza la idea de que un aumento en organismos de vida libre contribuye significativamente a la turbiedad del agua.

Relación moderada con coliformes totales y termotolerantes (0,6353), lo que indica que la presencia de estos organismos no solo está asociada a la turbiedad, sino también a la contaminación microbiológica.

- **Caudal**

Correlación fuerte con turbiedad (0,9373) y con organismos de vida libre (0,9262). Esto indica que, en condiciones de mayor caudal, hay un incremento en estos dos factores, lo cual puede estar vinculado a la mayor disponibilidad de nutrientes o la resuspensión de partículas en el agua.

CONCLUSIONES

La evaluación de la calidad del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu, reveló el incumplimiento de algunos parámetros de calidad físicos, químicos y microbiológicos en comparación con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

El parámetro físico de calidad del agua que no cumple con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA para consumo humano, fue la turbiedad que excede los límites máximos permitidos, alcanzando 306 UNT en la época de lluvias y 46,2 UNT durante el tránsito a estiaje. Se identificó una valoración positiva muy fuerte entre la turbiedad y el caudal (0,9303). Mientras que los parámetros químicos como el aluminio y hierro registraron en la temporada de lluvias (43,7170 mg/L y 23,4551 mg/L, respectivamente), disminuyendo en la temporada de tránsito a estiaje. La correlación de Pearson de la turbiedad con el aluminio (0,9988) y el hierro (0,9993) fue muy alta, lo que sugiere una estrecha relación entre estos elementos y la turbiedad en el agua, indicando que, a mayor turbiedad, aumentan las concentraciones de estos metales.

En febrero, durante la época de lluvias, los análisis microbiológicos mostraron altos niveles de contaminación: 490 NMP/100 mL de coliformes fecales y 230 NMP/100 mL de coliformes totales, atribuidos al arrastre de contaminantes por las lluvias. Los organismos de vida libre superaron los límites máximos permisibles, variando de 16 a 11 N°org/L en lluvias y de 14 a 6 N°org/L en estiaje. La correlación de Pearson del caudal con la turbiedad (0,9373) y con los organismos de vida libre (0,9262) fueron altas, lo que indica que en condiciones de mayor caudal hay un incremento en estos dos factores.

La fuente de agua de Yuraccyacu no cumple completamente con los límites máximos permisibles del Decreto Supremo N°031-2010-SA. Durante la temporada de lluvias, se registran niveles elevados de turbiedad, metales como aluminio, hierro, arsénico y plomo, y microorganismos como coliformes totales, fecales y organismos de vida libre. En el tránsito hacia el estiaje, la mayoría de los parámetros de calidad del agua, cumplen con los límites máximos permisibles, pero persisten problemas con la turbiedad y los metales (aluminio y hierro), que siguen excediendo los límites establecidos. La correlación de Pearson indicó que los parámetros físicos, químicos y microbiológicos estuvieron altamente relacionados con el caudal y la turbiedad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades pertinentes de la comunidad de Yuraccyacu, implementar un tratamiento convencional de coagulación y floculación para disminuir la turbiedad y remover los metales pesados.

Proteger el entorno del manantial de Yuraccyacu para prevenir su contaminación microbiológica, la cual es causado por pastoreo de animales y la acumulación de residuos sólidos en la zona cercana de captación y en las áreas de escurrentía. Esto permitirá evitar que se contamine la fuente y potenciará la conservación y mejora continua de la calidad del agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (2008). *División de toxicidad y medicina ambiental*. Resumen de salud pública de aluminio. https://www.google.com/search?q=Agencia+para+sustancias+t%C3%B3xicas+y+el+registro+de+enfermedades%3A+resumen+de+salud+pública+del+aluminio&rlz=1C1VDKB_esPE1002PE1002&oq=Agencia+para+sustancias+t%C3%B3xicas+y+el+registro+de+enfermedades%3A+resumen+de+salud+pública+del+aluminio&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTMxOTk0ajBqNKqCALACA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (2004). *División de toxicidad y medicina ambiental*. Resumen de salud pública del estroncio. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs159.pdf
- Aguilar, O., & Navarro, B. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017*. [Tesis de título profesional, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio UTEA. <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/130/3/Tesis-Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.pdf>
- Autoridad Nacional del agua [ANA]. (2012). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA-PE)*. Lima, Perú. 3er informe. p. 11-14. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf
- Atencio, G. (2018). *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*. [Tesis de título profesional, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio UNDAC. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf
- Berrocal, N. & Pérez, E. (2021). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano del asentamiento el Barón, Esparza-Puntarenas*. Pensamiento Actual. 21(31), 33-47. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/48976/49234>
- Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L. & Lujano, L. (2018). *Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno – Perú*. Fides et Ratio. 15(15), 47-68. http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v15n15/v15n15_a05.pdf
- Cava, T. & Ramos, R. (2016). *Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento*. [Tesis de título de profesional, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio UNPRG. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/850>
- Decreto Supremo N° 031.2010-SA. “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.” (1ra edición). Lima, Perú. http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf
- Dueñas, C., & Hinojosa, L. (2021). *Calidad del agua potable y su influencia en la salud humana*. Gnosis Wisdom. 1(03), 11-20. http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v15n15/v15n15_a05.pdf

- Gobierno Regional de Cangallo. (2018). *Plan de Gobierno de la provincia de Cangallo*. Cangallo. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/388572962/Plan-de-Gobierno-de-Oscar-Raul-Huamaccto-Huacausi>
- Guimaraes, L. (2022). *Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Callería – Ucayali, 2020*. [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio UNU. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5194/B02_2022_UNU_MAE_STRIA_2022_TM_LUIS_GUIMARAES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, L. (2017). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGRAW-HILL
- Martínez, A. & Goenaga, J. (2017). *Análisis de la calidad de agua para consumo humano en el corregimiento de la Peña-Atlántico y determinación de riesgo potencial para la salud humana*. [Tesis de título profesional, Universidad de la costa, CUC]. Repositorio core. <https://core.ac.uk/download/pdf/270319108.pdf>
- Mejía, L. & Zela, M. (2019). *Análisis microbiológico del agua para consumo humano de la población del centro poblado Pachapiriana, distrito de Chontalí, provincia de Jaén– 2019*. [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12256/MENDOZA_FUENTES_MIGUEL_AGUA_SUPERFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mendoza, M. (2023). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el Centro Poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú*. [Tesis de título de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12256/MENDOZA_FUENTES_MIGUEL_AGUA_SUPERFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Salud. (2015). *Resolución Directoral No. 160-2015/DIGESA/SA*. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf
- Morales, W. (2022). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el Caserío Cata Pata Centro Poblado Pariamarca – Cajamarca – 2020*. [Tesis de título de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4885/Tesis%20Walter%20Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ñahui, D. (2023). *Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica – 2023*. [Tesis de título profesional, Universidad Continental]. Repositorio Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13303/1/IV_FIN_1_07_TE_%c3%91ahui_Salvatierra_2023.pdf
- Olivera, E. (2019). *Influencia de la calidad de agua de consumo en la morbilidad por enfermedades de transmisión hídrica en la población infantil del distrito de Cácat-Recuay-Ancash durante el año 2016*. [Tesis de título de doctorado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio UNASAM. https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3603/T033_0615_9567_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ordoñez G., J. (2011). *Cartilla técnica: Aguas subterráneas-acuíferos*. Foro Peruano para el Agua – GWP Perú. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranneas.pdf
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Directrices de la OMS para la calidad del agua de bebida* (4ta ed., incluyendo el 1er anexo). Ginebra, Suiza. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1>
- Organización Mundial de la Salud. (2020, marzo). *Arsénico*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
- Organización Mundial de la Salud. (2023, octubre). *Intoxicación por plomo y salud*. Organización Mundial de la salud. <https://www.quien.int/es/noticias-habitación/hecho-ella/d/dirigir-correos-y-salud>
- Palomino, C. (2017). *Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas de consumo humano y de riego del distrito de Luricocha de la provincia de Huanta – Ayacucho 2016 – 2017*. [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio UNSCH. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/1660/1/TESIS%20B798_Pal.pdf
- Raffo, E. (2013). *Tratado del agua y legislación peruana*. Industrial Data. 16(2), 106-117. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81632390013.pdf>
- Restrepo, L & Gonzáles, J. (2007). *De Pearson a Spearman*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 20(2), 183-192. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023034010.pdf>
- Resolución N°2125 (2007). *Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Colombia*. https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/Res_2115_de_2007.pdf
- Rodríguez, S., Asmundis, C., Ayala, M. & Arzú, O (2018). *Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina)*. Revista Veterinaria. 29(01), 09-12. <http://www.scielo.org.ar/pdf/revet/v29n1/v29n1a02.pdf>
- Romero, EM. (2016). *Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal*. Revista Enfermería del Trabajo. 6 (03), 105-114).
- Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento [SUNASS] y Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA]. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú*. (Reporte Técnico). Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1115225/Sunass_JICA_2004_La_calidad_del_agua_potable_en_el_Per%C3%BA..pdf
- Superintendencia Nacional de Salud. (2023). *Ley general de salud: Ley N.º 26842*. https://essalud.gob.pe/transparencia/pdf/informacion/ley_general_salud_26842.pdf
- Torres, A (2023). *Calidad del agua del manantial Ccarccar Puquio, destinado al consumo humano de las Comunidades aledañas del distrito de Huanta, provincia de Huanta -Ayacucho*. [Tesis de título de maestría, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5943>
- Toxqui, L., De Piero, A., Courtois, V., Bastida, S., Sánchez-Muñoz, F & Vaquero, P. (2010). *Deficiencia y sobrecarga de hierro; implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular*. Nutriciones Hospitalaria. 25(3), 350-365. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v25n3/revision3.pdf>

APÉNDICE

Apéndice A: Proceso de toma de muestra

Figura A1

Ubicación del manantial Yuraccyacu, cubierto por deslizamiento de rocas



Figura A2

Presencia heces de los animales, palomas y hiervas en el afloramiento del ojo de agua



Figura A2

Ingreso de agua exterior en la época de lluvia antes de la zona de captación



Figura A3

Área no protegida antes de la zona de captación en época seca



Figura A4
Reservorio de almacenamiento del agua



Figura 24
Ingreso del agua al reservorio para el respectivo almacenamiento



Figura A6

Medición del volumen para medir el caudal



Figura A7

Medición in situ con el multiparámetro Hanna



Figura A8
Toma de muestras para el respectivo análisis



Figura A9
Adición del preservante de Formaldehído al 37%.

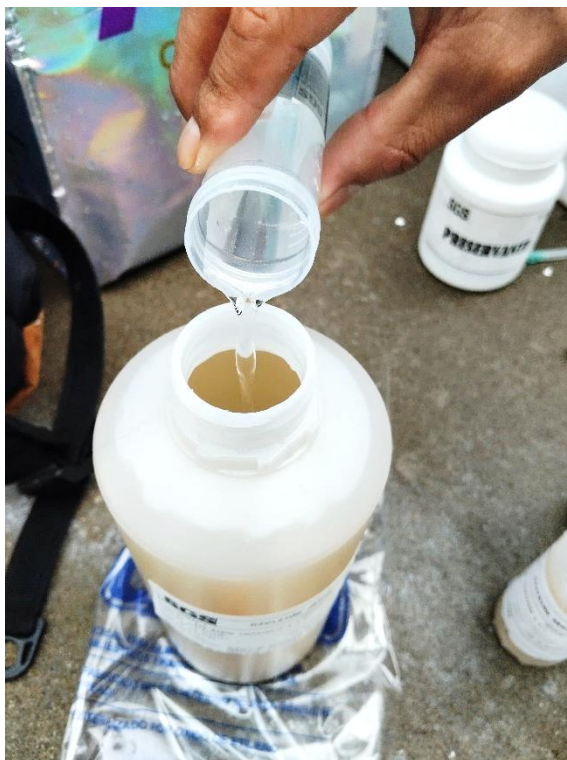


Figura A10

Adición del preservante de HNO_3 (1:1) para la muestra de metales totales



Figura A11

Muestras almacenadas en un cooler y con hielo para su transporte



Tabla A1

Registro de datos in situ

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO									
N° muestra	Fecha de muestreo	Lugar de muestreo	CAUDAL		ANÁLISIS IN SITU				Observaciones
			Tiempo (s)	Volumen (mL)	Coordenadas UTM	Temperatura (°C)	pH	Conductividad (µmho/cm)	
01	26-02-2024	Cangallo Yuraccyacu	1,06	1305	592506 E	15,7	7,55	95	—
			1,15	1382	8495356 N				
			1,22	1491					
02	25-03-2024	Cangallo Yuraccyacu	1,12	1272	592506 E	15,6	8,00	95	—
			1,20	1332	8495356 N				
			1,06	1200					
03	27-04-2024	Cangallo Yuraccyacu	1,22	1233	592506 E	15,6	8,00	94	—
			1,09	1226	8495356 N				
			1,11	1192					
04	26-06-2024	Cangallo Yuraccyacu	1,08	1034	592506 E	15,6	8,15	140	—
			1,10	1100	8495356 N				
			1,03	1014					
05	20-07-2024	Cangallo Yuraccyacu	1,07	996	592506 E	15,6	8,10	142	—
			1,13	1020	8495356 N				
			1,09	998					
06	05-08-2024	Cangallo Yuraccyacu	1,10	1006	592506 E	15,6	8,12	145	—
			1,17	987	8495356 N				
			1,14	1005					

Tabla A2

Datos del caudal

DATOS PARA EL CAUDAL						
Temporada	N°	Tiempo (s)	Volumen (mL)	Caudal (mL/s)	Caudal (L/s)	Caudal promedio (L/s)
ÉPOCA LLUVIA	01	1,06	1305	1231,13	1,23	1,22
		1,15	1382	1201,74	1,20	
		1,22	1491	1222,13	1,22	
	02	1,12	1272	1135,71	1,14	1,13
		1,2	1332	1110,00	1,11	
		1,06	1200	1132,08	1,13	
	03	1,22	1233	1010,66	1,01	1,07
		1,09	1226	1124,77	1,12	
		1,11	1192	1073,87	1,07	
ÉPOCA TRÁNSITO A ESTIAJE	01	1,08	1034	957,41	0,96	0,98
		1,1	1100	1000,00	1,00	
		1,03	1014	984,47	0,98	
	02	1,09	998	915,60	0,92	0,92
		1,07	996	930,84	0,93	
		1,13	1020	902,65	0,90	
	03	1,1	1006	914,55	0,91	0,88
		1,17	987	843,59	0,84	
		1,14	1005	881,58	0,88	

Apéndice B: Ensayos realizados en el laboratorio

Apéndice B1: Preparación de soluciones para determinación de Dureza Total

Solución patrón primario de CaCO_3

- 1,0000 g de CaCO_3 secar a 180°C por una hora.
- 0,0957 g/100 mL de agua destilada, disolver en 30 mL H_2O + HCl (1:1) unas 35 gotas (hasta que desaparezca el carbonato) y enrasar a 100 mL en una fiola.
- Hallamos la molaridad de la solución patrón de carbonato.

$$M = \frac{m/PM}{V} = \frac{0,0957 \text{ g}}{100 \text{ g/mol}} = 0,00957 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Solución de EDTA 0,01M

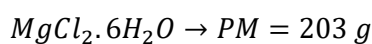
- 2,0021 g de EDTA disolver en 200 mL de agua destilada, agregar 2,5 mL de MgCl_2 0,1M y enrasar a una fiola de 500 mL.

Preparación de 10 mL MgCl_2 0,1M

- De la fórmula de molaridad:

$$M = \frac{m/PM}{V}$$

$$m_{\text{MgCl}_2} = M \times PM \times V = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 95 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 0,01 \text{ L} = 0,095 \text{ g}$$



$$m_{\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = 0,095 \text{ g MgCl}_2 \times \frac{203 \text{ g MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}{95 \text{ g MgCl}_2}$$

$$m_{\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = 0,203 \text{ g/10 mL solución}$$

Preparación de solución Buffer pH 10

- 0,68021g disolver disolver en 5,7 mL NH₄OH y enrasar a 10 mL con agua destilada.

Valoración de EDTA

- Tomar 10 mL de la solución de carbonato, añadir 1,2 mL de solución buffer con pH 10, y agregar el indicador negro de eriocromo T; la mezcla adquirirá un tono morado.
- Luego, titular esta solución con EDTA hasta que cambie a color azul, registrando el volumen utilizado para determinar la concentración exacta del EDTA.

$$M_{EDTA} = \frac{(MXL)_{CaCO_3}}{V_{gastado}}$$

Volumen gastado

$$V_1 = 12,4 \text{ mL}$$

$$V_2 = 12,6 \text{ mL}$$

$$V_3 = 12,3 \text{ mL}$$

$$V_{promedio} = 12,43 \text{ mL}$$

$$M_{EDTA} = \frac{(MXL)_{CaCO_3}}{V_{gastado}}$$

$$M_{EDTA} = \frac{(0,0957 \text{ mol/L} \times 10 \text{ mL})_{CaCO_3}}{12,43 \text{ mL}} = 0,0077 \text{ mol/L}$$

Determinación de la dureza total del agua

- Se midió 50 mL de muestra de agua en un erlenmeyer, se agregó 0,5 mL de solución buffer de pH 10 y una pizca de indicador negro de eriocromo T. Se procedió a titular con la solución estándar de EDTA, hasta coloración azul. Se determinó a la dureza del agua, expresado en ppm de CaCO₃, con la siguiente ecuación.

$$\text{Dureza total} = \frac{(M \text{ XV})_{EDTA} \times PM_{CaCO_3}}{V_{\text{muestra}}}$$

Época lluvia

Volumen gastado (1er análisis mes de febrero)

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

$$V_2 = 2,1 \text{ mL}$$

$$V_3 = 2,3 \text{ mL}$$

$$V_{\text{promedio}} = 2,3 \text{ mL}$$

$$\text{Dureza total} = \frac{\left(0,0077 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 2,3 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}\right)_{EDTA} \times 100 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,05 \text{ L}} = 0,03546 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$\text{Dureza total} = 0,03546 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 35,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Se realizaron los mismos cálculos de la dureza para los posteriores meses.

Tabla B1*Dureza total en época de lluvia*

Época de lluvia		
Fecha de ensayo	Volumen gastado	Dureza tota (mg CaCO₃/L)
Febrero	$V_1 = 2,5 \text{ mL}$	35,4
	$V_2 = 2,1 \text{ mL}$	
	$V_3 = 2,3 \text{ mL}$	
	$V_{promedio} = 2,3 \text{ mL}$	
Marzo	$V_1 = 2,7 \text{ mL}$	38,5
	$V_2 = 2,5 \text{ mL}$	
	$V_3 = 2,3 \text{ mL}$	
	$V_{promedio} = 2,5 \text{ mL}$	
Abril	$V_1 = 2,9 \text{ mL}$	42,7
	$V_2 = 2,8 \text{ mL}$	
	$V_3 = 2,6 \text{ mL}$	
	$V_{promedio} = 2,8 \text{ mL}$	

Tabla B2*Dureza total en época de tránsito a estiaje*

Época tránsito a estiaje		
Fecha de ensayo	Volumen gastado	Dureza total (mg CaCO₃/L)
Junio	$V_1 = 3,4 \text{ mL}$	51,4
	$V_2 = 3,3 \text{ mL}$	
	$V_3 = 3,3 \text{ mL}$	
	$V_{promedio} = 3,3 \text{ mL}$	
Julio	$V_1 = 3,2 \text{ mL}$	51,9
	$V_2 = 3,4 \text{ mL}$	
	$V_3 = 3,5 \text{ mL}$	
	$V_{promedio} = 3,4 \text{ mL}$	
Agosto	$V_1 = 3,2 \text{ mL}$	50,8
	$V_2 = 3,5 \text{ mL}$	
	$V_3 = 3,2 \text{ mL}$	
	$V_{promedio} = 3,3 \text{ mL}$	

Figura B1
Reactivo de CaCO_3

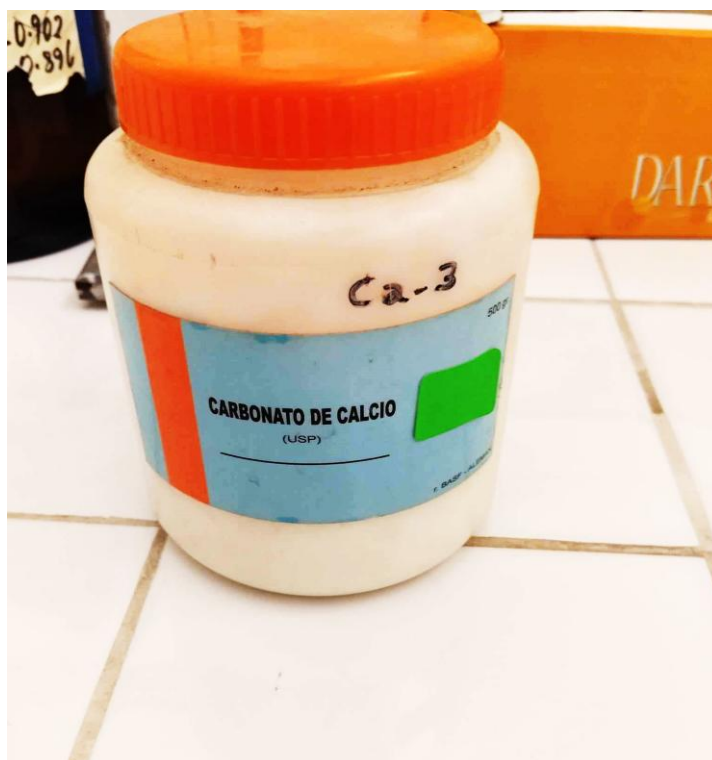


Figura B2
Reactivo de NH_4OH y NH_4Cl para la solución buffer pH 10

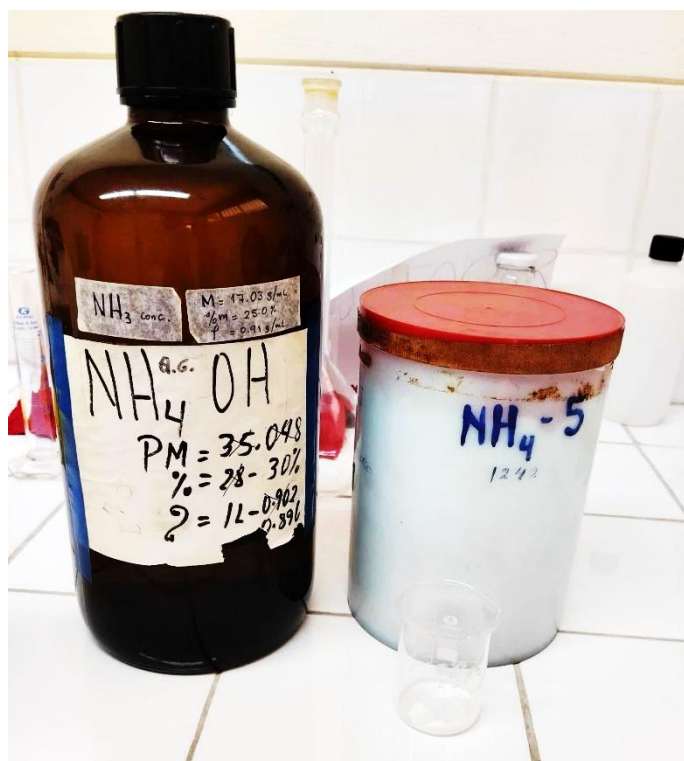


Figura B3
Reactivo de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$



Figura B4
Reactivo de EDTA

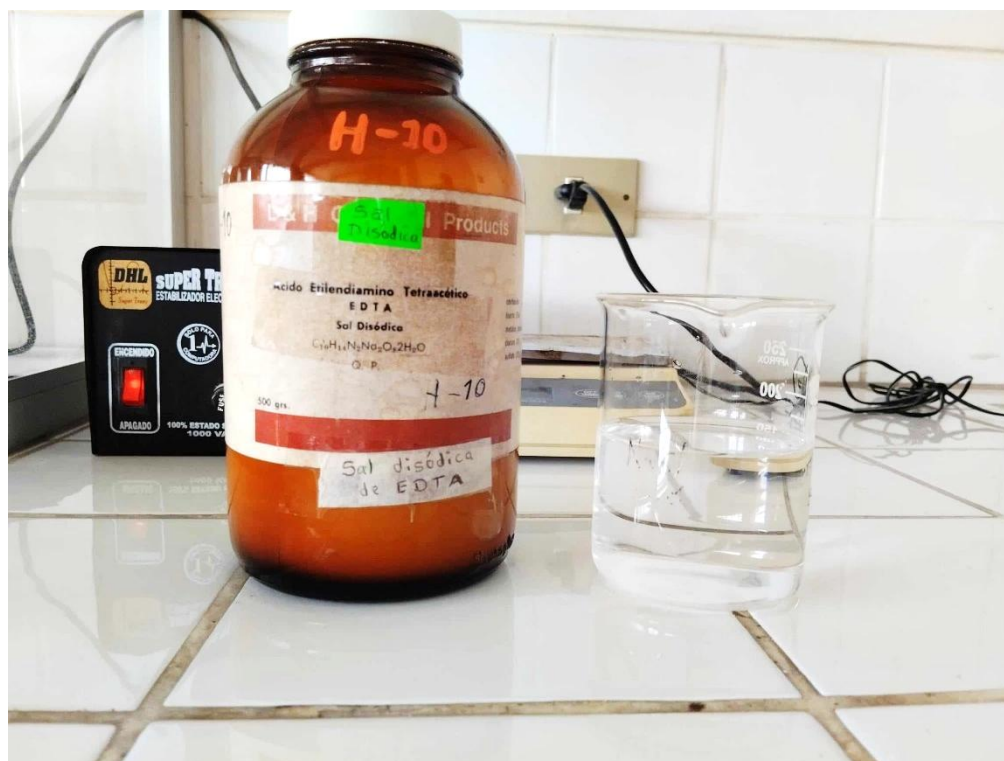


Figura B5

Equipos y materiales utilizados en el laboratorio de química en la UNSCH



Figura B6

Preparación de reactivos



Figura 25

Titulación para determinar la dureza total



Figura B8

Muestra para la determinación de la dureza antes de la titulación



Figura B9

Muestra para la determinación de la dureza después de la titulación



Apéndice B2: Determinación de Sólidos Totales Disueltos (TDS)

- Se tomó tres vasos de precipitado, limpios y secos (se toma nota el peso de cada uno).
- Se agregó 50 mL de la muestra de agua filtrada a cada vaso de precipitado luego se evapora lentamente el agua en una cocina eléctrica hasta sequedad completa, asegurándose de no sobrecalentar o quemar los sólidos, dejándose enfriar los vasos de precipitado para proceder al pesado de cada uno de los vasos que contiene las muestras. Para determinar los sólidos totales disueltos (TDS) se utiliza la siguiente ecuación:

$$TDS \text{ mg/L} = \frac{(m_f - m_i) \times 1000}{V_{\text{muestra}}}$$

$$m_{i1} = 102,8732 \text{ g}$$

$$m_{i2} = 100,0472 \text{ g}$$

$$m_{i3} = 108,6195 \text{ g}$$

$$m_{f1} = 102,9170 \text{ g}$$

$$m_{f2} = 100,0927 \text{ g}$$

$$m_{f3} = 108,6621 \text{ g}$$

$$m_{f1} - m_{i1} = 102,9170 \text{ g} - 102,8732 \text{ g} = 0,0438 \text{ g}$$

$$m_{f2} - m_{i2} = 100,0927 \text{ g} - 100,0472 \text{ g} = 0,0455 \text{ g}$$

$$m_{f3} - m_{i3} = 108,6621 \text{ g} - 108,6195 \text{ g} = 0,0426 \text{ g}$$

$$\text{promedio } (m_f - m_i) = 0,044, \text{ g}$$

$$TDS \text{ mg/L} = \frac{0,044 \text{ g}}{0,05 \text{ L}} \times 1000 = 879 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Tabla B3

Sólidos totales disueltos en época de lluvia

Época de lluvia			
Fecha de ensayo	Masa inicial	Masa Final	Sólidos Totales Disuelto TDS (mg/L)
Febrero	$m_{i1} = 102,8732 \text{ g}$	$m_{f1} = 102,9170 \text{ g}$	879
	$m_{i2} = 100,0472 \text{ g}$	$m_{f2} = 100,0927 \text{ g}$	
	$m_{i3} = 108,6195 \text{ g}$	$m_{f3} = 108,6621 \text{ g}$	
Marzo	$m_{i1} = 102,8736 \text{ g}$	$m_{f1} = 102,9179 \text{ g}$	877
	$m_{i2} = 100,0470 \text{ g}$	$m_{f2} = 100,0909 \text{ g}$	
	$m_{i3} = 108,6199 \text{ g}$	$m_{f3} = 108,6633 \text{ g}$	
Abril	$m_{i1} = 110,5843 \text{ g}$	$m_{f1} = 110,6259 \text{ g}$	829
	$m_{i2} = 100,0476 \text{ g}$	$m_{f2} = 100,0877 \text{ g}$	
	$m_{i3} = 108,6002 \text{ g}$	$m_{f3} = 108,6429 \text{ g}$	

Tabla B4*Sólidos totales disueltos en época de tránsito a estiaje*

Época tránsito a estiaje			
Fecha de ensayo	Masa inicial	Masa Final	Sólidos Totales Disueltos TDS (mg/L)
Junio	$m_{i1} = 102,8732 \text{ g}$	$m_{f1} = 102,9170 \text{ g}$	651
	$m_{i2} = 100,0470 \text{ g}$	$m_{f2} = 100,0927 \text{ g}$	
	$m_{i3} = 108,6032 \text{ g}$	$m_{f3} = 108,6621 \text{ g}$	
Julio	$m_{i1} = 108,6005 \text{ g}$	$m_{f1} = 108,6334 \text{ g}$	649
	$m_{i2} = 100,0472 \text{ g}$	$m_{f2} = 100,0796 \text{ g}$	
	$m_{i3} = 110,5847 \text{ g}$	$m_{f3} = 110,6167 \text{ g}$	
Agosto	$m_{i1} = 108,6012 \text{ g}$	$m_{f1} = 108,6344 \text{ g}$	656
	$m_{i2} = 100,0477 \text{ g}$	$m_{f2} = 100,0806 \text{ g}$	
	$m_{i3} = 110,5843 \text{ g}$	$m_{f3} = 110,6166 \text{ g}$	

Figura B10*Filtración de la muestra para determinar los Sólidos Totales Disueltos*

Figura 26

Muestra antes del secado para la determinación de TDS



Figura B12

Evaporación de la muestra para la determinación de TDS



Apéndice D: Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2406255 Rev. 0

MELANIA BERMUDO CORONADO

AVENIDA LAS DALIAS MZ C LOTE 15

ENV / LB-353535-002

PROCEDENCIA: MANANTIAL YURACCYACU

Fecha de Recepción SGS : 26-02-2024

Fecha de Ejecución : Del 26-02-2024 al 05-03-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
F-YYAC-1

**INFORME DE ENSAYO
MA2406255 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 182592510N / 8495565E 25/02/2024 00:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL
Parametro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis generales					
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	306 ± 13.20
Aniones					
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	3.343 ± 0.50
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.752 ± 0.17
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	1.94 ± 0.23
Análisis Microbiológicos					
Numeración de heterótrofos	EW_APHA9215B	UFC/mL	1	1	120 (**)
Numeración de Coliformes Totales	EW_APHA9221B	NMP/100 mL	--	--	490 (**)
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	230 (**)
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F	NMP/100 mL	--	--	<1.8
Virus (Colifagos)	EW_APHA9224B_AQ	UFP/mL	--	--	0 ± 0
Ascaridae	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Ancylostoma sp/Necator sp	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Ascans lumbricoides	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Capillaria sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Clonorchis sinensis	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Detección y Cuantificación de Huevos de Helminto	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	--	0
Diphyllobothrium sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Dipylidium sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Echinostoma sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Enterobius sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Enterobius vermicularis.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Fasciola Hepática	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Hymenolepis diminuta.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Hymenolepis Nana	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Hymenolepis sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Macracanthorhynchus sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Paragonimus sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Schistosoma sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Strongyloides sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Taenia sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Toxocara sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Trichostrongylus sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Trichuris trichiura	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Uncinaria sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1
Algas	EW_STM1	Organismo/Litro	--	--	0
Copépodos	EW_STM1	Organismo/Litro	--	--	0
Nemátodos en todos sus estadios evolutivos	EW_STM1	Organismo/Litro	--	--	0
Organismos de vida libre	EW_STM1	Organismo/Litro	--	--	8
Protozoarios	EW_STM1	Organismo/Litro	--	--	4
Rotíferos	EW_STM1	Organismo/Litro	--	--	4
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	43.717 ± 3.93
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01165 ± 0.0013
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3867 ± 0.035
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00249 ± 0.00052
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.011 ± 0.0010
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00012 ± 0.000030
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	9.914 ± 0.99
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.03546 ± 0.0029
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0071 ± 0.0012
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00481 ± 0.00043
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.02530 ± 0.0063
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0149 ± 0.0037
Estanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2130 ± 0.019
Fosforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.604 ± 0.17
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.01519 ± 0.0012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00058 ± 0.000050
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	23.4551 ± 1.88
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0298 ± 0.0080
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0181 ± 0.0016

INFORME DE ENSAYO
MA2406255 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 182592510N / 8495565E 25/02/2024 00:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRANEA AGUA DE MANANTIAL
Parametro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Métodos Totales					
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00015 ± 0.000040
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	8.130 ± 0.98
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.14248 ± 0.0100
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00145 ± 0.00033
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0108 ± 0.0025
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0193 ± 0.0017
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	11.78 ± 0.94
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.1262 ± 0.013
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Slice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	188.43 * ± 22.61
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	88.076 ± 10.57
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	6.400 ± 0.70
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00083 ± 0.00019
Tantalo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00531 ± 0.00037
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.7501 ± 0.098
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.001212 ± 0.00026
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0436 ± 0.0065
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00109 ± 0.00023
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0991 ± 0.0099
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.02296 ± 0.0053



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2406255 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Ascariidae	huevos/litro	1	<1				
Ancylostoma sp/Necator sp	huevos/litro	1	<1				
Ascans lumbricoides	huevos/litro	1	<1				
Capillaria sp.	huevos/litro	1	<1				
Clonorchis sinensis	huevos/litro	1	<1				
Detección y Cuantificación de Huevos de Helminto	huevos/litro	0	0				
Diphyllobothrium sp.	huevos/litro	1	<1				
Dipylidium sp.	huevos/litro	1	<1				
Echinostoma sp.	huevos/litro	1	<1				
Enterobius sp.	huevos/litro	1	<1				
Enterobius vermicularis.	huevos/litro	1	<1				
Fasciola Hepática	huevos/litro	1	<1				
Hymenolepis diminuta.	huevos/litro	1	<1				
Hymenolepis Nana	huevos/litro	1	<1				
Hymenolepis sp.	huevos/litro	1	<1				
Macracanthorhynchus sp.	huevos/litro	1	<1				
Paragonimus sp.	huevos/litro	1	<1				
Schistosoma sp.	huevos/litro	1	<1				
Strongyloides sp.	huevos/litro	1	<1				
Taenia sp.	huevos/litro	1	<1				
Toxocara sp.	huevos/litro	1	<1				
Trichostrongylus sp.	huevos/litro	1	<1				
Trichuris trichiura	huevos/litro	1	<1				
Uncinaria sp.	huevos/litro	1	<1				
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	2%	94 - 101%	96 - 103%	4%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	92 - 97%	95 - 96%	2%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 103%	100 - 103%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	3%	96 - 101%	101 - 109%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	97 - 107%	100 - 102%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	102 - 103%	100%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	1%	103 - 108%	97 - 100%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	93 - 97%	97 - 98%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	99 - 108%	100 - 103%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	96 - 101%	99 - 100%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	92 - 106%	94 - 101%	2%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	93 - 109%	95 - 96%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	102 - 106%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	98 - 102%	95 - 106%	1%
Estañio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 98%	101 - 105%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	3%	95 - 104%	99 - 108%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0%	99 - 101%	98 - 100%	1%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	98 - 107%	101%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	97 - 109%	95 - 100%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	93 - 103%	95 - 100%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	104 - 105%	96 - 100%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	97 - 106%	96 - 97%	3%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	3%	108 - 109%	95 - 106%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	91 - 101%	102 - 104%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	92 - 98%	96 - 109%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	94 - 104%	101 - 102%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	95 - 101%	95%	0%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	7%	97 - 103%	96 - 105%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	100 - 106%	104 - 107%	3%
Níquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	105 - 107%	95 - 109%	0%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	105 - 106%	104 - 105%	5%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 96%	94 - 101%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0%	104 - 107%	92 - 93%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	7%	96 - 100%	101 - 106%	4%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	96 - 101%	96 - 98%	5%
Slice Total	mg/L	0.27	<0.27		92 - 102%	94%	
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	91 - 102%	92 - 94%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	95 - 107%	96 - 101%	0%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2406255 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Albio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	100 - 103%	98 - 104%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	90 - 101%	96 - 100%	2%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 106%	98 - 103%	6%
Ti hono Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	100 - 104%	93 - 94%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 95%	94 - 97%	1%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	95 - 99%	100%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	106 - 108%	96 - 99%	1%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	98 - 101%	99 - 100%	2%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	102 - 107%	98 - 100%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	2%	92 - 99%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	100 - 107%	102%	0%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100 - 101%	99 - 100%	0 - 1%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100 - 101%	0 - 1%

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Página 5 de 6

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2409448 Rev. 0

MELANIA BERMUDO

AVENIDA LAS DALIAS MZ C LOTE 15

ENV / LB-353664-002

PROCEDENCIA: MANTIAL YURACCYACU

Fecha de Recepción SGS : 25-03-2024

Fecha de Ejecución : Del 25-03-2024 al 02-04-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
F-YYAC-1

INFORME DE ENSAYO
MA2409448 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 182592510N / 8495566E 24/03/2024 10:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRANEA AGUA DE MANANTIAL	
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA			
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	254.0 ± 6.40	
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	2.877 ± 0.43	
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.249 ± 0.055	
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002	
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	0.90 ± 0.11	
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Heterótrofos	EW_APHA9215B_CX	UFC/mL	--	--	11 ± 2	
Numeración de Coliformes totales	EW_APHA9221B_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Virus (Colifagos)	EW_APHA9224B_CX	UFC/mL	--	--	0 ± 0	
Ancylostoma sp/Necator sp	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Ascans lumbricoides	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Capillana sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Clonorchis sinensis	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Diphyllobothrium sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Dipylidium sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Echinostoma sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Enterobius sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Fasciola Hepática	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Hymenolepis sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Macracanthorhynchus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Paragonimus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Schistosoma sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Strongyloides sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Taenia sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Toxocara sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Trichostrongylus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Trichuris trichiura	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Algas	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	2.057	
Copépodos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	0	
Nematodos en todos sus Estadios Evolutivos						
Organismos de Vida Libre	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	3	
Protozoos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	2.062 ± 0.92	
Protozoos No Patógenos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	0*	
Protozoos Patógenos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	0*	
Rotíferos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	0	
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	37.291 ± 3.36	
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.00013	0.00033 ± 0.000090	
Arsenico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01266 ± 0.0014	
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3624 ± 0.033	
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00157 ± 0.00033	
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.009 ± 0.0010	
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00072 ± 0.00017	
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	8.589 ± 0.86	
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.03042 ± 0.0025	
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0063 ± 0.0011	
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00359 ± 0.00032	
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.01920 ± 0.0048	
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0139 ± 0.0035	
Estañio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00116 ± 0.00022	
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1451 ± 0.013	
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.468 ± 0.13	
Galo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.01238 ± 0.0010	
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00065 ± 0.000050	
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	18.7310 ± 1.50	
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0260 ± 0.0070	
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0143 ± 0.0013	
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00009 ± 0.000030	
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	6.210 ± 0.75	
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.09310 ± 0.0065	
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00116 ± 0.00027	
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	
Metales Totales						

INFORME DE ENSAYO
MA2409448 Rev. 0

ENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 182592510N / 8495565E 24/03/2024 10:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Níquel Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0085 ± 0.0020
Plata Total	EW EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0123 ± 0.0011
Potasio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	11.10 ± 0.89
Rubidio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0730 ± 0.0073
Selenio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	126.52 ± 15.18
Silicio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	59.139 ± 7.097
Sodio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	5.134 ± 0.56
Talio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00049 ± 0.00011
Tantalio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thonio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00379 ± 0.00026
Titanio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.6783 ± 0.088
Uranio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000760 ± 0.00016
Vanadio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0327 ± 0.0049
Wolframio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00075 ± 0.00016
Zinc Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0676 ± 0.0068
Zirconio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.02069 ± 0.0048

INFORME DE ENSAYO
MA2409448 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Turbidez	NTU	0.2		1%	97%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	97 - 100%	100%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	1%	94 - 100%	95%	0%
Arsenico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95%	101 - 103%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	91 - 93%	102 - 103%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	102 - 103%	101 - 102%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	97 - 104%	97 - 100%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	99 - 103%	100 - 102%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	97 - 106%	97 - 98%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	100 - 107%	100 - 102%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	95 - 96%	95 - 102%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	96 - 101%	97 - 101%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	8%	91 - 96%	94%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 100%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	106 - 109%	96 - 97%	0%
Estanio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	92 - 96%	101 - 104%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	97 - 104%	100 - 101%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	7%	94 - 107%	99 - 100%	0%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	96 - 104%	101%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 99%	98 - 101%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	93 - 95%	94 - 102%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	93 - 98%	98 - 99%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	92 - 96%	91 - 97%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	92 - 105%	94 - 103%	2%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	90 - 95%	93 - 96%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	98 - 102%	93 - 108%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	94%	101 - 102%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	91 - 105%	100 - 101%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	2%	94 - 97%	95%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	92 - 99%	90 - 91%	2%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	99 - 103%	101 - 102%	1%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	92 - 96%	99%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 103%	101%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0%	95 - 106%	99%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	4%	97 - 101%	99 - 106%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	102 - 103%	100 - 106%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27		107 - 108%	108%	
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	106 - 108%	94 - 108%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	104%	101 - 102%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99 - 103%	99 - 101%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	93 - 108%	91 - 104%	1%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	99 - 101%	99%	0%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	96 - 109%	94 - 97%	0%
Titania Total	mg/L	0.0006	<0.0006	3%	95 - 109%	96 - 98%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	93 - 101%	100%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	2%	101 - 109%	94 - 99%	3%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	101 - 108%	101%	0%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	91 - 93%	95%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	91 - 97%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	93%	99 - 100%	1%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100 - 102%	99%	1%
Nitrato (como N)	mg/L	0.002	<0.002		98 - 100%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2422354 Rev. 0

MELANIA BERMUDO CORONADO

AVENIDA LAS DALIAS MZ C LOTE 15

ENV / LB-24-002

PROCEDENCIA: MANANTIAL YURACCYACU

Fecha de Recepción SGS : 27-04-2024

Fecha de Ejecución : Del 27-04-2024 al 04-05-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
F-YYAC-1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2422354 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 182592510N / 8495565E 27/04/2024 10:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	276 ± 0.0	
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	3.11 ± 0.014	
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.5005 ± 0.055	
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002	
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	1.42 ± 0.11	
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Heterótrofos	EW_APHA9215B_CX	UFC/mL	--	--	65.00	
Numeración de Coliformes totales	EW_APHA9221B_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Virus (Colifagos)	EW_APHA9224B_CX	UFC/mL	--	--	0* ± 0	
Ancylostoma sp/Necator sp	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Ascaris lumbricoides	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Capilaria sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Clonorchis sinensis	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Diphyllobothrium sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Dipylidium sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Echinostoma sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Enterobius sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Fasciola Hepática	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Hymenolepis sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Macracanthorhynchus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Paragonimus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Schistosoma sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Strongyloides sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Taenia sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Toxocara sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Trichostrongylus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Trichuris trichiura	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0* ± 0	
Virus (Colifagos)	EW_APHA9224B_CX	UFC/mL	--	--	0 ± 0	
Ancylostoma sp/Necator sp	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	40.504 ± 3.24	
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.000815	
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.012155 ± 0.00026	
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.37455 ± 0.0020	
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00193 ± 0.00033	
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.00003	
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01 ± 0.0010	
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00042 ± 0.000017	
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	9.2515 ± 0.086	
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.03294 ± 0.0025	
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0067 ± 0.0011	
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.0042 ± 0.00032	
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.0199 ± 0.00033	
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0144 ± 0.0035	
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00102 ± 0.00022	
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.17905 ± 0.013	
Fosforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.536 ± 0.13	
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.013785 ± 0.0010	
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	0.000615 ± 0.00005	
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	19.372 ± 0.0024	
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	0.0279 ± 0.0070	
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0162 ± 0.0013	
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00012 ± 0.000030	
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	7.17 ± 0.75	
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.11799 ± 0.00007	
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.001305 ± 0.00027	
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.00965 ± 0.0020	
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.000010	

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (078) 386 092

www.sgs.pe
e Pa.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2422354 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 182592510N / 8495565E 27/04/2024 10:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA		
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0158 ± 0.0011
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	11.44 ± 0.89
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0996 ± 0.0073
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	137.64 ± 15.8
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	73.6075 ± 7.079
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	5.767 ± 0.56
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00066 ± 0.00011
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Tiomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00455 ± 0.00026
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.7142 ± 0.088
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000986 ± 0.00016
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.03815 ± 0.0049
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00092 ± 0.00016
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.08335 ± 0.0088
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.021825 ± 0.0048



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2422354 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Ascariidae	huevos/litro	1	<1				
Ancylostoma sp/Necator sp	huevos/litro	1	<1				
Ascans lumbricoides	huevos/litro	1	<1				
Capilaria sp.	huevos/litro	1	<1				
Clonorchis sinensis	huevos/litro	1	<1				
Detección y Cuantificación de Huevos de Helminto	huevos/litro	0	0				
Diphyllobothrium sp.	huevos/litro	1	<1				
Dipylidium sp.	huevos/litro	1	<1				
Echinostoma sp.	huevos/litro	1	<1				
Enterobius sp.	huevos/litro	1	<1				
Enterobius vermicularis.	huevos/litro	1	<1				
Fasiola Hepática	huevos/litro	1	<1				
Hymenolepis diminuta.	huevos/litro	1	<1				
Hymenolepis Nana	huevos/litro	1	<1				
Hymenolepis sp.	huevos/litro	1	<1				
Macracanthorhynchus sp.	huevos/litro	1	<1				
Paragonimus sp.	huevos/litro	1	<1				
Schistosoma sp.	huevos/litro	1	<1				
Strongyloides sp.	huevos/litro	1	<1				
Taenia sp.	huevos/litro	1	<1				
Toxocara sp.	huevos/litro	1	<1				
Trichostrongylus sp.	huevos/litro	1	<1				
Trichuris trichiura	huevos/litro	1	<1				
Uncinaria sp.	huevos/litro	1	<1				
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	2%	94 - 101%	96 - 103%	4%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	92 - 97%	95 - 96%	2%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 103%	100 - 103%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	3%	96 - 101%	101 - 109%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	97 - 107%	100 - 102%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	102 - 103%	100%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	1%	103 - 108%	97 - 100%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	93 - 97%	97 - 98%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	99 - 108%	100 - 103%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	96 - 101%	99 - 100%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	92 - 106%	94 - 101%	2%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	93 - 109%	95 - 96%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	102 - 106%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	98 - 102%	95 - 106%	1%
Estano Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 98%	101 - 105%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	3%	95 - 104%	99 - 108%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0%	99 - 101%	98 - 100%	1%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	98 - 107%	101%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	97 - 109%	95 - 100%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	93 - 103%	95 - 100%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	104 - 105%	96 - 100%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	97 - 106%	96 - 97%	3%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	3%	108 - 109%	95 - 106%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	91 - 101%	102 - 104%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	92 - 98%	96 - 109%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	94 - 104%	101 - 102%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	95 - 101%	95%	0%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	7%	97 - 103%	96 - 105%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	100 - 106%	104 - 107%	3%
Níquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	105 - 107%	95 - 109%	0%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	105 - 106%	104 - 105%	5%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 96%	94 - 101%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0%	104 - 107%	92 - 93%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	7%	96 - 100%	101 - 106%	4%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	96 - 101%	96 - 98%	5%
Slice Total	mg/L	0.27	<0.27		92 - 102%	94%	
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0%	91 - 102%	92 - 94%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	95 - 107%	96 - 101%	0%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2422354 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Albio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	100 - 103%	98 - 104%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	90 - 101%	96 - 100%	2%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	93 - 106%	98 - 103%	6%
Thonio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	100 - 104%	93 - 94%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 95%	94 - 97%	1%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	95 - 99%	100%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	106 - 108%	96 - 99%	1%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	98 - 101%	99 - 100%	2%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	102 - 107%	98 - 100%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	2%	92 - 99%	99%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	100 - 107%	102%	0%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100 - 101%	99 - 100%	0 - 1%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100 - 101%	0 - 1%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2420201 Rev. 0

MELANIA BERMUDO

AVENIDA LAS DALIAS MZ C LOTE 15

ENV / LB-353664-002

PROCEDENCIA: MANTIAL YURACCYACU

Fecha de Recepción SGS : 26-06-2024

Fecha de Ejecución : Del 26-06-2024 al 05-07-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
F-YYAR-1
F-YYAC-2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2420201 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAR-1 182592510N / 8595565E 23/06/2024 09:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL	F-YYAC-2 18592456N / 8495301E 23/06/2024 09:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA			
Parametro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	46.2(**) ± 3.70	
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	5.880 ± 0.88	
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	2.233(**) ± 0.49	
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	0.009(**) ± 0.0020	
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	3.70 ± 0.44	
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Heterótrofos	EW_APHA9215B_CX	UFC/mL	1	1	7(**) ± 1	
Numeración de Coliformes totales	EW_APHA9221B_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8(**)	
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8(**)	
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Ancylostoma sp/Necator sp	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Ascans lumbricoides	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Capilaria sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Clonorchis sinensis	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Diphyllobothrium sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Dipylidium sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Echinostoma sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Enterobius sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Fasciola Hepática	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Hymenolepis sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Macracanthorhynchus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Paragonimus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Schistosoma sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Strongyloides sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Taenia sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Toxocara sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Trichostrongylus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Trichuris trichiura	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0(**) ± 0	
Algas						
Copepodos	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	7	
	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1	
Nematodos en todos sus Estadios						
	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1	
Organismos de Vida Libre						
	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	7 ± 1	
Protozoanos						
	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1	
Rotíferos						
	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1	
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	12.424 ± 1.12	11.246 ± 1.012
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsenico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00346 ± 0.00038	0.00353 ± 0.00039
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1429 ± 0.013	0.1384 ± 0.013
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00033 ± 0.000070	0.00032 ± 0.000070
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	12.631 ± 1.26	12.652 ± 1.26
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00457 ± 0.00037	0.00452 ± 0.00037
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0010 ± 0.00020	0.0009 ± 0.00020
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00075 ± 0.000070	0.00076 ± 0.000070
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00426 ± 0.0011	0.00461 ± 0.0012
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0044 ± 0.0011	0.0038 ± 0.0010
Estanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00025 ± 0.000050	0.00042 ± 0.000080
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2078 ± 0.019	0.2038 ± 0.018
Fosforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.237 ± 0.066	0.220 ± 0.062
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00462 ± 0.00037	0.00414 ± 0.00034
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00029 ± 0.000020	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	3.9071 ± 0.31	3.6176 ± 0.29
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0049 ± 0.0013	0.0046 ± 0.0012
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0049 ± 0.00040	0.0047 ± 0.00040
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	7.429 ± 0.89	7.129 ± 0.85
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01771 ± 0.0012	0.01577 ± 0.0011
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00074 ± 0.00017	0.00059 ± 0.00014
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0047 ± 0.0011	0.0020 ± 0.00050
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0021 ± 0.00020	0.0018 ± 0.00020



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2420201 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAR-1 182592510N / 8595565E 23/06/2024 09:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRANEA AGUA DE MANANTIAL	F-YYAC-2 18592456N / 8495301E 23/06/2024 09:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRANEA AGUA DE MANANTIAL
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA		Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC		
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	6.05 ± 0.48	5.83 ± 0.47
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0166 ± 0.0017	0.0157 ± 0.0016
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Stroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	79.03 * ± 9.48	73.01 * ± 8.76
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	36.941 ± 4.43	34.127 ± 4.095
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	9.014 ± 0.99	8.732 ± 0.96
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Tiomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2233 ± 0.029	0.2093 ± 0.027
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000361 ± 0.000076	0.000263 ± 0.000055
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0183 ± 0.0027	0.0190 ± 0.0029
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00011 ± 0.000020	0.00011 ± 0.000020
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0144 ± 0.0014	0.0293 ± 0.0029
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00788 ± 0.0018	0.00733 ± 0.0017



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2420201 Rev. 0
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Turbidez	NTU	0.2		1%	95 - 101%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	1%	100 - 104%	94 - 105%	8%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	95 - 96%	95 - 100%	7%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	100 - 107%	94 - 103%	1%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	92 - 94%	96 - 99%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	2%	92 - 98%	104%	4%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 92%	102 - 103%	5%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	96 - 103%	98%	3%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 97%	106%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	2%	100 - 107%	99 - 100%	4%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	2%	107 - 108%	102 - 108%	2%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	2%	96 - 97%	101 - 105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	7%	100 - 102%	95 - 107%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	101%	103 - 108%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	99 - 100%	94 - 109%	0%
Estañio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 98%	96 - 98%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	92 - 101%	93 - 94%	0%
Fostoro Total	mg/L	0.047	<0.047	8%	93 - 97%	98 - 101%	8%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	1%	94 - 95%	95 - 97%	2%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 101%	92 - 103%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	108%	105 - 107%	1%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	1%	94 - 99%	106 - 109%	4%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	5%	105 - 109%	100 - 109%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 104%	96%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 98%	101 - 104%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	100 - 107%	93 - 104%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	1%	103 - 105%	92 - 96%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	103 - 109%	100 - 108%	6%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	2%	96 - 99%	99%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	98 - 99%	91 - 96%	1%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96%	102 - 107%	1%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	101%	98 - 100%	5%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	2%	93 - 103%	92 - 106%	3%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	1%	99 - 103%	107 - 109%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0%	100 - 102%	104 - 106%	3%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	91 - 103%	100 - 103%	6%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	1%	92 - 103%	91 - 97%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	1%	92 - 102%	91 - 97%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	101 - 108%	91 - 107%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	96 - 98%	98 - 99%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	95 - 106%	91 - 104%	1%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	91 - 107%	92 - 104%	0%
Ti hono Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	102 - 104%	97 - 102%	4%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	5%	94 - 95%	91 - 98%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	97 - 98%	96 - 100%	2%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	96 - 103%	93 - 94%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 94%	101 - 107%	3%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 96%	96 - 97%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	91 - 104%	103 - 104%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	1%	103 - 109%	98 - 99%	2%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2420201 Rev. 0

MELANIA BERMUDO

AVENIDA LAS DALIAS MZ C LOTE 15

ENV / LB-353664-002

PROCEDENCIA: MANTIAL YURACCYACU

Fecha de Recepción SGS : 20-07-2024

Fecha de Ejecución : Del 20-07-2024 al 29-07-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo

F-YYAR-1

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 | Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio Cajamarca t (076) 386 092

Miembro del Grupo SGS

Página 1 de 6



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2406284 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 182592510N / 8495565E 20/07/2024 11:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	23 ± 0.0	
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	5.421 ± 0.014	
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.00009 ± 0.0055	
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	0.00835	
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	2.490 ± 0.11	
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Heterótrofos	EW_APHA9215B_CX	UFC/mL	--	--	24.5	
Numeración de Coliformes totales	EW_APHA9221B_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	
Virus (Colifagos)	EW_APHA9224B_CX	UFC/mL	--	--	0* ± 0	
Ancylostoma sp/Necator sp	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Ascaris lumbricoides	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Capillaria sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Clonorchis sinensis	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Diphyllobothrium sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Dipylidium sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Echinostoma sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Enterobius sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Fasciola Hepática	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Hymenolepis sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Macracanthorhynchus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Paragonimus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Schistosoma sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Strongyloides sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Taenia sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Toxocara sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Trichostrongylus sp.	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Trichuris trichiura	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0* ± 0	
Virus (Colifagos)	EW_APHA9224B_CX	UFC/mL	--	--	0 ± 0	
Ancylostoma sp/Necator sp	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	
Organismos de Vida Libre	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	2 ± 0.83	
Protozoarios	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	1	
Protozoarios No Patógenos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	2 *	
Protozoarios Patógenos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	1 *	
Rotíferos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	0	
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	8.9100 ± 3.24	
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.002805 ± 0.00026	
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.13553 ± 0.0020	
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00028 ± 0.00033	
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.00003	
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.006	
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	12.1835 ± 0.086	
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.0325 ± 0.0025	
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0008 ± 0.0011	
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00057 ± 0.00032	
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00315 ± 0.00033	
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.00295 ± 0.0035	
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00013 ± 0.00022	
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.2204 ± 0.013	
Fosforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.1735 ± 0.13	
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00306 ± 0.0010	
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00029 ± 0.00005	
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	2.78995 ± 0.0024	
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00355 ± 0.0070	
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.00265 ± 0.0013	
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	6.659 ± 0.75	
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.013505 ± 0.00007	
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.000705 ± 0.00027	
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.00295 ± 0.0020	
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.000010	

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (078) 386 092

www.sgs.pe
e Pa.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS

Página 2 de 6



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA3036284 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 182592510N / 8495565E 20/07/2024 11:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.00165 ± 0.0011
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	5.36 ± 0.89
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.01425 ± 0.0073
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silíce Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	64.585 ± 15.8
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	30.188 ± 7.079
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	8.3205 ± 0.56
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1699 ± 0.088
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000334 ± 0.00016
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.01235 ± 0.0049
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.0001 ± 0.00016
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.001165 ± 0.0068
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.000607 ± 0.0048

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

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

Cero es equivalente a <1 e indica la no presencia de los analitos requeridos



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2420201 Rev. 0
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Turbidez	NTU	0.2		1%	95 - 101%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	1%	100 - 104%	94 - 105%	8%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	95 - 96%	95 - 100%	7%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	100 - 107%	94 - 103%	1%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	92 - 94%	96 - 99%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	2%	92 - 98%	104%	4%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 92%	102 - 103%	5%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	96 - 103%	98%	3%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 97%	106%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	2%	100 - 107%	99 - 100%	4%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	2%	107 - 108%	102 - 108%	2%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	2%	96 - 97%	101 - 105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	7%	100 - 102%	95 - 107%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	101%	103 - 108%	2%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	99 - 100%	94 - 109%	0%
Estañio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 98%	96 - 98%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	92 - 101%	93 - 94%	0%
Fostoro Total	mg/L	0.047	<0.047	8%	93 - 97%	98 - 101%	8%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	1%	94 - 95%	95 - 97%	2%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 101%	92 - 103%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	108%	105 - 107%	1%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	1%	94 - 99%	106 - 109%	4%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	5%	105 - 109%	100 - 109%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 104%	96%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 98%	101 - 104%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	100 - 107%	93 - 104%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	1%	103 - 105%	92 - 96%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	103 - 109%	100 - 108%	6%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	2%	96 - 99%	99%	2%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	98 - 99%	91 - 96%	1%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96%	102 - 107%	1%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	101%	98 - 100%	5%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	2%	93 - 103%	92 - 106%	3%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	1%	99 - 103%	107 - 109%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0%	100 - 102%	104 - 106%	3%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	91 - 103%	100 - 103%	6%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	1%	92 - 103%	91 - 97%	0%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	1%	92 - 102%	91 - 97%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	101 - 108%	91 - 107%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	96 - 98%	98 - 99%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	95 - 106%	91 - 104%	1%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	91 - 107%	92 - 104%	0%
Ti hono Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	102 - 104%	97 - 102%	4%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	5%	94 - 95%	91 - 98%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	97 - 98%	96 - 100%	2%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	96 - 103%	93 - 94%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 94%	101 - 107%	3%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 96%	96 - 97%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	91 - 104%	103 - 104%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	1%	103 - 109%	98 - 99%	2%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2424854 Rev. 0

MELANIA BERMUDO

AVENIDA LAS DALIAS MZ C LOTE 15

ENV / LB-353664-002

PROCEDENCIA: MANTIAL YURACCYACU

Fecha de Recepción SGS : 05-08-2024

Fecha de Ejecución : Del 05-08-2024 al 21-08-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
F-YYAC-1

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (078) 386 092

www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS

Página 3 de 6



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2424854 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1 82592510N / 495565E 04/08/2024 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA AGUA DE MANANTIAL
Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Categoría	Sub Categoría		
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	10.0 ± 0.80
Aniones					
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	4.962 ± 0.74
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	2.690 ± 0.59
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	1.28 ± 0.15
Análisis Microbiológicos					
Numeración de heterotrofos	EW_APHA9215B	UFC/mL	1	1	42 (**)
Numeración de Coliformes totales	EW_APHA9221B_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8 (**)
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8 (**)
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8
Numeración de Virus Entericos	EW_APHA9510B_CX	NMPUI/L	--	--	0.0 *
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0
Algas	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1
Copépodos	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1
Nematodos en todos sus Estadios Evolutivos	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1
Organismos de Vida Libre	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1
Protozoanos	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1
Protozoanos No Patógenos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	0 *
Protozoanos Patógenos	EW_STM_CX	Organismo/L	--	--	0 *
Rotíferos	EW_STM_CX	Organismo/L	1	1	<1
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	5.396 ± 0.49
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00215 ± 0.00024
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1277 ± 0.012
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00023 ± 0.000050
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	<0.006
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	11.736 ± 1.17
Cenizas Totales	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00193 ± 0.00016
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0006 ± 0.00010
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00039 ± 0.000040
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00204 ± 0.00051
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0015 ± 0.00040
Estadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2033 ± 0.018
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.110 ± 0.031
Gaio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00150 ± 0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	1.6728 ± 0.13
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0022 ± 0.00060
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0004 ± 0.00000
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	5.889 ± 0.71
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00903 ± 0.00063
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00067 ± 0.00015
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ± 0.00030
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ± 0.00010
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	4.67 ± 0.37
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0119 ± 0.0012
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Stroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	50.14 ± 6.020
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	23.435 ± 2.81
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	7.627 ± 0.84
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
torio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1165 ± 0.015
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000307 ± 0.000064
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0064 ± 0.0010



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2424854 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					F-YYAC-1
FECHA DE MUESTREO					82592510N / 495565E
HORA DE MUESTREO					04/08/2024
CATEGORIA					08:00:00
SUB CATEGORIA					AGUA NATURAL
					AGUA SUBTERRANEA
					AGUA DE MANANTIAL
Parametro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00009 ± 0.000020
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0089 ± 0.00090
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00426 ± 0.00098

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Página 3 de 6

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2424854 Rev. 0
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Turbidez	NTU	0.2		0%	95 - 105%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	7%	97 - 105%	92 - 104%	4%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	1%	93 - 99%	91 - 94%	3%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	97 - 103%	91 - 99%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	1%	93 - 99%	91 - 96%	5%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	97 - 107%	102 - 103%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 102%	94 - 96%	4%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	1%	98 - 106%	93 - 94%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	102 - 103%	96%	3%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	2%	98 - 107%	92 - 101%	5%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	90 - 102%	91 - 93%	4%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	101 - 103%	95%	9%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	93 - 100%	100 - 103%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 99%	95 - 100%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 104%	96 - 109%	8%
Estañio Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	102 - 107%	100 - 106%	1%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	3%	92 - 97%	93 - 99%	8%
Fosforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0%	94 - 99%	96 - 100%	0%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	98 - 104%	96%	7%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 99%	94 - 95%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	99%	94 - 99%	8%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 100%	91 - 94%	3%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	97 - 108%	97 - 99%	2%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	94 - 97%	91 - 108%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	98 - 107%	103 - 105%	4%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	3%	95 - 102%	101 - 104%	3%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	7%	95 - 102%	92 - 96%	8%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	104 - 107%	93 - 96%	6%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	96 - 97%	92 - 93%	6%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	103 - 104%	94 - 98%	6%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	95 - 104%	92 - 102%	4%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	98 - 103%	91 - 96%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	101 - 104%	93 - 95%	8%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	2%	94 - 96%	102 - 104%	4%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3%	103 - 106%	96 - 99%	10%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	99 - 106%	99 - 102%	4%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	5%	98 - 99%	91%	2%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	5%	97 - 99%	91%	2%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	2%	102 - 103%	92 - 93%	6%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	98 - 101%	92 - 96%	6%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	98 - 99%	96 - 107%	5%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	100%	94 - 98%	0%
Tiemo Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	92 - 97%	102 - 107%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	93 - 96%	91 - 109%	4%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	2%	101 - 107%	101%	2%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 97%	99 - 100%	8%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 104%	93 - 95%	6%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	100 - 101%	95 - 98%	7%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	92 - 100%	92 - 95%	5%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	99 - 108%	98 - 99%	7%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		98 - 100%	100%	1%
Nitrato (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 102%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%

Apéndice E: Referencia de métodos de ensayo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2424854 Rev. 0
REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2130B	Callao	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Ed.: 2023. Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA9215B	Callao	Numeración de Heterótrofos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A, B, 24th Ed. (Incluye Muestreo). 2023. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Procedure
EW_APHA9221B_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
EW_APHA9221E_NMP_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E, 1, 24th Ed; 2023. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_APHA9221F_CX	Cajamarca	Numeración de Escherichia coli (EC-MUG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, Item 1, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
EW_APHA9510B_CX	Cajamarca	Numeración de Virus Entéricos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9510 B 5a,d.E.G 1,2,3,4. 23rd Ed. 2017 Hydroextraction - Dialysis with Polyethylene Glycol.
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-mass spectrometry. 2015 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance)
EW_EPA300_0	Callao	Cloruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrato (como N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrito (como N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Sulfato	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016. Método Bailenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos
EW_STM_CX	Cajamarca	Organismos de vida libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1; F.2.a.c.1, 23rd Ed. 2017 (VALIDADO). Referenciado en Reglamento de Calidad del Agua para consumo Humano (D.S. N°031-2010-S.A.). 2016. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques.

Apéndice F: Resolución N° 2115 – 2007

Tabla F1

Parámetros químicas con mayores consecuencias sobre salud humana

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	CaCO ₃	200
Cloruros	Cl ⁻	250
Aluminio	Al ³⁺	0,2
Dureza Total	CaCO ₃	300
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,5

Nota: Por la gravimetría el LMP del fósforo es 0,163 mg/L.

Apéndice G: Programa del análisis estadístico

jamovi - BASE DE DATOS MBC

Variables Datos Análisis Editar

Exploración Pruebas T ANOVA Regresión Frecuencias Factor Módulos

ANOVA

Variable Dependiente:

Factores Fijos:

- Epoca
- Parametros Físicos
- Turbiedad
- pH
- Temperatura
- Conductividad
- STD
- Parametros Químicos

Ajuste del Modelo

Prueba del modelo global

Tamaño del Efecto

η^2 η^2 parcial ω^2

> Modelo

> Comprobaciones de Supuestos

> Contrastes

> Pruebas Post Hoc

> Medias Marginales Estimadas

> Guardar

Matriz de Correlaciones

Matriz de Correlaciones

	Turbiedad	Bacterias Coliformes Totales	Bacterias C
Turbiedad	—		
Bacterias Coliformes Totales	0.5384	—	
Bacterias Coliformes Termotolerables o Fecales	0.5384	1.0000	
Bacterias Heterotróficas	0.5594	0.9536	
Organismos de vida libre, algas, protozoos, etc	0.9403	0.6553	
Caudal	0.8373	0.7025	

ANOVA

ANOVA - ...

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
...
Residuos

[R]

jamovi - BASE DE DATOS MBC

Variables Datos Análisis Editar

Portapapeles Editar Configuración Calcular Transformar Agregar Eliminar Filtros Agregar Eliminar

Pr.	Ca *	Sr *	P *	Mg *	K *	SiO2 *	Si *	Ti *	Parametr...	Bacterias ...	Bacterias ...	Bacterias ...	Organism...	Escherichi...	Caudal
1	9.914	0.213	0.604	8.130	11.78	188.430	88.076	0.750		490.0	230.0	120.0	16.00	1.8	1.22
2	8.589	0.145	0.488	6.210	11.10	126.520	59.134	0.678		1.8	1.8	11.0	10.92	1.8	1.13
3	9.252	0.179	0.536	7.170	11.44	157.475	73.605	0.714		1.8	1.8	10.0	12.97	1.8	1.07
4	12.631	0.208	0.237	7.429	6.05	79.030	36.941	0.233		1.8	1.8	7.0	7.00	1.8	0.98
5	12.184	0.220	0.173	6.659	5.36	64.585	30.188	0.170		1.8	1.8	24.5	1.00	1.8	0.92
6	11.736	0.233	0.110	5.889	4.67	50.140	23.435	0.117		1.8	1.8	42.0	4.00	1.8	0.88

Lista Filtros 0 Número de filas 6 Filtro 0 Eliminado 0 Añadido 6 Celdas editadas 168

jamovi - BASE DE DATOS MBC

Variables Datos Análisis Editar

Portapapeles Editar Configuración Calcular Transformar Agregar Eliminar Filtros Agregar Eliminar

Pr.	Epoca	Parametr...	Turbiedad	pH	Temperat...	Conductiv...	STD	Parametr...	Al	As	Fe	Pb	Otros Par...	Ca *	Sr *
1	Lluvia	306.0	7.55	15.7	95	879			43.717	0.012	23.455	0.019		9.914	0.2
2	Lluvia		254.0	8.00	15.6	95	877		37.291	0.013	18.731	0.012		8.589	0.1
3	Lluvia		276.0	8.00	15.6	94	829		40.504	0.012	21.093	0.016		9.252	0.1
4	Transito a esti...		48.2	8.15	15.6	140	651		12.424	0.003	3.907	0.002		12.631	0.2
5	Transito a esti...		22.6	8.10	15.6	142	649		8.910	0.012	2.790	0.002		12.184	0.2
6	Transito a esti...		10.0	8.12	15.6	145	656		5.396	0.021	1.673	0.001		11.736	0.2

Lista Filtros 0 Número de filas 6 Filtro 0 Eliminado 0 Añadido 6 Celdas editadas 168

**ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS:**

Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu distrito de Cangallo, provincia de Cangallo

Expositora: Melania Ruth Bermudo Coronado
Bachiller en Ingeniería Química

Expediente N° 2478151 Resolución Decanal N° 002-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 25-02-2025

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las once de la mañana con cinco minutos del día jueves veintisiete de febrero del año dos mil veinticinco, se reunieron la Bachiller en Ingeniería Química **Melania Ruth Bermudo Coronado**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Ybar Gustavo PALOMINO MALPARTIDA, Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO y Mg. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la Facultad), Mg. Gloria Ines BARBOZA PALOMINO (Docente Asesora de la Tesis), Mg. Alfredo TORRES GARAY (Docente Coasesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu distrito de Cangallo, provincia de Cangallo**, presentado por la Bachiller **Melania Ruth Bermudo Coronado**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 002-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó a la Bachiller **Melania Ruth Bermudo Coronado**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición de la Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA, Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO y Dr. Ybar Gustavo PALOMINO MALPARTIDA. Luego el Presidente invitó a la Mg. Gloria Ines BARBOZA PALOMINO para que, en su condición de Docente Asesora, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invito a la sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15)**.

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA**ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS:****Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu distrito de Cangallo, provincia de Cangallo****Expositora: Melania Ruth Bermudo Coronado**
Bachiller en Ingeniería Química**Expediente N° 2478151 Resolución Decanal N° 002-2025-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 25-02-2025**

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, la Bachiller **Melania Ruth Bermudo Coronado**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA QUÍMICA** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del medio día con cincuenta y cinco minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente


.....
Dr. Ybar Gustavo PALOMINO MALPARTIDA
Miembro


.....
Mg. Tardila ALCARRAZ ALFARO
Miembro


.....
Mg. Abraham Fernando TREJO ESPINOZA
Miembro


.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA QUÍMICA Y
METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA QUÍMICA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 001-2025-UNSCH-FIQM/EPIQ

El que suscribe, Director de la **Escuela Profesional de Ingeniería Química** de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, habiendo recibido el requerimiento de Constancia de Originalidad por parte de la Bach. **Melania Ruth BERMUDO CORONADO**, se procedió a la evaluación y regularización de originalidad del archivo adjunto con el **TURNITIN - UNSCH**, de acuerdo a los criterios establecidos en el **Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH**, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU; cuyos resultados son:

Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu distrito de Cangallo, provincia de Cangallo

Autor Bach. : Melania Ruth BERMUDO CORONADO
Identificado : 2626319824
Fecha : 26 de marzo de 2025
Archivo : Tesis

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del **18 (dieciocho) % de ÍNDICE DE SIMILITUD** realizado con **Depósito de trabajos estándar**, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que, los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 28 de marzo de 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Escuela de Formación Profesional
de Ingeniería Química

.....
Dr. Guido Palomino Hernández
DIRECTOR

Adjunto Reporte de Índice de Similitud
cc. archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
QUÍMICA Av. Independencia S/N –
Ayacucho Telf. 066-312510 Anexo. 152 Correo:
ep.quimica@unsch.edu.pe

Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu distrito de Cangallo, provincia de Cangallo

por Melania Ruth Bermudo Coronado

Fecha de entrega: 26-mar-2025 08:09p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2626319824

Nombre del archivo: Tesis_calidad_fisicoqu_mica_BERMUDO_Melania.pdf (12.88M)

Total de palabras: 19752

Total de caracteres: 106443

Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo de la comunidad de Yuraccyacu distrito de Cangallo, provincia de Cangallo

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

11%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

3%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

journal.gnosiswisdom.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

1%

10

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

11

explorer.lbry.com

Fuente de Internet

1%

12

repositorio.upsc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

13

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

1%

14

repositorio.unu.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

15	SNC LAVALIN PERU S.A.. "Modificación del Plan de Cierre de la Unidad Minera Casapalca 7-IGA0003087", R.D. N° 335-2011-MEM-AAM, 2020 Publicación	<1 %
16	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
17	THE ANDEAN SUSTAINABLE GROUP S.A.C. - THE ANDEAN SG S.A.C.. "EIA del Proyecto Ariana-IGA0005501", R.D. N° 127-2016-MEM/DGAAM, 2020 Publicación	<1 %
18	#N/A. "Primera MEIA-SD del Proyecto Agroforestal de Pijuayo para la Producción de Palmito-IGA0015798", R.D.G. N° 306-2017-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022 Publicación	<1 %
19	repositorio.utb.edu.co Fuente de Internet	<1 %
20	www.vivienda.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
21	www.bvsde.paho.org Fuente de Internet	<1 %
22	Cortés Salinas, Alejandro. "Transformaciones Socioespaciales Ante Cambios en las Infraestructuras de Transporte : El Caso del Mejoramiento del Metro Regional de Valparaíso y la Autopista Troncal sur en las Comunas de Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana (1998- 2022)", Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile), 2024 Publicación	<1 %
23	UMBRELLA ECOCONSULTING S.A.C.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del PAMA de la Planta Agroindustrial y Áreas Agrícolas-IGA0020935", R.D. N° 00490-2022-PRODUCE/DGAAMI, 2022 Publicación	<1 %
24	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

25	Eduardo Raffo Lecca. "Tratado del agua y la legislación peruana", Industrial Data, 2016 Publicación	<1 %
26	s3.amazonaws.com Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
30	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	Jorge Alonso. "Calidad del agua para estudiantes de ciencias ambientales", Ecoe Ediciones S. A. S., 2022 Publicación	<1 %
33	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	1library.co Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Politécnica del Perú Trabajo del estudiante	<1 %
36	Submitted to Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente Trabajo del estudiante	<1 %
37	Submitted to Unidades Tecnológicas de Santander Trabajo del estudiante	<1 %
38	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %