



La investigación, su esencia y arte.

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA
PARA CONSUMO HUMANO EN EL DISTRITO DE AHUAYCHA -
TAYACAJA DURANTE 2023”**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

LI2: SEGURIDAD AMBIENTAL Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE:

AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO OCDE:

1.00.00 -- Ciencias Naturales

PRESENTADO POR:

Bach. Ochoa Salinas, Yeison

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5195-1463>

ASESOR

Dr. Angeles Suazo, Julio Miguel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8327-9032>

Pampas - Perú

2024

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS EN LA MODALIDAD PRESENCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

Expediente N° 5-2024-UNAT/FI-EPIFA

Página 1 de 1

En esta acta, se hace constar que en el auditorium de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja "Daniel Hernández Morillo", ubicado en el distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, departamento Huancavelica, el día **16 de octubre del 2024**, a las **15:00** horas, se reunieron los miembros del Jurado Calificador designados con Resolución de Vicepresidencia Académica N° 002-2024-UNAT/CO-VPA, de fecha 12 de junio del 2024, con el propósito de llevar a cabo el **Acto de Sustentación** de la tesis de Titulación Profesional:

"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL DISTRITO DE AHUAYCHA - TAYACAJA DURANTE 2023"



Dicha tesis ha sido presentada por el Bachiller en Ingeniería Forestal y Ambiental **OCHOA SALINAS YEISON** y asesorado por el docente Dr. ANGELES SUAZO JULIO MIGUEL, adscrito al Departamento Académico de Ingeniería Forestal y Ambiental

Después de haber calificado el informe final de tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara¹: APROBADO, para optar el **Título Profesional de INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**, con la calificación de 15, que corresponde a la condición²: BUENO.

En consecuencia, el/la sustentante:

- Queda en condición de recibir el indicado Título Profesional, de conformidad con las normas legales, estatutarias y reglamentarias aplicables en materia del proceso de titulación profesional.
- NO queda en condición de recibir el indicado Título Profesional, de conformidad con las normas legales, estatutarias y reglamentarias aplicables en materia del proceso de titulación profesional.

Siendo las 16:04 horas del mismo día, mes y año, se da por concluido el Acto de Sustentación, firmando a continuación los intervinientes, en señal de conformidad de lo acontecido y consignado.

 Dra. CHAVARRÍA MARQUEZ ESMILA YEIME Presidente	 Mg. QUINTANA USCAMAYTA FREDY Miembro
 Dr. ANGELES SUAZO JULIO MIGUEL Asesor	

1. Indicar: Aprobado o Desaprobado., según corresponda.
2. Indicar: Excelente, Muy Bueno, Bueno, Regular o Desaprobado, según corresponda.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 040-2024

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO, QUIEN SUSCRIBE:

HACE CONSTAR:

Que la tesis titulado: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL DISTRITO DE AHUAYCHA-TAYACAJA DURANTE 2023", desarrollado por el bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental YEISON OCHOA SALINAS, asesorado por el DR. JULIO MIGUEL ANGELES SUAZO, cumple con los requisitos de conformidad de originalidad mediante (*software Anti plagio Turnitin*), evidenciándose en el informe de originalidad un porcentaje de similitud de dieciséis (16%), el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

Se expide la presente constancia para los fines que estime conveniente.

Pampas, 05 de noviembre de 2024



Dr. Gino Paul Prieto Rosales
Director de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia, por su amor incondicional y su apoyo constante en cada paso de mi vida. Su fe en mí ha sido la fuerza que me impulsa a alcanzar mis sueños.

A mi asesor, por su invaluable orientación, paciencia y dedicación. Su conocimiento y consejos han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros y amigos, por su compañía y motivación en este arduo camino. Cada momento compartido ha hecho esta travesía más llevadera y significativa.

A la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja “Daniel Hernández Morillo” por el valioso financiamiento y los recursos brindados que han hecho posible la realización de esta tesis. Su compromiso con la educación y el desarrollo académico ha sido fundamental en mi formación

ÍNDICE

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1.	Formulación del problema	16
1.1.1.	Problema general	16
1.1.2.	Problemas específicos	16
1.2.	Objetivos	16
1.2.1.	Objetivo general	16
1.2.2.	Objetivos específicos.....	16
1.3.	Justificación e importancia	17
1.4.	Hipótesis	18
1.4.1.	Hipótesis general.....	18
1.4.2.	Hipótesis específicas	18
1.4.3.	Hipótesis nula.....	18
2.	MARCO TEÓRICO	19
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	19
2.2.	Bases conceptuales	28
2.2.1.	El agua	28
2.2.2.	Calidad del agua	30
2.2.3.	Agua para consumo humano	31
2.2.4.	Parámetros <i>In situ</i>	32
2.2.5.	Parámetros fisicoquímicos del agua	36
2.2.6.	Parámetros bacteriológicos.....	46
2.2.7.	Sistema de abastecimiento de agua	47
2.2.8.	Componentes del sistema de abastecimiento de agua	48
2.2.9.	Muestreo.....	48
2.2.10.	Tipo de muestra usada	49
2.2.11.	Límites máximos permisibles	49
2.3.	Bases legales	49
2.4.	Identificación de variables	50
2.4.1.	Variable	50
2.4.2.	Dimensiones.....	50
2.5.	Definición operativa de variables e indicadores.....	51
3.	METODOLOGÍA.....	53
3.1.	Tipo de investigación.....	53
3.2.	Nivel de investigación	53

3.3.	Método de investigación.....	53
3.4.	Diseño de investigación.....	53
3.5.	Población, muestra y muestreo	54
3.5.1.	Población y muestra	54
3.5.2.	Muestreo.....	54
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
3.7.	Planificación del plan de muestreo	56
3.7.1.	Ubicación geográfica de la capital del distrito de Ahuaycha, Provincia de Tayacaja, Departamento de Huancavelica.....	56
3.7.2.	Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.....	57
3.8.	Procedimiento de muestreo	58
3.8.1.	Ubicación de los puntos de muestreo	58
3.8.2.	Toma de muestras.....	58
3.8.3.	Consideraciones en la toma de muestras:.....	59
3.8.4.	Procedimiento analítico	61
3.9.	Instrumentos de recolección de datos	61
3.10.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	62
3.11.	Aspectos éticos y regulatorios.....	63
4.	RESULTADOS.....	64
4.1.	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS <i>IN SITU</i> CON LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA.	64
4.2.	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS CON LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA	73
4.3.	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS CON LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA	109
5.	DISCUSIÓN	114
6.	CONCLUSIONES	116
7.	RECOMENDACIONES	118
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
9.	ANEXOS	122
9.1.	Anexo N°1 Matriz de consistencia.....	123
9.2.	Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.	125
9.3.	Límites Máximos Permisibles de los Parámetros de la calidad del agua para consumo humano.	126
9.4.	Conservación de muestras de los Parámetros.	128
9.5.	Resultados de laboratorio de los Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las 3 muestras del punto N°1 Reservoirio.....	129

9.6.	Resultados de laboratorio de los Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las 3 muestras del punto N°2 Vivienda 1.	131
9.7.	Resultados de laboratorio de los Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las 3 muestras del punto N°3 Vivienda 2.	133
9.8.	Registro de datos de campo.....	135
9.9.	Cadena de custodia.....	136
9.10.	Cadena de custodia de los 3 puntos de muestreo.....	137
9.11.	Panel fotográfico.....	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Rotulación de muestras</i>	61
Figura 2 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ del pH</i>	64
Figura 3 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ del EC</i>	66
Figura 4 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ del Temperatura.</i> ...	68
Figura 5 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ de TDS</i>	70
Figura 6 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ del Cloro.</i>	71
Figura 7 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo de la turbiedad.</i>	73
Figura 8 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ de la Dureza total</i> ..	75
Figura 9 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Hierro.</i>	77
Figura 10 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Manganeso.</i>	79
Figura 11 <i>Gráfico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Aluminio.</i>	81
Figura 12 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Cobre.</i>	83
Figura 13 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Zinc.</i>	84
Figura 14 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Sodio.</i>	86
Figura 15 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Antimonio.</i>	88
Figura 16 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Arsénico.</i>	89
Figura 17 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Bario.</i>	91
Figura 18 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Boro.</i>	93
Figura 19 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Cadmio.</i>	95
Figura 20 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Cromo.</i>	96
Figura 21 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Mercurio.</i>	98
Figura 22 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Níquel.</i>	99
Figura 23 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Nitratos.</i>	101
Figura 24 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Plomo.</i>	103
Figura 25 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Selenio.</i>	104
Figura 26 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Molibdeno.</i>	106
Figura 27 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Uranio.</i>	108
Figura 28 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo de los Coliformes Fecales o Termotolerantes.</i>	110
Figura 29 <i>Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo de Escherichia coli.</i>	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de las aguas según su dureza	39
Tabla 2 Cuadro de variables e indicadores.....	51
Tabla 3 Cuadro de resultados de medición in situ del pH, en los tres puntos de monitoreo ...	64
Tabla 4 Cuadro de Análisis de varianza de un factor pH	65
Tabla 5 Cuadro de resultados de medición in situ del de la Conductividad eléctrica (EC), en los tres puntos de monitoreo.....	66
Tabla 6 Cuadro de Análisis de varianza de un factor EC	67
Tabla 7 Cuadro de resultados de medición in situ del de la Temperatura, en los tres puntos de monitoreo.....	68
Tabla 8 Cuadro de análisis de varianza de un factor de la Temperatura.....	69
Tabla 9 Cuadro de resultados de medición in situ del de la TDS, en los tres puntos de monitoreo.....	69
Tabla 10 Cuadro de análisis de varianza de un factor de la TDS.	70
Tabla 11 Cuadro de resultados de medición in situ del de la Cloro, en los tres puntos de monitoreo.....	71
Tabla 12 Cuadro de análisis de varianza de un factor de la Cloro.....	72
Tabla 13 Cuadro de resultados de medición de laboratorio de la turbiedad, en los tres puntos de monitoreo.....	73
Tabla 14 Cuadro de análisis de varianza de un factor de la turbiedad.	74
Tabla 15 Cuadro de resultados de medición de laboratorio de la Dureza total, en los tres puntos de monitoreo.	75
Tabla 16 Cuadro de análisis de varianza de un factor de la Dureza Total.....	76
Tabla 17 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Hierro, en los tres puntos de monitoreo.....	76
Tabla 18 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Hierro.....	77
Tabla 19 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Manganeseo, en los tres puntos de monitoreo.....	78
Tabla 20 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Manganeseo.....	79
Tabla 21 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Aluminio, en los tres puntos de monitoreo.....	80
Tabla 22 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Aluminio.....	81
Tabla 23 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Cobre, en los tres puntos de monitoreo.....	82
Tabla 24 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Cobre.....	83
Tabla 25 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Zinc, en los tres puntos de monitoreo.....	84
Tabla 26 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Zinc.	85
Tabla 27 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Sodio, en los tres puntos de monitoreo.....	85
Tabla 28 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Sodio.	86
Tabla 29 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Antimonio, en los tres puntos de monitoreo.....	87
Tabla 30 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Antimonio.....	88

Tabla 31 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Arsénico, en los tres puntos de monitoreo.....	89
Tabla 32 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Arsénico.....	90
Tabla 33 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Bario, en los tres puntos de monitoreo.....	91
Tabla 34 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Bario.....	91
Tabla 35 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Boro, en los tres puntos de monitoreo.....	92
Tabla 36 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Boro.....	93
Tabla 37 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Cadmio, en los tres puntos de monitoreo.....	94
Tabla 38 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Cadmio.....	95
Tabla 39 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Cromo, en los tres puntos de monitoreo.....	96
Tabla 40 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Cromo.	97
Tabla 41 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Mercurio, en los tres puntos de monitoreo.....	97
Tabla 42 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Mercurio.	98
Tabla 43 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Níquel, en los tres puntos de monitoreo.....	99
Tabla 44 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Níquel.....	100
Tabla 45 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Nitratos, en los tres puntos de monitoreo.....	100
Tabla 46 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Nitrato.	101
Tabla 47 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Plomo, en los tres puntos de monitoreo.....	102
Tabla 48 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Plomo	103
Tabla 49 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Selenio, en los tres puntos de monitoreo.....	104
Tabla 50 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Selenio.	105
Tabla 51 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Molibdeno, en los tres puntos de monitoreo.....	105
Tabla 52 Cuadro de análisis de varianza de un factor del molibdeno.....	106
Tabla 53 Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Uranio, en los tres puntos de monitoreo.....	107
Tabla 54 Cuadro de análisis de varianza de un factor del Uranio.	108
Tabla 55 Cuadro de resultados de medición de laboratorio de los Coliformes Fecales o Termotolerantes, en los tres puntos de monitoreo.....	109
Tabla 56 Cuadro de análisis de varianza de un factor de los Coliformes Fecales o Termotolerantes, en los tres puntos de monitoreo.....	110
Tabla 57 Cuadro de resultados de medición de laboratorio de Escherichia coli, en los tres puntos de monitoreo.	111
Tabla 58 Cuadro de análisis de varianza de un factor de Escherichia coli, en los tres puntos de monitoreo.....	112

RESUMEN

La presente tesis, lleva por título la “Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del agua para consumo humano en el distrito de Ahuaycha-Tayacaja durante 2023”, con el propósito de identificar los niveles de concentración de las propiedades de agua para consumo humano, a consecuencia del mal tratamiento de agua para consumo humano en el distrito; de tal manera el objetivo principal fue evaluar la calidad fisicoquímicas del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha; evaluando los parámetros de, turbidez, pH, temperatura, conductividad, dureza total, hierro, manganeso, aluminio, cobre, zinc, sodio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cloro residual, cromo, mercurio, níquel, nitrato, plomo, selenio, molibdeno, uranio, Coliformes fecales/termotolerantes y Escherichi coli. Finalmente se hará una comparación de los parámetros físicoquímicos y bacteriobiológicos, con el D.S. 031-2010-SA, que aprueba los límites máximos permisibles del agua para consumo humano.

La tesis se efectuó con un enfoque cuantitativo, para contrarrestar las hipótesis y obtener los objetivos planeados; tiene un diseño descriptivo simple no experimental de tipo transeccional, metodología de investigación es tipo aplicada, de nivel descriptivo, población y muestra se refiere a la cantidad de caudal de agua que posee el distrito y la cantidad de muestra que se llevara analizar al laboratorio.

Para la recopilación de datos se utilizó un multiparámetro y un colorímetro para calcular los parámetros fisicoquímicos con fichas y la cadena de custodia. Además, los análisis de los parámetros que se realizó en laboratorio acreditado por INACAL. Para el procesamiento de datos, se realizó la clasificación y verificación de los datos para realizar el análisis; asimismo, se utilizará la prueba Z con un nivel de significación de 95 % de probabilidad para procesar los datos de los parámetros establecidos.

De acuerdo con los hallazgos logrados, se determinó que, de los 26 parámetros fisicoquímicos evaluados, 25 se encuentran dentro del límite máximo permisible. Solo el cloro residual libre se encuentra por debajo del límite máximo permisible (LMP), en los tres puntos de monitoreo. Según los hallazgos evaluados de los parámetros fisicoquímicos, se determinará que la calidad del agua es adecuada para el consumo humano, de acuerdo con los valores fijados en el reglamento DS N° 031-2010-SA.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acceso a agua potable segura es un pilar fundamental para la salud y el bienestar humano, dado que es indispensable no solo para el consumo directo, sino también para la preparación de alimentos y la higiene personal. Las fuentes de agua subterráneas y superficiales, que incluyen acuíferos, ríos y lagos, son los principales recursos hídricos disponibles para satisfacer estas necesidades esenciales. Estas fuentes son vitales no solo para el consumo humano, sino también para actividades como la agricultura, la generación de energía hidroeléctrica y otros usos industriales y domésticos. Dada su importancia, la protección y gestión sostenible de estas fuentes de agua dulce es crucial para asegurar su disponibilidad a largo plazo y prevenir problemas de escasez o contaminación que puedan poner en riesgo la salud pública y el desarrollo socioeconómico de las comunidades dependientes (LAURENTE HUAMAN, 2023). Sin embargo, a pesar de los avances en infraestructura y tecnología, la calidad y disponibilidad del agua potable sigue siendo un desafío global significativo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente el 32% de la población mundial carece de acceso a servicios sanitarios básicos, lo que se traduce en una alta incidencia de enfermedades transmitidas por el agua. Esta situación es alarmante, ya que se estima que anualmente ocurren alrededor de 280,000 muertes a nivel global debido a enfermedades propagadas por el agua contaminada. Además, se ha reportado que el 10% de la población mundial consume alimentos preparados con aguas residuales no aptas, lo que incrementa el riesgo de enfermedades gastrointestinales y otras afecciones de salud (Laurent Huamán, 2023).

La baja calidad del agua, junto con deficiencias en higiene y saneamiento, es un problema crítico de salud pública que contribuye al 4% de todas las muertes a nivel mundial, según Bracho y Fernández (2017). Este alarmante porcentaje refleja el impacto devastador que la contaminación del agua puede tener en las poblaciones, particularmente en las regiones más vulnerables. El agua potable, aquella que es segura para el consumo humano y otras necesidades básicas, debe cumplir con rigurosos estándares de calidad que aseguren la ausencia de contaminantes bioquímicos, incluyendo organismos microbianos, agentes físicos y sustancias químicas nocivas. La presencia de estos contaminantes transforma el agua en un riesgo significativo para la salud, capaz de causar enfermedades como la diarrea, la hepatitis y otras infecciones de

origen hídrico, que pueden tener consecuencias fatales, especialmente en niños y personas con sistemas inmunológicos comprometidos.

Mantener la potabilidad del agua es, por lo tanto, una tarea fundamental que requiere la implementación de controles estrictos en cada etapa del ciclo del agua, desde su fuente hasta su distribución y almacenamiento. La definición de lo que constituye agua potable de buena calidad no es solo una cuestión técnica, sino un imperativo de salud pública que involucra la evaluación constante de parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Esto es especialmente crítico en áreas rurales y remotas, donde la infraestructura de saneamiento es limitada y el acceso a tecnologías de tratamiento de agua puede ser insuficiente. Según Polo-Carrillo et al. (2020), asegurar la calidad del agua potable es crucial no solo para prevenir enfermedades, sino también para garantizar el desarrollo sostenible de las comunidades, al proteger un recurso esencial para la vida y el bienestar humano (Laurente Huamán, 2023).

En América Latina y el Caribe (ALC), el acceso a recursos hídricos de calidad suficiente sigue siendo un desafío considerable, especialmente en las zonas rurales, donde el 43% de los residentes carecen de agua potable adecuada para el consumo humano y la higiene personal. Esta falta de acceso a agua segura es una problemática que agrava las condiciones de vida de millones de personas, exponiéndolas a una serie de enfermedades que pueden ser mortales si no se tratan a tiempo. En esta región, las principales causas de mortalidad relacionadas con el agua incluyen la gastroenteritis, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y el cólera, todas enfermedades que están estrechamente vinculadas a la ingesta de agua contaminada y a la falta de saneamiento adecuado (Laurente Huamán, 2023).

Los niños, en particular, son especialmente vulnerables a las enfermedades diarreicas causadas por el consumo de agua no potable. Estas enfermedades son responsables de una proporción significativa de la mortalidad infantil en la región, lo que subraya la importancia crítica de garantizar que todas las comunidades, especialmente las rurales, tengan acceso a agua de calidad que cumpla con las normativas internacionales. La cobertura insuficiente de estas normas de calidad del agua potable no solo perpetúa la pobreza y la desigualdad, sino que también tiene un impacto directo en la salud y el bienestar de las poblaciones más jóvenes, quienes son los más afectados por estas enfermedades (Almeida Boas et al., 2023).

Estudios recientes, como el de Almeida Boas et al. (2023), han demostrado una correlación clara entre la falta de acceso a agua potable segura y las tasas elevadas de mortalidad infantil en estas comunidades. Esta situación refuerza la necesidad de políticas públicas efectivas y de la implementación de infraestructuras que garanticen un suministro constante de agua de calidad, especialmente en áreas rurales y desfavorecidas. La mejora en la calidad del agua no solo reduciría significativamente la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua, sino que también contribuiría a mejorar la calidad de vida y el desarrollo socioeconómico de estas comunidades vulnerables (Almeida Boas et al., 2023).

En 2008, la situación del acceso a agua potable en Perú reflejaba una marcada disparidad entre las zonas urbanas y rurales, revelando las desigualdades estructurales que aún persisten en el país. Mientras que el 90% de los habitantes de áreas urbanas tenían acceso a fuentes mejoradas de agua potable, este porcentaje se reducía drásticamente en las zonas rurales, donde solo el 36% de los residentes contaban con mejores servicios de saneamiento. Además, aunque el 81% de los habitantes urbanos podían acceder a fuentes seguras de agua potable, la realidad para las comunidades rurales era mucho más precaria, con una gran parte de la población dependiendo de fuentes de agua que no cumplían con los estándares de calidad adecuados (Almeida Boas et al., 2023).

Esta disparidad en el acceso al agua potable y al saneamiento tiene consecuencias directas y significativas en la salud pública, especialmente en la mortalidad infantil. En Perú, la diarrea, una enfermedad comúnmente asociada con el consumo de agua contaminada y la falta de higiene, representaba el 4% de las causas de mortalidad en niños menores de cinco años en ese período. Este dato es particularmente alarmante, ya que la diarrea es una condición prevenible con acceso a agua limpia y servicios de saneamiento adecuados. La alta tasa de mortalidad infantil atribuida a enfermedades diarreicas en las zonas rurales resalta la urgente necesidad de mejorar la infraestructura de agua y saneamiento en estas áreas (Almeida Boas et al., 2023).

El estudio de Almeida Boas et al. (2023) subraya la importancia de cerrar esta brecha entre las zonas urbanas y rurales, no solo en Perú, sino en toda América Latina, para reducir la mortalidad infantil y mejorar la salud general de la población. Las cifras

de 2008 muestran que, a pesar de los avances en las zonas urbanas, las comunidades rurales seguían enfrentando serias dificultades para acceder a agua potable segura, lo que perpetúa un ciclo de pobreza y enfermedades. Estas diferencias ponen de manifiesto la necesidad de políticas públicas más equitativas que aborden las necesidades de las poblaciones rurales y promuevan un acceso universal a agua de calidad y servicios de saneamiento, esenciales para el desarrollo sostenible del país.

La quebrada Pachahuasi, que sirve como el principal recurso hídrico para el distrito de Ahuaycha, desempeña un papel crucial en el abastecimiento de agua para la población local. Esta quebrada, cuya agua es conducida hasta la planta de saneamiento hídrico del distrito, nace en las zonas más altas del riachuelo, lo que en principio podría sugerir un origen relativamente puro y libre de contaminantes. Sin embargo, el agua que fluye por la quebrada Pachahuasi no es únicamente el resultado de fuentes naturales; también se ve alimentada por aguas provenientes de áreas donde se llevan a cabo diversas actividades humanas, tales como la agricultura, ganadería y posiblemente actividades industriales informales. Estas actividades son fuentes potenciales de contaminación, introduciendo al agua una variedad de agentes nocivos, incluidos residuos químicos, orgánicos y microbianos.

El hecho de que el agua de la quebrada Pachahuasi esté expuesta a estos contaminantes plantea serias preocupaciones sobre su aptitud para el consumo humano. La presencia de contaminantes en el agua no solo afecta su calidad bioquímica, sino que también representa un riesgo significativo para la salud pública. La utilización de esta agua sin un tratamiento adecuado puede conducir a la propagación de enfermedades hídricas, que ya son una preocupación en muchas áreas rurales del Perú. Es por ello que la gestión adecuada de este recurso hídrico es de vital importancia. La planta de saneamiento hídrico del distrito tiene la responsabilidad de implementar procesos de tratamiento eficaces que eliminen estos contaminantes antes de que el agua llegue a los hogares, asegurando así que sea segura para el consumo humano.

La situación en Ahuaycha refleja un problema más amplio en muchas comunidades rurales, donde los recursos hídricos son vulnerables a la contaminación debido a la falta de control sobre las actividades humanas en las cuencas hidrográficas. Para garantizar la sostenibilidad del recurso y proteger la salud de la población, es necesario desarrollar e implementar estrategias de manejo integrado de cuencas que

incluyan la regulación de las actividades humanas en las zonas de captación, la vigilancia continua de la calidad del agua y la modernización de las plantas de tratamiento. Solo a través de un enfoque holístico que combine la protección ambiental con el tratamiento técnico del agua se podrá garantizar que la quebrada Pachahuasi siga siendo una fuente confiable y segura para la comunidad de Ahuaycha.

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Cuál es la calidad Fisicoquímicas del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es la calidad de los parámetros físicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha?

¿Cuál es la calidad de los parámetros químicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha?

¿Cuál es la calidad de los parámetros bacteriológicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la calidad Fisicoquímicas del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha

1.2.2. Objetivos específicos

Determinar la calidad de los parámetros físicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha

Determinar la calidad de los parámetros químicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha.

Determinar la calidad de los parámetros bacteriológicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha.

Comparar los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos, con el D.S. 031-2010-SA. Que aprueba los límites máximos permisibles del agua para consumo humano.

1.3. Justificación e importancia

En efecto, la Carta Magna peruana establece como uno de los fines primordiales del Estado la atención de las carencias básicas no cubiertas, entre las cuales se encuentra el aprovisionamiento de agua potable, fundamental para la vida humana. Se requiere un suministro suficiente y de calidad para a fin de prevenir casos que ocasionan la muerte por enfermedades como diarrea y la colera. (Polo-Carrillo et al., 2020).

Este estudio se justifica para evitar futuros conflictos y ahorrar al Estado en términos de salud de las personas que utilizan estas reservas de agua, que son vitales para su vida cotidiana se ven afectados por la contaminación causada por animales y personas que circulan alrededor del río donde se encuentra la fuente de agua (CCORA REPUELLO, 2022).

En lo Ambiental, se justifica ya que varias causas o fuentes modifican continuamente el entorno o ambiente donde se desarrollan los organismos vivos del planeta. La mayoría de estas modificaciones son provocadas por las actividades industriales y comerciales. Por lo tanto, es necesario emplear técnicas para medir y prevenir estos impactos ambientales si es factible, de tal manera que no tengan efectos negativos tanto en los humanos como en la flora y fauna.

Socialmente, la razón es que, si se puede evaluar las «propiedades físicoquímicas del agua para consumo humano», se pueden proponer medidas para reducir los contaminantes. Los resultados se aplicarán a la sociedad por parte de las autoridades pertinentes y beneficiarias, garantizando la protección de la salud de la población.

En lo Económico, porque reducirá el riesgo de complicaciones en la salud más graves causadas por los microorganismos patógenos y ahorrará dinero al evitar gastos en terapias complementarias. Como resultado, se solucionarían los problemas de salud laboral, lo que reduciría los costes y aumentaría el nivel de vida de las personas que utilizan el cauce de los arroyos.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La calidad de los parámetros fisicoquímicas del agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha, excede los límites máximos permisibles del D.S. 031-2010-SA.

1.4.2. Hipótesis específicas

La calidad de los parámetros físicos del agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha, excede los límites máximos permisibles del D.S. 031-2010-SA.

La calidad de los parámetros químicos del agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha, excede los límites máximos permisibles del D.S. 031-2010-SA.

La calidad de los parámetros Bacteriológicos del agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha, excede los límites máximos permisibles del D.S. 031-2010-SA.

1.4.3. Hipótesis nula

De acuerdo con el DS 031-2010-SA, la calidad del agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha no supera los límites máximos permitidos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Internacionales

Según, Gomes de Oliveira et al., (2022), en su informe sobre la **“Calidad del agua para consumo humano: estudio en un sistema de campus universitario”**, que explica que, en Brasil, la supervisión y el control de la «calidad del agua potable» son responsabilidad de la SAA, la SAC y la SAI, según la legislación vigente. Las condiciones generales de operación, uso y sostenimiento de los sistemas son algunos de los requisitos de energía hidráulica que la NBR 5626 presenta en la escala anterior. Para proteger la salud de su comunidad, La finalidad del trabajo fue la observación de la condición de calidad del agua de consumo humano en el campus de Mossoró de UFERSA. Teniendo en cuenta un plan de muestreo previamente establecido, el muestreo se llevó a cabo en parte de los sectores/edificios de la institución, en puntos de monitoreo (salidas de reservorios y bebederos de edificios). Para su monitoreo, los muestreos se realizaron en puntos aguas arriba de los sitios de muestreo cuando fuera necesario. Temperatura, turbidez, cloro libre residual (CRL), coliformes totales, Escherichia coli y cloro libre. Según el análisis estadístico indica que como demostramos con la ausencia de coliformes totales y Escherichia coli, presentamos mayores concentraciones de CRL y menores concentraciones de turbidez.

Según Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, (2020), en su trabajo sobre la **“Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la comunidad San Rafael, provincia de Pichincha”** La diagnosis del funcionamiento del suministro de agua y del sistema de distribución, las características del agua y la recogida de datos se llevaron a cabo sobre el terreno. Las características socioeconómicas, el acceder a prestaciones básicas de la comunidad y el uso del agua también se determinaron a través de encuestas y entrevistas. Durante el proyecto se efectuaron inspecciones de campo en los siguientes lugares para recoger muestras y medir parámetros: I) el pretratamiento (serpentín); II) el depósito uno; III) el depósito dos y VI) la conexión final en el hogar. La tabla 1 del Libro VI Anexo I de la normativa TULSMA evaluó y verificó los hallazgos de los ensayos microbiológicos y químicos. Por último, se comprobó la condición de las infraestructuras básicas del circuito de suministro de agua, que incluyen el pretratamiento, el reservorio 1 y 2, las válvulas, los accesorios, la conexión

domiciliaria y la red de distribución. Para prolongar la duración de la infraestructura existente, se crearon formularios de registro y fichas de mantenimiento preventivo y correctivo para el mantenimiento del sistema.

Según Rahman et al., (2021), en su estudio titulado: **“Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del agua y su variación estacional en un río urbano en Bangladesh”**, En este estudio se analizó la fluctuación de los índices hidroquímicos a lo largo del año. variación de los parámetros fisicoquímicos del agua durante todo el año. También se agruparon los meses de monitoreo en función de características similares. Se tomaron muestras de agua de temperatura, pH, OD, DQO, CE), ion cloruro y DBO5 durante cinco días en cuatro estaciones diferentes. La turbidez, la densidad total de sólidos disueltos (TDS), la proporción total de materia en suspensión (TSS), la Alcalinidad total (TA) y la Dureza total (TH) se miden por métodos estándar. Los resultados de la investigación mostraron que, a excepción del pH, la turbidez, la concentración de OD, la DBO5 y la DQO, el 40% de los parámetros de control de calidad hídrica en todas las instalaciones se encontraban dentro de los límites aceptables sugeridos por diversos organismos. Según los análisis estadísticos, el 52 % de los contrastes fueron muy distintos en un intervalo de confianza del 95%. El ajuste más adecuado entre los parámetros fue descubierto por el análisis factorial; los cuatro factores contribuyeron con el 94,29% de la variación total. Las descargas industriales y los compuestos toxicológicos, así como los TDS, DBO5, DQO, CE, turbidez, DO y Cl-, fueron las principales causas de la carga contaminante. Según los datos del estudio de grupos, el grado de calidad de las masas de agua superficial variaba según las estaciones, lo que suele ser un indicador de contaminación por precipitaciones u otras fuentes. No obstante, según la estación, los valores de las propiedades fisicoquímicas variarán; los contaminantes más altos se registraron durante el invierno. Se observará una tendencia de auto-refinamiento en el agua del río Turag durante las temporadas de lluvias, pre-invierno, verano e invierno.

Según Polo-Carrillo et al., (2020) en su trabajo sobre el **“Análisis del índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano en zonas urbanas del departamento de Bolívar”**. El objetivo es analizar los resultados del Indicador de Nivel de Calidad de Agua apta para consumo humano en áreas urbanizadas del Dpto. de Bolívar. Se llevó a cabo una investigación descriptiva para evaluar el grado de cumplimiento de las características físico-químicas y bacteriológicas del agua destinada

al consumo humano. El cumplimiento de los parámetros aceptables establecidos en la regulación actual se estimó mediante el método de observación directa. El Instrumento de medición estandarizado aprobado por el MINPROC en Colombia - IRCA - es la fuente de los resultados. Resultados: Se encontró que 18 de los 46 municipios del departamento de Bolívar poseen agua que no es adecuada para el consumo y ostenta vigilancia especial. También existen aguas sanitarias en tres municipios que requieren un seguimiento minucioso, especial y completo. Se necesitan soluciones para mejorar la calidad del suministro potable en algunos municipios de Bolívar y se ha demostrado que la aplicación de técnicas para prevenir las infecciones de origen hídrico es eficaz.

Según Quintuña y Concepcion (2019) llevaron a cabo un artículo no experimental de campo y descriptivo sobre “**Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua potable de la planta potabilizadora del Cantón Chordeleg-Ecuador**”; El propósito del estudio era evaluar el sistema de tratamiento del agua y su calidad utilizada en la depuradora del cantón de Chordeleg. Para el análisis físico-químico, 176 muestras fueron evaluadas en 8 semanas, con una muestra al día. Diez muestras tienen sus propios parámetros fisicoquímicos: pH, dureza, alcalinidad, hierro, sulfato, nitrito, nítrico y residual de policloruro libre; y parámetros bacteriológicos de los coliformes fecales y totales; y temperatura, turbidez y color. La mayoría de los ensayos cumplieron los criterios de calidad fijados por las normas NTE INEN 1108-2014 y 1108-2006, de acuerdo con el resultado de los cálculos estadísticos y fisicoquímicos. No obstante, tanto el color como los sólidos totales disueltos están fuera de las limitaciones. El agua tratada no cumple con los criterios establecidos por la OMS porque contiene una gran cantidad de coliformes, según el análisis microbiológico. No obstante, los coliformes fecales están en el rango permitido por la norma NTE INEN 1108 - 2014. El consumidor puede rechazar esta agua debido al alto contenido en materia total de coliformes y al color, junto con el bajo contenido en sólidos diluidos.

Nacionales.

Según Torres Paredes, (2020), al estudiar la “**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor – Moyobamba**”, El objetivo del estudio era analizar el estado de la calidad del suministro de agua de consumo humano en el pueblo de Pomalca, situado en el distrito

de Soritor-Moyobamba. Entre octubre y enero, se realizaron pruebas bacteriológicas y fisicoquímicas en tres puntos de muestreo: el desagüe del depósito, así como la red de distribución en el interior de la 1ª vivienda y en la última vivienda. Los resultados mostraron una turbidez de 7,57 NTU en una de las muestras, ausencia de residuos de cloro (0,0 mg/L), un recuento de gérmenes heterótrofos de 84×10 UFC/mL y la existencia de varios coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*, lo que indica que el agua está contaminada. Estos resultados corresponden al monitoreo realizado durante los primeros tres meses bajo el reglamento de calidad del agua para consumo humano, D.S. N°031-2010/SA. Es importante señalar que, tras la cloración del mes de enero, la totalidad de los parámetros cumplían los valores límite establecidos. Como herramienta predictiva, el análisis de dispersiones mostró una variación significativa en la turbidez, con un coeficiente de determinación de 0,8472, atribuida a la frecuencia de las precipitaciones según los datos obtenidos en la salida del embalse. Sin embargo, este modelo no se ajustaba adecuadamente a otras magnitudes tales como la plasticidad, el pH, la acidez total, el residual de cloro, los gérmenes heterótrofos, los coliformes fecales, totales y la *Escherichia coli*.

Según Smith Beraun & Reshea Pipa, (2021), tras su investigación sobre la **“evaluación de la calidad del agua para el consumo humano en el AAHH Villa Cruz, en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas-2021.”**, La finalidad de este trabajo era la evaluación de la calidad del suministro de agua potable en la AA.HH Villa Cruz. Se realizaron análisis de tres parámetros esenciales en cada muestra: fisicoquímico, microbiológico y metales pesados. Para el suministro de agua en dos sectores, se emplearon redes de distribución con tuberías y se tomaron dos puntos de muestra representativos. La investigación, cuyo objetivo era caracterizar la calidad físico-química y también biológica del agua de dos pozos subterráneos del A.H.S. de Villa Cruz, se efectuó por muestreo según las normas vigentes del Ministerio de Salud y de la OMS. Se analizaron las muestras de agua en el Laboratorio de Salud Ambiental de la Dirección General de Salud Loreto, aplicando las Normas de Calidad Ambiental del DS N°004-2007-MINAM para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. De acuerdo con los resultados, los parámetros físico-químicos están comprendidos dentro de los valores permitidos; sin embargo, los análisis Microbiológicos no cumplen las normativas establecidas, indicando así que no es apta para la ingesta humana. Por otra parte, los niveles de metales pesados están dentro de

los límites autorizados por las Normas de Calidad, lo que indica que el agua no es apta para el consumo humano. Por otro lado, los niveles de metales pesados están comprendidos a los límites autorizados por las normas.

Según Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro, (2018) en su tesis titulado **“evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancho del distrito de abancay, provincia de Abancay 2017.”** Se analizaron muestras de agua del manantial de Siracachayoc para evaluar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos. Se siguieron los procedimientos establecidos tanto en la norma técnica N°031.DIGESA (2012) como en el reglamento de calidad del agua para consumo humano del MINAM (2012). Todos los datos fueron procesados en el departamento de Salud de la Dirección Regional de Salud de Apurímac, en el programa estadístico SPSS, en el laboratorio de control de calidad del agua. Los resultados de los parámetros químicos revelaron una dureza total de (74.28 ± 13.3) , calcio (23.35 ± 7.9) , magnesio (4.74 ± 9.8) y cloruros (74 ± 15.6) . En cuanto a los parámetros físicos, se registró una temperatura de 17.43 ± 8.2 , conductividad de (138.12 ± 4.1) y alcalinidad de (73.68 ± 10.3) . Los análisis bacteriológicos, medidos en Unidades Formadoras de Colonias, mostraron que la temperatura de los coliformes en el reservorio era de (18.08 ± 13.51) y en la pileta domiciliaria de (29.08 ± 24.6) . Respecto a los coliformes termotolerantes, los valores en la pileta domiciliaria fueron de (6.25 ± 16.94) , en el reservorio (1.75 ± 2.60) y en la captación (6.67 ± 16.83) . De acuerdo con la Disposición Técnica 031-DIGESA, los valores de los parámetros físico-químicos del agua son aceptables; sin embargo, los resultados obtenidos a nivel de todos los componentes del suministro de agua sobrepasan los mayores registros permisibles, indicando que la calidad del suministro de agua no es apta para el consumo humano.

Según Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, (2023), en su tesis titulado **“Calidad de agua para el consumo humano y percepción local de la población de la microcuenca de Palccaro, distrito de Tambobamba, región Apurímac, 2022”**. El análisis del presente estudio se centró en los residentes de la Microcuenca de Palccaro, en la región de Apurímac. El objetivo de este trabajo era evaluar la capacidad ácuea para el ser humano y explorar las percepciones de la comunidad local sobre esta calidad en el año 2022. Para lograr este objetivo, se adoptó una técnica que consistía en dividir las variables en componentes específicos, siguiendo un enfoque de análisis que va de lo particular a lo general. La investigación incluyó un análisis de asociación entre

variables y un análisis bivariado, encuestando a 364 habitantes. De los hallazgos se desprende claramente una percepción media de la calidad hídrica y que, en general, la calidad del agua es mala. Concluyendo, se determinó lo siguiente: la calidad del agua del lugar de estudio es baja y el 51,92% de la población la percibe como media.

Según MAU TAYPE, (2023), en su tesis titulado **“Caracterización del abastecimiento de agua que consume el centro poblado Santa Rosa de Yapaz del distrito San Luis de Shuaro, Chanchamayo, Junín y contraste técnico como exige el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, febrero - mayo 2022”**.

El objetivo principal de esta tesis es conocer las condiciones del agua para consumo que se consume en el Anexo Santa Rosa de Yapáz, ubicado en el distrito de San Luis de Shuaro, Chanchamayo, Junín, con la finalidad de garantizar la salud y manutención de los pobladores. Entre febrero y mayo de 2022, se llevaron a cabo evaluaciones de magnitudes bacteriológicas, químicas y físicas del agua en dos puntos de muestreo: la piscina y la cuenca de captación. Entre febrero y mayo de 2022, se llevaron a cabo evaluaciones de magnitudes bacteriológicas, químicas y físicas del agua en dos puntos de muestreo: la piscina y la cuenca de captación. Los resultados se compararon con la normativa establecida en el D.S. N° 031-2010-SA, que regula íntegramente la «calidad del agua potable». Se comprobó que los índices por metales fuertes, como cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc, se encontraban dentro de los niveles máximos permitidos por la normativa. En la piscina, los contenidos de efluentes coliformes totales y coliformes fecales eran prácticamente nulos gracias a una dosificación adecuada de cloro, lo que indica que estos parámetros están muy por debajo de lo admitido por la normativa.

Según Estrada Lapas & Vidal Olortegui, (2021), en su tesis titulada **“Determinación de calidad de agua para el consumo humano aplicando la metodología de revisión sistemática y metaanálisis en tesis universitarias”**. El propósito de este estudio era evaluar la «calidad del agua potable» a partir del análisis de estudios previos sobre magnitudes fisicoquímicas y microbiológicas, utilizando técnicas de revisión sistemática y metaanálisis. Los estudios académicos revisados se consideran de baja calidad en términos científicos. La síntesis de resultados, que comparó los valores estandarizados de cada parámetro con sus estándares correspondientes, reveló que no se cumplieron todos los ensayos necesarios como parámetros de control obligatorio. Esto indica que los estudios revisados no

proporcionan información fiable que permita establecer la existencia de agua de calidad en Lima. En relación con el pH, se encontró una media estandarizada de 0,04 (IC95%: -0,15 a 0,22), y para el contenido de cloruro libre, una media de 0,11 (IC95%: -0,9 a 0,32). Ambos resultados muestran una tendencia hacia el estándar, pero no son estadísticamente significativos.

Según Luna Corimanya, (2019), en su tesis titulado “**determinación del índice de calidad de agua del Río asana de la cuenca asana-Osmore-Ilo, Del distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, región Moquegua**”. El objetivo de esta investigación fue determinar las condiciones aptas para el consumo directo del agua destinada al consumo humano en las zonas urbanas, periurbanas y rurales del distrito de Chontabamba-Oxapampa y evaluar su impacto en la salud de la población. Los resultados muestran el agua destinada a consumo humano en esta región no cumple la normativa vigente. En particular, el análisis microbiológico reveló niveles de *Escherichia coli* por encima de los límites permitidos: NMP/100mL, puntualmente en RM-01 y 16 NMP/100mL y el punto RDM 01, cuando el límite establecido es de 0 NMP/100mL. La detección de microorganismos exóticos y de niveles elevados de *E. coli* indica el incumplimiento de las normas de calidad ambiental (NCA) por parte del agua. Estos hallazgos confirman que el agua en la zona no es segura para el consumo directo, tal como se planteó en la hipótesis del estudio. Las pruebas revelan que el agua consumida por la población está repercutiendo negativamente en su salud, como demuestran las enfermedades diarreicas intensas y la presencia de anemia registradas en el centro de salud de Chontabamba.

Antecedentes Locales.

Según Gonzales Saenz et al., (2023), en su estudio titulado: “**Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú**”. Es importante controlar la «calidad del agua» de acuerdo las directrices e indicadores de desarrollo sostenible, garantizando su disponibilidad, accesibilidad y ausencia de contaminación química y fecal. Hay poca información acerca de su calidad para alimentación humana, lo que no ayuda a quienes trabajan en la gestión adecuada del agua con técnicas de intervención eficaces. Entre los 3782 msnm y los 4196 msnm, se encontraron 17 reservas de agua en las comunidades de Antacocha, Huaylacucho, Pampachacra, Pueblo Libre, San Gerónimo

y Sachapite. La microbiología examinó *Echerichia coli*, coliformes termotolerantes y coliformes fecales; la fisicoquímica examina la turbidez, la conductividad eléctrica, el pH, el total de sólidos disueltos y el potencial de oxidación. Por lo tanto, el límite de turbidez de 5 NTU establecido por la legislación peruana sólo ha sido superado por 1/17 (5,9%) de los puntos de muestreo, mientras que todos los demás parámetros se encuentran dentro por debajo del margen permitido. En 4/17 (23.5%) de los puntos de monitoreo se ha registrado una superación del límite permitido por la norma para agua de uso humano en cuanto a valores microbiológicos (*Echericha Coli*, coliformes termotolerantes y fecales), se ha observado también que estos tres parámetros están relacionados entre sí.

Según Ccora Repuello, (2022), en su tesis titulado **“evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la localidad de Acobamba”**. El objetivo principal de la tesis fue hacer una evaluación de las condiciones del agua destinada al consumo humano de la ciudad de Acobamba, analizando los valores de los parámetros microbiológicos, organolépticos e inorgánicos de acuerdo a las recomendaciones del MINSA y comparándolos con las tolerancias máximas permitidas. Se recolectaron muestras de cinco litros de agua, con una dotación total de 160 l/s, utilizando un enfoque observacional descriptivo transversal y analizó descriptivamente. Las pruebas indicaron que los niveles de los parámetros microscópicos en el punto de análisis (PM-03) eran inferiores a los niveles máximos admisibles para el agua potable. No obstante, las precipitaciones, al aumentar el flujo de agua y la densidad de partículas en suspensión y contaminantes, afectaban negativamente a los parámetros organolépticos, especialmente a la turbidez. Antes del tratamiento, el agua no reunía los requisitos para el consumo humano. Aunque el cloro residual, un parámetro inorgánico, se encontraba por debajo del límite debido al proceso de desinfección en (PM-03), el agua no era adecuada directamente para el consumo. Tras el tratamiento en la ETAP, los tres parámetros evaluados, excepto el color, que a veces se situaba ligeramente fuera del intervalo permitido, cumplían los requisitos aplicables a la calidad del agua potable.

Según Laurente Huamán, (2023), en su tesis titulado **“Caracterización de fuentes de agua para consumo humano en el centro poblado de Huaylacucho, Huancavelica, 2022”** El objetivo principal de este estudio fue caracterizar los orígenes del recurso hídrico para consumo humano en la localidad de Huaylacucho, Huancavelica, durante el año 2022. La metodología utilizada fue de tipo básica-

aplicada, con un enfoque tanto descriptivo como explicativo, y un diseño no experimental descriptivo longitudinal. Se seleccionaron seis puntos de muestreo: dos manantiales, dos reservorios y dos viviendas del centro poblado. Los resultados fisicoquímicos mostraron que la turbidez oscilaba entre 0,4-0,6 UNT, el color entre 4 y 5 UCV en la gama Pt/Co, y el pH entre 7 y 7,6. La concentración de cloruro libre residual oscilaba entre 0,1-0,9 mg/L. La conductividad registró valores entre 72,3-294 $\mu\text{mho/cm}$. La conductividad registró valores entre 72,3-294 $\mu\text{mho/cm}$, mientras que el cloro residual libre osciló en 0,1-0,9 mg/L. En los parámetros microbiológicos, se encontraron coliformes totales en un rango de 1 a 25 UFC/100 mL, coliformes fecales entre 0,4 y 6 UFC/100 mL, y *Escherichia coli* con valores entre 0,1 y 1 UFC/100 mL..

Según Ortiz Zuasnabar & Quito Huaccho, (2021), en su tesis titulada **“calidad del agua para consumo humano en los centros poblados de Sachapite y Antacocha- 2020”**, La finalidad del estudio era evaluar que el agua destinada al consumo humano fuera de calidad mediante el análisis de distintos parámetros. Se examinaron variables físico-químicas, como la turbidez, el pH, la conductividad y FRC (cloro residual libre); parámetros microbiológicos, como coliformes totales y termotolerantes; y elementos inorgánicos como Cd (cadmio), As (arsénico) y Cr (cromo), en los centros poblados de Sachapite y Antacocha. Las extracciones de muestras de agua se realizaron en vertientes, reservorios y domicilios, siguiendo los lineamientos de la R.J. N°010 - 2016 - ANA y las normas del D.S. N° 004 - 2017 - MINAM, que establece los ECAs para agua de Categoría 1, subcategoría A1, además del D.S. N° 031-2010-SA. Los resultados mostraron que en Sachapite, los niveles de pH, cadmio y arsénico, y en Antacocha, los parámetros de turbidez, arsénico, cadmio y coliformes totales, superaron los límites normativos. Los datos se analizaron con un nivel de significancia del 5%. En conclusión, la calidad del agua en ambos centros poblados no cumple con los estándares recomendados para el consumo humano.

Según Torres Fernandez & Coronacion Palomino, (2021), en su tesis titulado **“calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra”**, El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad de las aguas destinadas al consumo público por medio del análisis de magnitudes fisicoquímicas, microbiológicas e inorgánicas en las localidades de Pueblo Libre y Pampachacra. Se examinaron la turbidez, el pH, la conductividad y el cloro residual libre; en términos microbiológicos, se analizaron los coliformes totales y los termotolerantes; y en

términos inorgánicos, se evaluaron el cadmio, el arsénico, el cromo, el molibdeno y el cobre. Las muestras de agua fueron recolectadas de manantiales, reservorios y viviendas. Estos hallazgos, evaluados a un 5% de significación, mostraron la presencia de coliformes totales, cadmio, arsénico y molibdeno en los nacimientos de agua de Pueblo Libre, mientras que en Pampachacra se detectaron cadmio y arsénico. Todos estos parámetros superan los márgenes marcados por la reglamentación, por lo que se concluye que el agua de ambos pueblos no se ajusta a las normas recomendables para el suministro humano.

2.2.Bases conceptuales

2.2.1. El agua

El agua, compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O), es un recurso natural renovable y vital que juega un papel crucial tanto en la vida como en el avance sostenible de la humanidad. Este líquido vital es el pilar sobre el cual se sostienen los ciclos biogeoquímicos, los ecosistemas naturales y, en última instancia, todas las formas de vida en el planeta. Su disponibilidad y calidad son cruciales para el mantenimiento de la biodiversidad, la regulación del clima y el funcionamiento de los sistemas ecológicos que nos proporcionan servicios esenciales, como la purificación del aire y el agua, la polinización y la fertilidad del suelo Gonzales Saenz et al., (2023).

Dada su importancia, el agua también está intrínsecamente ligada a la seguridad nacional y global. Las fuentes de agua segura y accesible son esenciales para la estabilidad social y económica, y la competencia por estos recursos puede dar lugar a conflictos entre comunidades y naciones. En un mundo donde los efectos del cambio climático están alterando los patrones de precipitación y reduciendo la disponibilidad de agua en muchas regiones, la gestión sostenible de este recurso se vuelve aún más crítica. El agua no solo sustenta la vida, sino que también es un componente vital en la producción de alimentos, la generación de energía y el desarrollo industrial, lo que la convierte en un recurso estratégico para el desarrollo y la seguridad de las naciones Gonzales Saenz et al., (2023).

Es por esta razón que el agua es considerada la fuente de vida más valiosa en la Tierra. Cada ser viviente, desde los microorganismos más simples hasta los ecosistemas más complejos, depende de ella. Las plantas, animales y seres

humanos están compuestos en su mayoría por agua—al menos un 70%—lo que subraya su importancia como sustancia esencial para la vida. Sin agua, no solo se vería comprometida la salud y el bienestar de los individuos, sino también la viabilidad de las comunidades y la resiliencia de los sistemas naturales que sostienen la vida en el planeta. En este contexto, garantizar el acceso al agua limpia y segura para todos los seres vivos es un desafío crucial para la humanidad y una condición sine qua non para el desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente (Ministerio de Salud, 2011)

Actualmente, el agua que consumimos posee una variedad de características físicoquímicas y bacteriológicas que son cruciales para determinar su idoneidad para el consumo humano y otros usos esenciales. Estas características incluyen parámetros como el pH, la dureza, la conductividad eléctrica, la presencia de minerales y metales pesados, así como la carga microbiana, entre otros. El monitoreo constante de estos parámetros es vital, ya que cualquier desviación de los niveles aceptables puede representar un riesgo significativo para la salud pública. Por esta razón, se están programando y planificando diversas medidas preventivas y correctivas con el objetivo de abordar los problemas de salud asociados a la calidad del agua, garantizando así la protección de la población Polo-Carrillo et al., (2020).

En su estado natural, el agua es una sustancia incolora, insípida e inodora, lo que la hace apta para su consumo sin riesgos. Sin embargo, cuando el agua entra en contacto con materia orgánica, residuos industriales, productos químicos agrícolas, o incluso con los desechos de actividades humanas, puede comenzar a desarrollar características indeseables, como colores y olores distintivos. Estos cambios son indicativos de contaminación, y pueden estar asociados con la presencia de sustancias tóxicas o microorganismos patógenos que comprometen la seguridad del agua Estrada Lapas & Vidal Olortegui, (2021).

La gestión de la calidad del agua incluye la implementación de tecnologías avanzadas de tratamiento, como la filtración, la cloración, la ozonización y la desinfección UV, que buscan eliminar o reducir los contaminantes a niveles seguros. Además, la planificación de políticas de saneamiento y la educación pública son componentes esenciales para minimizar la contaminación y

garantizar que las fuentes de agua se mantengan limpias y seguras. De esta manera, se busca no solo mejorar la salud de la población, sino también proteger los ecosistemas acuáticos y garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos a largo plazo Torres Fernandez & Coronacion Palomino, (2021).

La vigilancia de la calidad del agua, junto con medidas de tratamiento adecuadas, es fundamental para prevenir enfermedades transmitidas por el agua, como la gastroenteritis, la hepatitis y el cólera, que continúan afectando a las poblaciones vulnerables, especialmente en áreas rurales y subdesarrolladas. Así, asegurar que el agua mantenga sus propiedades naturales y no desarrolle características que puedan comprometer su calidad es un desafío continuo que requiere un esfuerzo coordinado entre autoridades, científicos y la comunidad en general. (Ortiz Zuasnabar & Quito Huaccho, 2021).

2.2.2. Calidad del agua

El agua es considerada potable cuando cumple con los rigurosos requisitos físico-químicos y bacteriológicos establecidos por las normativas nacionales e internacionales. Estas normativas, como las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), especifican límites máximos permisibles para una amplia gama de contaminantes, incluyendo microorganismos patógenos, productos químicos tóxicos, y parámetros físicos como la turbidez y el color. Para que el agua sea segura para el consumo humano, debe estar libre de bacterias como *Escherichia coli*, que es un indicador de contaminación fecal, así como de sustancias químicas peligrosas como metales pesados (plomo, mercurio, arsénico) y pesticidas, que pueden tener efectos adversos en la salud a largo plazo Smith Beraun & Reshea Pipa, (2021).

La contaminación del agua ocurre cuando estos estándares no se cumplen, lo que puede ser resultado de diversas fuentes, tales como la descarga de aguas residuales sin tratamiento adecuado, la escorrentía agrícola que arrastra fertilizantes y pesticidas, y las emisiones industriales que liberan productos químicos nocivos en cuerpos de agua. Esta contaminación no solo afecta la potabilidad del agua, sino que también limita su uso para otras actividades esenciales, como la irrigación agrícola y la recreación, y pone en riesgo la salud de los ecosistemas acuáticos Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro, (2018).

Para garantizar que el agua sea apta para su uso, es fundamental implementar medidas preventivas y correctivas destinadas a reducir o eliminar los contaminantes presentes. Estas medidas pueden incluir la mejora de las infraestructuras de tratamiento de agua, la implementación de prácticas agrícolas sostenibles que minimicen la contaminación por agroquímicos, y la vigilancia continua de las fuentes de agua para detectar cualquier signo de deterioro en la calidad. Además, es crucial educar a la población sobre la importancia de proteger las fuentes de agua y adoptar hábitos que contribuyan a su conservación Smith Beraun & Reshea Pipa, (2021).

La potabilidad del agua depende de su conformidad con los estándares establecidos para la salud pública. Mantener estos estándares es un reto constante que requiere la cooperación de las autoridades, la industria y la comunidad, ya que solo a través de esfuerzos concertados se puede asegurar que el agua que consumimos sea segura y libre de contaminantes (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

El agua de calidad, si se consume, no representa un riesgo significativo para la salud, aunque las personas pueden tener diferentes susceptibilidades según su etapa de vida. Las características del agua, que varían según su origen y proceso, se pueden medir y clasificar en términos físico-químicos y bacteriológicos. (Organización Mundial de la Salud-OMS, 2017).

2.2.3. Agua para consumo humano

En nuestro país, muchas poblaciones aún enfrentan el desafío de acceder a agua de calidad adecuada, lo que conlleva graves riesgos para la salud, especialmente en niños y adultos. El consumo de agua contaminada es una de las principales causas de enfermedades como la diarrea, cólera, fiebre tifoidea, y hepatitis A, que afectan de manera desproporcionada a las comunidades más vulnerables. La calidad del agua potable está estrictamente regulada en el marco de la Norma Básica de Derechos Humanos, que reconoce el acceso al agua segura como un derecho fundamental para todos los ciudadanos Polo-Carrillo et al., (2020).

El "Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano", elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y aprobado el 26 de septiembre de 2010 mediante el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, establece

los parámetros que deben cumplirse para garantizar que el agua destinada al consumo humano sea segura. Este reglamento especifica que el agua potable debe ser limpia, lo que significa estar libre de materia en suspensión y turbiedad; transparente, es decir, sin coloración visible que indique la presencia de contaminantes; y sin aromas o sabores desagradables, que podrían sugerir la existencia de compuestos químicos o biológicos peligrosos (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

El tratamiento del agua para consumo humano es un proceso crítico que incluye varias etapas para asegurar su potabilidad. Entre estas etapas se encuentran 1) filtración, que elimina las partículas sólidas y microorganismos patógenos; 2) desinfección, que utiliza agentes químicos como el cloro para eliminar bacterias, virus y otros patógenos; 3) remoción de contaminantes químicos, como los metales pesados y los pesticidas, que pueden ser perjudiciales incluso en concentraciones bajas. Este tratamiento es esencial para proteger la salud pública y prevenir brotes de enfermedades transmitidas por el agua Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro, (2018).

Garantizar el acceso a agua potable segura es una prioridad de salud pública y un imperativo social, que requiere el compromiso de las autoridades sanitarias, los gobiernos locales, y las comunidades. A través de la implementación rigurosa de regulaciones como el Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano, y el fortalecimiento de las infraestructuras de tratamiento y distribución de agua, es posible asegurar que todas las poblaciones, sin importar su ubicación geográfica o nivel socioeconómico, tengan acceso a este recurso vital en condiciones que protejan su salud y bienestar (ESTRADA LAPAS & VIDAL OLORTEGUI, 2021).

2.2.4. Parámetros *In situ*

Potencial de hidrogeno (pH)

El pH permite medir la cantidad de iones de hidrógeno (H^+) en la solución de una prueba de agua, lo que indica el grado de alcalinidad o acidificación de la solución en una escala de 0 a 14. A medida que el pH disminuye, la acidez se incrementa. Una solución con un pH de 7 es considerada neutra, mientras que un pH por debajo de 7 indica acidez, y un

pH superior a 7 indica que la solución es básica o alcalina. (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Temperatura

Este parámetro, la temperatura del agua, juega un papel crucial en la dinámica de los ecosistemas acuáticos y en la calidad del agua destinada al consumo humano. La temperatura afecta directamente la concentración de aire disuelto en el agua, lo cual es vital para la actividad biológica de organismos acuáticos, incluyendo la tasa de fotosíntesis de algas y otras plantas. Además, influye en la solubilidad de gases como el oxígeno y el dióxido de carbono, así como en la disolución de minerales esenciales y tóxicos. La temperatura del agua también determina la susceptibilidad de los organismos acuáticos a contaminantes tóxicos, parásitos y enfermedades, afectando de manera significativa su salud y supervivencia (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Un cambio en la temperatura del agua puede alterar la concentración de carbonatos y calcio, lo que a su vez afecta la dureza del agua y la disponibilidad de estos iones para la vida acuática y para procesos industriales y domésticos. Además, la temperatura facilita o inhibe el desarrollo de diversos procesos biogeoquímicos que ocurren en el medio acuático, lo que tiene implicaciones tanto ecológicas como sanitarias. Por lo tanto, el monitoreo preciso de la temperatura es fundamental para evaluar la calidad del agua y su idoneidad para diferentes usos (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Para obtener resultados confiables en la medición de la temperatura del agua, se recomienda el uso de un termómetro de mercurio, ya que permite realizar el análisis in situ, capturando con precisión las variaciones térmicas del entorno acuático. La temperatura del agua se mide en grados centígrados (°C), lo cual es un estándar ampliamente aceptado en estudios de calidad del agua. La precisión en la medición de este parámetro es esencial para la interpretación adecuada de los datos y para la implementación de estrategias de gestión y conservación del recurso hídrico, asegurando que se mantenga dentro de los rangos óptimos para el bienestar de las comunidades y los

ecosistemas dependientes de estas fuentes de agua. (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Conductividad

La conductividad eléctrica del agua es una propiedad clave que se relaciona con la presencia de sales disueltas en la solución. Cuando estas sales se disocian en iones positivos y negativos, permiten que el agua conduzca electricidad. La conductividad del agua, por lo tanto, mide la capacidad del fluido para conducir una corriente eléctrica, lo que está directamente influenciado por la concentración y tipo de sales presentes. La presencia de sales, como cloruro de sodio (NaCl) o sulfato de calcio (CaSO₄), incrementa el número de iones libres en el agua, facilitando el flujo de electricidad (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

La medición de la conductividad se expresa en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) o siemens por centímetro (S/cm), con las unidades reflejando la cantidad de electricidad que el agua puede conducir. En contextos de calidad del agua, una alta conductividad generalmente indica una elevada concentración de sales disueltas, lo que puede tener implicaciones para la potabilidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, en agua potable, niveles excesivos de conductividad pueden indicar una alta carga de minerales y contaminantes que pueden afectar el sabor, la seguridad y la funcionalidad del agua en aplicaciones domésticas e industriales (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Además de su aplicación en el monitoreo de la calidad del agua, la conductividad también es utilizada en la investigación de procesos de tratamiento de agua, donde se busca ajustar las concentraciones de iones a niveles adecuados para cumplir con los estándares de salud y ambientales. La medición precisa de la conductividad es, por lo tanto, esencial para evaluar la pureza del agua y para la correcta gestión de recursos hídricos, garantizando que el agua tratada cumpla con los requisitos necesarios para su consumo y uso general. (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Sólidos disueltos totales

Los sólidos disueltos totales (TDS, por sus siglas en inglés), nos indica el total de materia orgánica e inorgánica disuelta en un volumen específico de agua. Los TDS incluyen una amplia variedad de sustancias, tales como minerales, sales, metales, cationes (iones positivos) y aniones (iones negativos) que se encuentran disueltos en el agua. Estas sustancias pueden provenir de fuentes naturales, como la erosión de rocas y suelos, o de actividades humanas, como la descarga de aguas residuales y el uso de fertilizantes y productos químicos (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

La concentración de TDS en el agua tiene un impacto significativo en su calidad y aceptabilidad para el consumo humano. Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), el límite recomendado para el agua potable es de 500 mg/L. Superar este umbral puede tener varios efectos adversos. Por un lado, una alta concentración de TDS puede alterar el sabor del agua, haciéndola más salada, amarga o metálica, lo que puede reducir su aceptabilidad entre los consumidores. Además, los altos niveles de TDS pueden causar problemas en la instalación de plomería y electrodomésticos, al promover la acumulación de minerales y depósitos que pueden afectar su funcionamiento y durabilidad (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

El monitoreo y control de los niveles de TDS es crucial en el tratamiento del agua para asegurar que cumpla con los estándares de calidad para el consumo humano. Existen diversos métodos para la reducción de TDS en el agua, como la ósmosis inversa y la destilación, que ayudan a eliminar o reducir significativamente la concentración de sólidos disueltos, mejorando la calidad y seguridad del agua. La implementación efectiva de estas técnicas es esencial para garantizar que el agua suministrada a las poblaciones sea adecuada para su uso y consumo, manteniendo así la salud y el bienestar de los usuarios (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Cloro residual libre

El cloro residual libre se refiere al nivel de cloro que permanece en el agua después de haber completado el proceso de desinfección. Este cloro

residual juega un papel crucial durante la distribución y el consumo del agua, ya que es esencial para mantener la ausencia de microorganismos patógenos en el agua tratada. La presencia de cloro residual libre asegura que cualquier posible recontaminación del agua durante su distribución sea controlada, protegiendo así la salud pública al prevenir brotes de enfermedades transmitidas por el agua (Calzada Janampa, 2023).

Medir el cloro residual libre es una práctica fundamental para verificar la eficacia del proceso de desinfección y garantizar que el agua cumpla con los estándares de calidad y seguridad establecidos para el consumo humano. Un nivel adecuado de cloro residual libre en el agua es indicativo de un proceso de tratamiento efectivo y ayuda a asegurar que el suministro de agua sea seguro para la población. La ausencia de cloro residual puede señalar una desinfección insuficiente, lo que podría llevar a la proliferación de microorganismos patógenos y a riesgos para la salud (Calzada Janampa, 2023).

Existen dos tipos principales de cloro residual libre: el cloro libre y el cloro combinado. El cloro libre es el que queda en el agua después de la reacción inicial del cloro con los contaminantes y es el que asegura que se ha llevado a cabo una desinfección adecuada. En cambio, el cloro combinado se forma cuando el cloro reacciona con compuestos nitrogenados y otros materiales orgánicos presentes en el agua, y aunque contribuye a la desinfección, no es tan efectivo como el cloro libre para eliminar patógenos (Calzada Janampa, 2023).

Para medir el cloro residual libre, se utilizan varios métodos, siendo el método DPD (dietil-p-fenilen diamina) uno de los más comunes. Este método permite una evaluación precisa de los niveles de cloro libre en el agua, asegurando que los requisitos de calidad del agua sean cumplidos y que el agua distribuida a los usuarios sea segura para el consumo (CALZADA JANAMPA, 2023).

2.2.5. Parámetros fisicoquímicos del agua

En química, el agua está compuesta por una única molécula formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, unidos mediante enlaces covalentes.

Esta estructura le confiere una serie de propiedades únicas y fascinantes (Calderón Quintanilla & Barcena Quispe, 2023). Entre las características químicas y físicas más destacadas del agua se encuentran su estado puro, que es incoloro, inodoro e insípido.

En la naturaleza, el agua se presenta en los tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso. En un amplio rango de temperaturas, el agua permanece en estado líquido, lo que la hace vital para numerosos procesos biológicos y ambientales. Su punto de ebullición, a una atmósfera de presión, es relativamente alto, alcanzando los 100°C, mientras que su punto de congelación se sitúa en torno a los 0°C bajo las mismas condiciones de presión (Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, 2023).

El agua tiene una alta capacidad calorífica, lo que significa que puede absorber o liberar grandes cantidades de calor sin experimentar cambios drásticos en su temperatura. Esto la convierte en un regulador térmico eficiente. A pesar de las pequeñas variaciones que puedan ocurrir debido a la presencia de gases disueltos y otras sustancias, su densidad permanece relativamente estable (Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, 2023).

Como molécula bipolar, el agua es capaz de formar una variedad de compuestos, incluidos hidratos, coloides y solvatos. Su capacidad para adsorber y suspender sustancias la convierte en un medio eficaz para numerosos procesos químicos. Además, el agua reacciona con óxidos ácidos y básicos, elementos metálicos y no metálicos, y forma hidruros (Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, 2023).

La acción capilar del agua es otra de sus propiedades notables, permitiéndole moverse a través de materiales porosos y afectando diversos procesos biológicos. También juega un papel crucial en la regulación del calentamiento de los animales y proporciona elasticidad a los tejidos. Su fuerte cohesión entre moléculas, así como la adhesión gracias a los enlaces de hidrógeno, confiere al agua una capacidad única para interactuar con otras sustancias y mantener su estructura en diferentes condiciones (Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, 2023).

Los parámetros físicoquímicos del agua son aquellos que describen sus cualidades perceptibles a través de los sentidos, tales como el gusto, el olfato, la vista y el tacto y son medidas que se utilizan para evaluar la calidad del agua potable y garantizar que sea segura para el consumo. Estos parámetros incluyen la turbidez, el color, el sabor, la conductividad, la temperatura, el olor, pH metales, entre otros (Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, 2023).

Estos parámetros físicoquímicos están íntimamente relacionados con la aptitud del agua para disolver una variedad de sustancias, que incluyen sólidos disueltos totales, flúor, elementos metálicos, sustancias nutritivas, alcalinidad, dureza, pH, contenido de oxígeno, y tanto materia orgánica como inorgánica (Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, 2023).

A continuación, se describen con mayor detalle los parámetros físicoquímicos del agua para consumo humano, proporcionando una visión más completa sobre cómo estas características afectan la calidad y seguridad del agua.

Turbiedad (UNT)

La turbiedad en el agua es causada por la presencia de materiales coloidales suspendidos, como sedimentos, arcilla, materia orgánica y microorganismos. Esta propiedad óptica se refiere a la dispersión de la luz en lugar de su transmisión a través del agua. A medida que aumenta la concentración de partículas suspendidas, la capacidad del agua para permitir el paso de luz disminuye, lo que incrementa la turbiedad. La turbiedad es una medida importante porque indica la cantidad de contaminantes visibles y potencialmente dañinos en el agua, lo cual puede afectar tanto su aspecto como su seguridad para el consumo (Ccora Repuello, 2022).

Para cuantificar la turbidez, se utiliza la unidad de medida NTU, o unidades nefelométricas de turbidez. Este parámetro proporciona una indicación precisa de la cantidad de partículas en suspensión en el agua. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un límite máximo de 5 NTU para el agua potable, asegurando que el agua no solo sea estéticamente aceptable, sino también segura para el consumo humano (OMS, 2017).

Dureza Total (mgCaCO₃/L)

La dureza del agua es una propiedad química fundamental que se define por la concentración de ciertos iones en el agua, como carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y, en algunos casos, nitritos de calcio y magnesio. Esta propiedad también está influenciada por pequeñas cantidades de sales que pueden incluir hierro, magnesio, cobre, bario, zinc y plomo. La dureza del agua se determina por la concentración de iones cálcicos (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), y se clasifica en dureza cálcica y total. La dureza cálcica se refiere específicamente a la concentración de iones calcio y magnesio en el agua, mientras que la dureza total incluye todos los iones responsables de esta característica (Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, 2023).

La dureza del agua es causada principalmente por la presencia de iones metálicos divalentes, como calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}). Estos iones tienen la capacidad de reaccionar con el jabón formando precipitados, lo que puede reducir la eficacia del jabón y provocar incrustaciones en tuberías y equipos. Además, los aniones asociados con estos cationes, como bicarbonatos (HCO_3^-), cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{2-}) y nitratos (NO_3^-), también influyen en la dureza del agua y pueden contribuir a problemas de incrustaciones y otras dificultades en su uso (Calderon Quintanilla & Barcena Quispe, 2023).

Tabla 1

Clasificación de las aguas en función de su dureza

Características	Rango mg/L
Blanda	0 a 75
Moderadamente dura	75 a 150
Duras	150 a 300
Muy duras	>300

Fuente: (Standard Methods, 2017)

Hierro

En términos generales, la existencia total de hierro en el agua no supone un peligro considerable para la salud de las personas. No obstante, puede alterar el gusto del agua y provocar marcas en la vestimenta, además

de causar la acumulación de sedimentos en tuberías y tanques presurizados. Estas cuestiones pueden impactar la calidad del agua en términos de estética y mantenimiento, aunque el hierro en sí no es tóxico en las concentraciones típicas encontradas en el agua potable (Leiva Marquina & Almonacid Tello, 2023).

Para determinar la cantidad total de hierro en el agua, se utiliza el método de fenantrolina, que permite cuantificar la concentración de hierro y evaluar su impacto en la calidad del agua (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Manganeso

El agua natural contiene una concentración mínima de metales en las rocas. Por ejemplo, los iones manganosos de manganeso que se encuentran en aguas subterráneas en solución cambian de forma y se vuelven insolubles al exponerse al aire, lo que afecta el grado de turbidez del agua, pero no es dañino para la salud (OMS, 2017).

Aluminio

Existe en aguas naturales. Se puede encontrar libremente en la naturaleza como sales solubles o compuestos coloidales, y se produce como resultado de la disolución de silicatos y filosilicatos. Las concentraciones típicas oscilan entre 0.1 y 10 mg/L.

Dado que el aluminio tiene una alta reactividad con el oxígeno, puede permanecer en su estado oxidado en el medio acuático (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

El aluminio es un metal que puede impactar la calidad del agua, ya que su presencia en concentraciones elevadas puede provocar efectos adversos en la salud de los organismos acuáticos y en el suministro de agua potable. En las aguas naturales, el aluminio se encuentra en diversas formas, incluyendo el aluminio soluble y el aluminio particulado. La forma soluble puede ser absorbida por las plantas y animales acuáticos, afectando su crecimiento y desarrollo. Además, la acumulación de aluminio en el agua

puede alterar la acidez del medio y contribuir a la formación de compuestos tóxicos (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020)..

Por lo tanto, es esencial monitorear y controlar las concentraciones de aluminio en los cuerpos de agua para asegurar que se mantengan dentro de los límites aceptables para proteger la salud ambiental y humana. La gestión adecuada de las fuentes de aluminio, así como el tratamiento adecuado del agua, son fundamentales para prevenir problemas relacionados con la contaminación por este metal (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Cobre

El cobre es un metal que se encuentra en abundancia en la naturaleza. Sin embargo, niveles elevados de cobre en el agua potable suelen ser consecuencia de la corrosión en las tuberías del sistema de distribución y abastecimiento. Este metal puede interactuar con el agua, disolviéndose en ella y elevando las concentraciones de cobre disponibles para el consumo humano. Las personas que consumen agua con altas concentraciones de cobre pueden estar expuestas a riesgos para la salud, ya que el exceso de este metal puede causar diversos problemas, como irritaciones gastrointestinales y efectos tóxicos en el hígado y los riñones. Es fundamental controlar y tratar el agua para asegurar que los niveles de cobre se mantengan dentro de los límites establecidos para proteger la salud pública (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Zinc

El zinc en el agua, especialmente como sulfato de zinc, tiene un umbral gustativo cercano a 4 mg/L, lo que produce un sabor astringente. Temperaturas superiores a 3-5 °C pueden hacer que el agua se vuelva opalescente y genere una capa aceitosa al hervirla. Aun cuando el agua potable generalmente contiene menos de 0.1 mg/L de zinc, niveles elevados pueden indicar la presencia de cadmio en tuberías de fontanería galvanizadas antiguas. Conforme a (OMS, 2017), para el zinc en el agua potable no se ha establecido ningún índice de referencial con base en los aspectos sanitarios.

Sodio

La tolerancia gustativa para el sodio en el agua varía en función del tipo de anión relacionado y de la temperatura, siendo de aproximadamente 200 mg/L a temperatura ambiente. Dado que el agua potable contribuye mínimamente a la ingesta total de sodio, la OMS no ha establecido valores guía para el sodio en el agua potable, ya que su impacto en la salud es menor en comparación con otras fuentes dietéticas de sodio (OMS, 2017).

Antimonio

El antimonio es un metaloide que puede encontrarse en el agua potable y se considera un contaminante potencialmente tóxico. Su presencia en el agua para consumo humano es motivo de preocupación debido a sus efectos adversos para la salud (OMS, 2017).

El antimonio, que se utiliza en aleaciones para dar dureza y en aplicaciones médicas, se usa en soldaduras como sustituto del plomo. Sin embargo, no hay evidencia significativa de que estas fuentes contribuyan notablemente a la existencia de sustancias antimoniacas en el tratamiento del agua potable. La exposición al antimonio a través de fuentes ambientales, alimenticias es considerablemente menor que la exposición laboral (OMS, 2017).

La toxicidad del antimonio en el agua potable depende de su forma química. El oxoanión de antimonio (V), presente en lixiviados, es menos tóxico, mientras que formas más solubles como el tartrato de potasio y antimonio tienen mayor toxicidad subcrónica. Aunque el trióxido de antimonio muestra efectos genotóxicos en pruebas in vitro, estos no se evidencian en estudios in vivo. En cambio, las sales solubles de antimonio (III) muestran efectos genotóxicos tanto in vitro como in vivo (OMS, 2017).

La IARC clasifica el trióxido de antimonio como posible carcinógeno para el hombre (Grupo 2B) basándose en estudios de inhalación en ratas. En cambio, el triazulfuro de antimonio no se considera carcinógeno. Una exposición crónica al tartrato potásico de antimonio no se asocia a un mayor riesgo de cáncer, aunque la inhalación prolongada de antimonio puede

provocar cáncer de pulmón debido a la acumulación de partículas insolubles. No hay suficiente evidencia para confirmar que los compuestos de antimonio inhalados provoquen cáncer por vía oral. (OMS, 2017).

Arsénico

El arsénico se encuentra abundantemente en la corteza terrestre en diversos estados de oxidación: -3 , 0 , $+3$ y $+5$. En su forma más común en el agua, el arsénico se presenta como arseniato ($+5$), aunque también puede encontrarse como arsenito ($+3$) en condiciones anaerobias. En aguas naturales, las concentraciones típicamente no superan $1-2 \mu\text{g/L}$. Sin embargo, en aguas subterráneas, especialmente en áreas con depósitos de minerales de sulfuro o en zonas sedimentarias derivadas de rocas volcánicas, las concentraciones de arsénico pueden ser considerablemente más altas (OMS, 2017).

El contacto humano con el arsénico generalmente se produce principalmente por medio del consumo de agua potable y alimentos elaborados con él. Cuando la cantidad de arsénico en el agua excede los $10 \mu\text{g/L}$, se transforma en la principal fuente de consumo del contaminante. Además, los alimentos preparados con agua contaminada pueden incrementar significativamente la cantidad total de arsénico ingerido. Dado que estos alimentos forman parte regular de la dieta, la ingesta de arsénico puede ser considerablemente mayor si la calidad del agua no es adecuada (OMS, 2017).

Bario

El Bario se encuentra en la naturaleza en depósitos minerales y en rocas ígneas y sedimentarias. Los compuestos de bario tienen diversas aplicaciones industriales y su presencia en el agua suele ser resultado tanto de fuentes naturales como de emisiones industriales generadas por actividades humanas. Aunque el Bario no ha sido identificado como carcinógeno ni genotóxico, se han reportado casos de hipertensión aguda asociados con su exposición. Sin embargo, estos efectos podrían estar relacionados con la hipocalcemia secundaria a la presencia de bario, en lugar de ser causados directamente por el elemento (OMS, 2017).

Boro

El boro se encuentra de forma natural en aguas subterráneas por la disolución de rocas y suelos que contienen boratos y borosilicatos. Aunque las concentraciones de borato en aguas superficiales pueden aumentar por descargas de aguas residuales, el uso de boratos ha disminuido en los últimos años, reduciendo sus niveles en las aguas residuales. (OMS, 2017).

Cadmio

El cadmio puede infiltrarse en el entorno a través de aguas residuales, la aplicación de fertilizantes y la contaminación atmosférica, además de a través de impurezas en tuberías y componentes metálicos. La principal fuente de exposición diaria es a través de alimentos, con un consumo promedio de 10 a 35 microgramos por día, y el tabaco también contribuye significativamente. El cadmio se acumula en los riñones y tiene una vida media biológica prolongada. La OMS clasifica al cadmio y sus compuestos como probablemente cancerígenos para los humanos, basándose en pruebas de su potencial cancerígeno por inhalación. (OMS, 2017).

Cromo

El cromo en agua para consumo humano hace referencia a la existencia de cromo en el agua diseñado para su consumo, que puede ser originado de fuentes naturales o de procedencia humana. Numerosos alimentos poseen cromo, un mineral que puede contribuir al metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas. Sin embargo, el cromo (VI), también conocido como cromo hexavalente, es un subproducto industrial tóxico que, en grandes cantidades, puede ser perjudicial para la salud humana (Hurtado Fernández, 2022).

Mercurio

El mercurio inorgánico puede convertirse en mercurio metálico en ambientes acuáticos, pero en agua potable no contaminada, suele encontrarse como Hg^{2+} , lo que minimiza el riesgo de exposición a compuestos orgánicos de mercurio. Para la mayoría de las personas que no trabajan con mercurio,

la principal fuente de exposición es a través de los alimentos, con una ingesta diaria promedio de entre 2 y 20 microgramos. OMS, 2017).

Níquel

Para personas que no están expuestas al níquel en el entorno laboral ni son fumadores, la principal fuente de exposición al níquel son los alimentos; el agua potable contribuye de manera menor a la ingesta diaria total de níquel. Sin embargo, en áreas con alta contaminación, donde hay movilización natural de níquel en aguas subterráneas, o en situaciones donde se emplean recipientes de baja calidad para hervir agua, o en sistemas de fontanería con recubrimientos de níquel o cromo, la concentración de níquel en el agua puede ser considerable. (OMS, 2017).

Nitratos

Es un compuesto químico inorgánico compuesto por nitrógeno y oxígeno, presente de manera natural en aguas superficiales y subterráneas. El aumento de este componente se debe a la actividad agrícola y ganadería que se lleva a cabo en la región. Los nitratos sirven como fertilizantes para las plantas y son menos peligrosos que los nitritos (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

Plomo

Su presencia es casi inexistente en las aguas naturales superficiales, aunque se puede encontrar en algunas aguas subterráneas. Los vertidos industriales son la principal causa de su presencia en aguas superficiales. Las tuberías de abastecimiento y las uniones de plomo son las principales fuentes de plomo en el agua de bebida en instalaciones antiguas. El agua ácida puede liberar mucho plomo de las tuberías, especialmente si el líquido permanece estancado por mucho tiempo (Condori Quispe, 2023).

Selenio

El selenio, un oligoelemento esencial, se encuentra principalmente en alimentos como cereales, carne y pescado. La cantidad de selenio en estos alimentos puede variar considerablemente dependiendo de la región de

producción. Sin embargo, en comparación con la ingesta de alimentos, la contribución del selenio presente en el agua de consumo humano suele ser menor, incluso en zonas con altas concentraciones de selenio en el agua (OMS, 2017).

Molibdeno

Aunque cerca de minas se han registrado concentraciones de molibdeno de hasta 200 µg/L, en el agua potable suelen ser menores a 0.01 µg/L. La ingesta diaria recomendada de molibdeno para adultos es de 0.1 a 0.3 mg, pero debido a sus bajos niveles en el agua potable, no se ha establecido un valor de referencia específico para este mineral. (OMS, 2017).

Uranio

El uranio presente en el medio ambiente proviene principalmente de la lixiviación de depósitos naturales y de la liberación de residuos generados durante su procesamiento. Cuando se encuentra uranio en el agua potable, la fuente de esta contaminación generalmente constituye la principal vía de ingesta de uranio. Esto se debe a que el agua contaminada con uranio puede ser una fuente importante de exposición para las personas. (OMS, 2017).

2.2.6. Parámetros bacteriológicos

El término “parámetros bacteriológicos” se refiere a las características del agua que se utilizan para evaluar su seguridad y calidad para el consumo humano. Los parámetros abarcan la existencia y cantidad de microorganismos señalizadores, tales como bacterias coliformes y *Escherichia coli*, que se emplean como indicadores de una potencial contaminación de las heces y, por ende, de la existencia de patógenos que podrían ser perjudiciales para la salud humana. Para garantizar que el agua sea segura para el consumo humano, estos parámetros deben evaluarse ya que la presencia de microorganismos patógenos (Calzada Janampa, 2023)

Coliformes fecales/termotolerantes

Los coliformes fecales, que sobreviven a altas temperaturas y fermentan lactosa a 44.5 °C, indican contaminación fecal en el agua. Su

ausencia sugiere que el agua es bacteriológicamente segura para el consumo humano. (Ñahui Salvatierra, 2023).

Escherichia coli

Escherichia coli es una especie del género *Escherichia*, que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*. Se caracteriza por ser un bacilo corto, anaerobio facultativo, y puede ser móvil o inmóvil. Esta bacteria es un gran negativo, formadora de gas y fermentadora de glucosa y lactosa. Se encuentra de manera ubicua en el suelo, agua y heces (Ñahui Salvatierra, 2023).

2.2.7. Sistema de abastecimiento de agua

Un sistema de suministro de agua para uso humano consta de varios elementos hidráulicos e infraestructuras físicas, que funcionan mediante procesos de administración y equipamiento. Este sistema abarca desde la captación del recurso hídrico hasta su suministro final en los hogares. Incluye:

- a) Captación: Infraestructura y procedimientos para extraer el agua de fuentes naturales, como ríos, lagos o acuíferos.
- b) Tratamiento: Procesos que aseguran la potabilidad del agua mediante la eliminación de contaminantes y microorganismos. Esto puede incluir la filtración, sedimentación, desinfección y otros métodos de purificación.
- c) Transporte: Redes de tuberías y bombas que trasladan el agua tratada desde las plantas de tratamiento hasta los depósitos y zonas de distribución.
- d) Almacenamiento: Tanques y reservorios diseñados para almacenar el agua y garantizar un suministro continuo, incluso durante períodos de alta demanda o interrupciones en la captación.
- e) Distribución: Sistema de tuberías y válvulas que lleva el agua desde los depósitos a los usuarios finales, asegurando una presión adecuada y la cobertura de todas las áreas servidas.
- f) Conexión y Suministro: Instalaciones que conectan el sistema de distribución con las viviendas y otros establecimientos, permitiendo el acceso al agua para el consumo humano y otras necesidades. (Ministerio de Salud, 2011).

El sistema de abastecimiento de agua atención brinda a los consumidores (Ministerio de Salud, 2011), a través de los siguientes tipos de suministro:

- Piletas públicas
- Camiones cisterna
- Conexiones domiciliarias;
- Camiones cisterna
- Mixtos, combinación de los anteriores

2.2.8. Componentes del sistema de abastecimiento de agua

Los sistemas de abastecimiento de agua deben cumplir con las ubicaciones, cantidades y calidades requeridas. Para abastecer a la población, se debe garantizar el caudal medio diario de captación. (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

La operación de los sistemas de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento es bastante sencilla, pero requiere un mantenimiento mínimo para garantizar que funcionen correctamente. Los siguientes son sus componentes:

- Captura de agua
- Línea de transporte
- Depósitos de almacenamiento
- Sistema de distribución
- Conexiones residenciales

La Autoridad de Salud nacional establece los requisitos sanitarios para los sistemas de abastecimiento de agua, siguiendo las normas del Ministerio de Vivienda. La supervisión de estos requisitos corresponde a la Autoridad de Salud regional. (Ministerio de Salud, 2011).

2.2.9. Muestreo

Con el fin de caracterizar y evaluar la calidad del agua procedente de diferentes fuentes hídricas, se extrae una porción homogénea y representativa de una masa

de agua. Para alcanzar este objetivo, es necesario un plan de muestreo que asegure que las muestras recogidas formen parte de un sistema de suministro de agua para uso humano (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

2.2.10. Tipo de muestra usada

- **Muestra compuesta**

Una muestra compuesta es una combinación de varias muestras simples, tomadas en el mismo punto de muestra, pero en diferentes momentos, con el objetivo de obtener un análisis más representativo de la calidad del agua. Este tipo de muestreo se utiliza para minimizar las variaciones en la concentración de contaminantes o parámetros físicos y químicos que pueden ocurrir en el tiempo. (Palacios Rodrigo & Velastegui Lizeth, 2020).

2.2.11. Límites máximos permisibles


Son los límites máximos permitidos para los parámetros que definen la calidad del agua potable. (DIGESA, 2015)).

2.3. Bases legales

- ✚ **Constitución Política del Perú (1993).** La Constitución Política del Perú es la ley suprema y garantiza derechos fundamentales, incluyendo el derecho a un ambiente saludable para el desarrollo de la vida.
- ✚ **Ley General de Salud (N° 26842).** La legislación considera la salud esencial para el desarrollo y el bienestar, y establece que el Estado debe regular, supervisar y promover la salud.
- ✚ **Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo: D.S. N° 031-2010 – SA / Ministerio de Salud:** La ley establece que la salud es crucial para el desarrollo y bienestar, y que el Estado es responsable de regular, supervisar y promover la salud.
- ✚ **Protocolo para la Recolección, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción de Muestras de Agua para Consumo Humano (R.D. N° 160 – 2015/DIGESA/SA).**


2.4. Identificación de variables

2.4.1. Variable

 Calidad del agua para consumo humano

2.4.2. Dimensiones

 Parámetros Físicos-Químicos

 Parámetros bacteriológicos

2.5. Definición operativa de variables e indicadores

Tabla 2

Cuadro de variables e indicadores

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	indicadores	Unidad de medida	instrumento
Calidad de agua para consumo humano	Las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua aseguran que sea apta para el consumo humano sin causar efectos adversos en la salud de quienes la consumen. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006).	Se llevará a cabo una evaluación de la calidad del agua en la capital del distrito de Ahuaycha, analizando los parámetros microbiológicos, físicos y químicos para determinar su aptitud para el consumo humano. (Ministerio de Salud, 2011).	Parámetros físico-químicos	Turbidez	UNT	Método de nefelometría
				pH	Unid. de pH	
				Temperatura	Grados centígrados (°C)	Multi Parámetro
				TDS	mg L-1	
				Conductividad	µS/cm	
				Cloro residual	mg L-1	Colorímetro
				Dureza Total	mg CaCo3 L-1	Titulación con EDTA
				Hierro	mg Fe L-1	Espectrofotometría de absorción atómica (EAT)
				Manganeso	mg Mn L-1	
				Aluminio	mg Al L-1	
				Cobre	mg Cu L-1	
				Zinc	mg Zn L-1	
				Sodio	mg Na L-1	
Antimonio	mg Sb L-1					
Arsénico	mg As L-1					
Bario	mg Ba L-1					
Boro	mg B L-1					

	Cadmio	mg Cd L-1	
	Cromo	mg Cr L-1	
	Mercurio	mg Hg L-1	
	Níquel	mg Ni L-1	
	Nitratos	mg NO3 L-1	
	Plomo	mg Pb L-1	
	Selenio	mg Se L-1	
	Molibdeno	mg Mo L-1	
	Uranio	mg U L-1	
Parámetros bacteriológicos	Coliformes fecales/termotolerantes	UFC/100 mL a 35°C	Técnicas de tubos múltiples
	Escherichi coli	UFC/100 mL a 44,5°C	

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue **aplicada**, elegido porque el propósito principal es resolver problemas en un contexto real y práctico. Esta investigación es práctico inmediato y la implementación de las teorías científicas que se han desarrollado a través de la investigación aplicada es esencial para su éxito, de acuerdo con Hernández et al. (2014), el objetivo de este tipo de investigación es ayudar a comprender y/o resolver problemas relacionados con un fenómeno o aspecto de la realidad que se encuentra dentro del campo de estudio de una disciplina científica. También se distingue por su enfoque en la aplicación de conocimientos.

3.2. Nivel de investigación

El propósito de la investigación será identificar las características, propiedades y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier fenómeno en estudio, adoptando un enfoque **descriptivo**. En otras palabras, el objetivo no será explicar las relaciones entre conceptos o variables, sino simplemente medir o recopilar información sobre ellos, ya sea de manera aislada o en conjunto.

3.3. Método de investigación

- ✚ **Método científico.** En la investigación científica, se refiere a un conjunto de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas que se utilizan para resolver un problema Hernández et al. (2014)
- ✚ **El método hipotético deductivo,** El método se basa en afirmaciones como hipótesis y tiene como objetivo incorporar o refutar hipótesis para llegar a conclusiones que deben confrontarse con los hechos. Estas conclusiones se llegan mediante el uso de métodos de cálculo formal o inferencia Hernández et al. (2014).

3.4. Diseño de investigación

Se empleará un diseño de investigación descriptivo simple, no experimental y de tipo transversal. El procedimiento implica ubicar a un conjunto de individuos, organismos vivos, objetos, circunstancias, contextos, fenómenos o comunidades en una

o más variables y ofrecer una descripción minuciosa de estos y brindar una descripción exhaustiva de estos. (Atencio 2018).

M→O

DONDE: M: muestra de agua de consumo humano; O: datos de parámetros fisicoquímicos de agua

Escamilla (2016) afirma que el diseño de investigación no experimental distingue la investigación de la manipulación de la variable. En cambio, se observan los eventos en el ambiente natural sin crear un entorno intencional simplemente observando las variables presentes en el entorno. Por lo tanto, no se realiza una inspección directa de las variables.

Los diseños de investigación transeccionales o transversales utilizan una recopilación de datos en un solo momento, es decir, únicamente en un solo momento, para analizar las variables. Escamilla, 2016

3.5.Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población y muestra

La muestra de investigación consistió en el número total de muestras de agua recolectadas. Se tubo 3 puntos de monitoreo en las cuales se hizo 3 repeticiones, de cada repetición se recolecto 5 muestras, asiendo 15 muestras por cada punto de monitoreo, en la cual se obtuvieron 45 muestras en total de los 3 puntos de monitoreo (Hernández et al., 2014).

3.5.2. Muestreo

Dado que la selección de los elementos se basa en criterios específicos determinados por el investigador en lugar de probabilidades, el muestreo de agua para consumo humano será no probabilístico y por conveniente. Las muestras de agua para consumo humano se recolectaron de manera intencional en los puntos de muestreo predefinidos, que son los siguientes: en el reservorio, casa intermedia de la población, y ultima casa de la población. Los casos deben representar estadísticamente a la población (Hernández et al., 2014).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para recopilar información sobre la calidad del agua potable en el distrito de Ahuaycha, se empleó una técnica de observación no experimental. Se utilizó una ficha de observación como herramienta principal, la cual se detalla en los anexos de esta tesis. Los análisis de los parámetros seleccionados se llevaron a cabo utilizando instrumentos de laboratorio validados y fiables, dado que el laboratorio cuenta con la acreditación de INACAL. La evidencia de esta acreditación también está incluida en los anexos.

También se tomaron muestras fisicoquímicos y bacteriológicos en lugares establecidos como:

- Reservoirio:
 - Muestras de agua para análisis fisicoquímicos cantidad de 1,170 ml en tres repeticiones.
 - Muestras de agua para análisis microbiológicos cantidad de 750 ml en tres repeticiones.
- Pileta domiciliaria 1:
 - Muestras de agua para análisis fisicoquímicos cantidad de 1,170 ml en tres repeticiones.
 - Muestras de agua para análisis microbiológicos cantidad de 750 ml en tres repeticiones.
- Pileta domiciliaria 2:
 - Muestras de agua para análisis fisicoquímicos cantidad de 1,170 ml en tres repeticiones.
 - Muestras de agua para análisis microbiológicos cantidad de 750 ml en tres repeticiones.

3.7. Planificación del plan de muestreo

3.7.1. Ubicación geográfica de la capital del distrito de Ahuaycha, Provincia de Tayacaja, Departamento de Huancavelica.

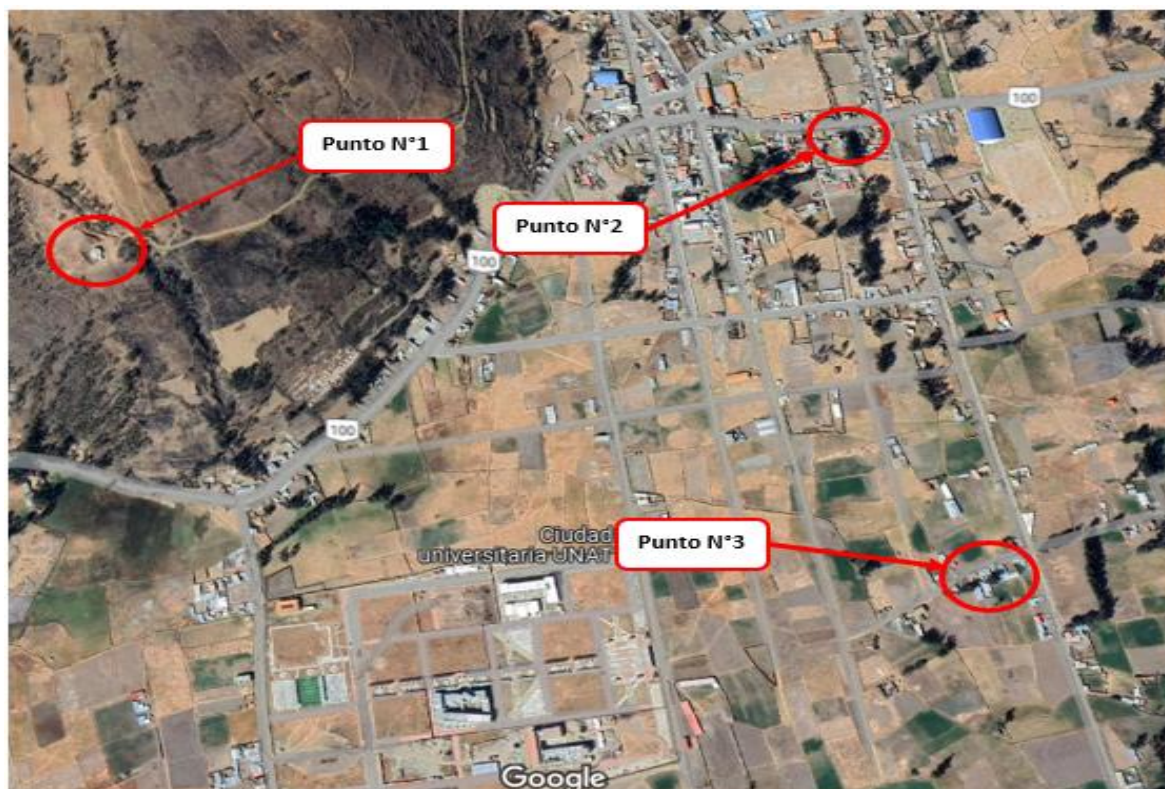


Fuente: Google maps

Coordenadas UTM del Distrito de Ahuaycha

- **LATITUD** : 18L 511809
- **LONGITUD**: 18L 8628505
- **ALTITUD** : 3280 m s. n. m.

3.7.2. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo



Fuente: Google maps

Coordenadas UTM de los tres puntos de muestreo

COORDENADAS UTM DEL PUNTO N°1 RESERVOIRIO	
Latitud	18L 512429
Longitud	18L 8628572
Altitud	3409.8 m.s.n.m.

COORDENADAS UTM DEL PUNTO N°2 VIVIENDA 1	
Latitud	18L 511599
Longitud	18L 8628449
Altitud	3261 m.s.n.m.

COORDENADAS UTM DEL PUNTO N°3 VIVIENDA 2	
Latitud	18L 511545
Longitud	18L 8629207
Altitud	3256 m.s.n.m.

3.8.Procedimiento de muestreo

3.8.1. Ubicación de los puntos de muestreo

- **A la salida del sistema de tratamiento de agua (reservorio):** Este punto de muestreo se localiza después de que el agua ha pasado por los procesos físicos y químicos de tratamiento para su potabilización. Por lo tanto, este punto de recolección debe reflejar de manera representativa la calidad del agua tratada (Atencio,2018).
- **En el área intermedia de la red de distribución:** En la red de distribución aérea abierta, se situó el punto de muestreo fijo en un segmento intermedio de la red de distribución aérea, considerando el flujo del agua (Atencio,2018).
- **En el área más alejada de la red de distribución:** En la red de distribución abierta, el lugar de muestreo se situó en el ramal final más distante de las zonas de distribución, teniendo en cuenta el camino más extenso del agua y ubicándolo en el punto más bajo de la red. (Atencio,2018).

3.8.2. Toma de muestras

Para garantizar que las muestras reflejen con precisión el agua suministrada a los consumidores y mantener su composición inalterada durante el muestreo y transporte, las muestras fueron recolectadas por el tesista, quien recibió capacitación específica para esta tarea (Atencio,2018).

Se estableció el punto de muestreo y se empleó el sistema de posicionamiento global (GPS) para localizar la ubicación exacta. Las coordenadas UTM proporcionadas por el GPS se registrarán para documentar la información (Atencio,2018).

Se dejó un espacio de unos 2,5 cm en el envase (espacio libre) para permitir la expansión, la adición de conservantes y una mezcla adecuada de la muestra. (Atencio,2018).

Tomándose en cuenta también:

Reservorio: Se aseguró un cordón de nylon de medición mediante un sujetador en un extremo del cable para evitar que caigan desechos al interior. El frasco de muestra se colocó en el pozo o depósito con cuidado de no rozarlo contra las

paredes de la estructura. Se sumergieron alrededor de 30 cm (RD N°160-2015/DIGESA/SA).

Grifos o caños: Se eligió un grifo directamente conectado a la tubería de distribución para evitar que el ramal del grifo estuviera conectado a tanques residenciales, filtros u otros accesorios similares. Se retiraron todos los dispositivos adicionales del grifo. Se verificó que no hubiera fugas en los sellos o empaquetaduras de la cañería y se desinfectó tanto el interior como el exterior del grifo utilizando algodón o un hisopo impregnado con hipoclorito de sodio o alcohol al 70% antes de la toma de muestras. Asimismo, antes de proceder con la recolección, se mantuvo el grifo abierto para dejar correr el agua durante dos o tres minutos (RD N°160-2015/DIGESA/SA).

3.8.3. Consideraciones en la toma de muestras:

- **Consideraciones en la toma de muestras en campo:** Según el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, DS N°031-2010-SA, es necesario evaluar los parámetros de campo como temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, cloro residual libre y pH. La ficha de datos de campo, conocida también como cadena de custodia, documenta la información sobre la toma de muestras, las mediciones de los parámetros de campo y los detalles de la ubicación y descripción del punto de monitoreo. (Atencio,2018).
- **Toma de muestras fisicoquímicas y bacteriológicas:** La elección de la muestra es un aspecto esencial en el proceso de evaluación de la calidad del agua, ya que es fundamental para obtener una representación precisa del sistema de suministro de agua para consumo humano, incluyendo las instalaciones domiciliarias de los usuarios de la comunidad. La correcta identificación y etiquetado de la muestra son igualmente críticos; el recipiente para la toma de muestras debe ser adecuado para el tipo de análisis que se realizará, además de garantizar el transporte adecuado al laboratorio para su análisis correspondiente (Atencio,2018).

Para la recolección de muestras, se siguieron rigurosos procedimientos de higiene y seguridad: se lavaron las manos con agua y jabón, y se usaron guantes, bata, tapabocas, chaleco y casco. Durante la toma de


muestras, se utilizaron guantes para manejar el frasco sin tocar su interior o el tapón. Se retiró la tapa sin tocar su interior, manteniéndola en la mano para evitar contaminación. El frasco se colocó directamente bajo el chorro de agua, dejándolo con un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación en el análisis posterior. Además, se limpió y desinfectó el área y el punto de muestreo previamente para asegurar la calidad del proceso siempre que fuera posible. (Atencio,2018).

- **Registro de datos de campo:** Se registraron todas las mediciones realizadas en el punto de muestreo, incluyendo información detallada como el código del punto de muestreo, el origen de la fuente de agua, una descripción exacta del lugar, y la hora y fecha de la toma de muestra. Además, se documentaron la localidad, el distrito, la provincia y el departamento correspondientes, así como las coordenadas geográficas del punto de muestreo. También se incluyeron los datos personales del técnico encargado de la recolección, las condiciones climáticas durante el muestreo y cualquier otra observación relevante. (Atencio,2018).
- **Identificación de las muestras:** Los recipientes utilizados para la recolección de muestras fueron enmarcados y rotulados de forma clara, unívoca y permanente (Atencio,2018).

Esta técnica facilita la identificación y clasificación de la muestra para prevenir errores de confusión entre diferentes muestras. Su propósito es asegurar una correcta higiene, organización y preservación. La etiqueta empleada para este proceso se muestra en la Figura 1.

Figura 1*Rotulación de muestras*

SGS	DIVISION MEDIO AMBIENTE		
Cliente:	CONSULTING ENVIRONMENTAL SERVICES AN		
Lugar de inspección:			
Código de la muestra:			
fecha de muestreo:		Hora de muestreo:	
Muestreado por:			
Análisis requerido			


Fuente: elaboración propia

3.8.4. Procedimiento analítico

El análisis se llevó a cabo en un laboratorio acreditado por INACAL, que cuenta con una infraestructura adecuada para realizar las pruebas necesarias. Este laboratorio está provisto de servicios esenciales como electricidad, agua destilada y gas, y dispone de instalaciones de protección adecuadas. Los equipos empleados son adecuados para el control de calidad del agua potable, lo que permite la detección precisa de sustancias en las concentraciones habituales en el agua potable. (Atencio,2018).

3.9. Instrumentos de recolección de datos

La ficha de observación (cadena de custodia) fue el instrumento de recolección de datos; es fácil de manejar, pero bastante útil (DIGESA, 2015). Se utiliza para registrar los datos producidos por el contacto directo entre el observador y la realidad observable este caso, los materiales y equipos de laboratorio y de campo.

Materiales y equipos de campo:

- Multiparámetro
- Colorímetro
- GPS

- Cronometro
- Entre otros.

Materiales y equipos para la recolección de muestras para laboratorio

- Frasco PVC estéril 250 ml (Tapa roja)
- Frasco PVC 100 ml boca ancha
- Frasco PVC ¼ L boca ancha (Transparente)
- Frasco de polietileno, 60 mL
- HNO₃ (1:1)
- Gel Pack
- Tiosulfato de Sodio al 3%
- Mascarilla desechable
- Cadena de custodia de agua
- Guante desechable
- Cajas de Tecnopor
- Cooler
- Entre otros.

3.10. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de datos, se realizará una clasificación y verificación previa antes de proceder con el análisis. Se utilizará el análisis de varianza de un factor (ANOVA) con un nivel de significancia del 95 % para examinar los datos de los parámetros establecidos, incluyendo las medias de coliformes fecales/termotolerantes. Los parámetros a evaluar abarcan *Escherichia coli*, turbidez, pH, temperatura, conductividad, dureza total, hierro, manganeso, aluminio, cobre, zinc, sodio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cloro residual, cromo, mercurio, níquel, nitratos, plomo, selenio, molibdeno y uranio.

Donde se comparará con el reglamento establecido por el Ministerio de Salud el D.S. 031-2010-SA.

3.11. Aspectos éticos y regulatorios

Se va a cumplir con el reglamento Ético y Regulatorio de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS *IN SITU* CON LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA.

Resultado del pH

En la siguiente tabla se muestran los resultados in situ del pH, de cada punto de monitoreo.

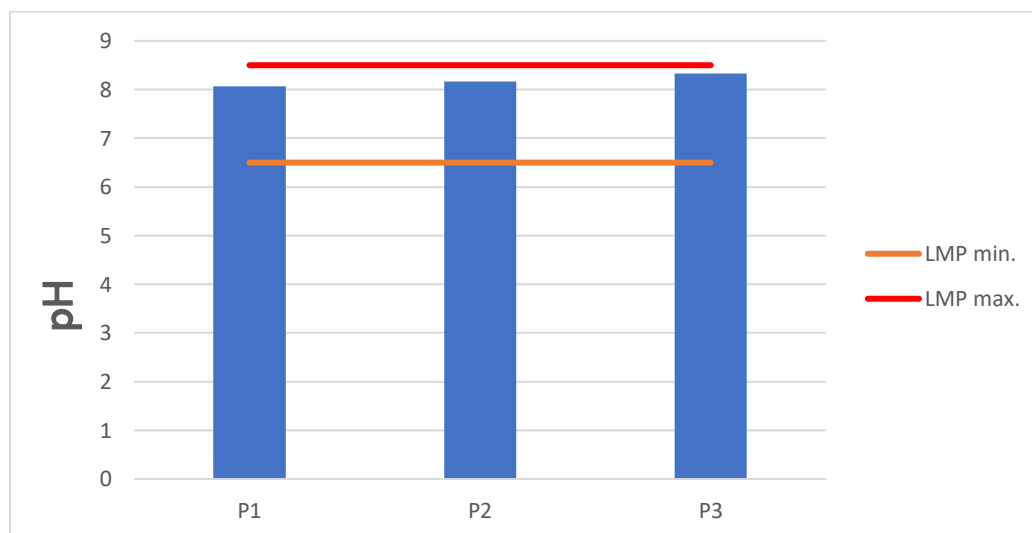
Tabla 3

Cuadro de resultados de medición in situ del pH, en los tres puntos de monitoreo

	pH			LMP pH mínimo	LMP pH máximo
	P1	P2	P3		
	7.7	8.2	8.5	6.5	8.5
	8.3	8.2	8.2	6.5	8.5
	8.2	8.1	8.3	6.5	8.5
Promedio	8.07	8.17	8.33		
Desviación	0.32	0.06	0.15		

Figura 2

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ del pH



Como se puede ver en la figura N°2, el promedio de cada punto de monitoreo no está por debajo de los LMP mínimo, y tampoco sobrepasa los LMP máximos de acuerdo con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA., el punto N°1 posee el más bajo pH con un promedio de 8.07 y el punto N°3 muestra el valor más alto con un promedio de 8.3, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 4

Cuadro de Análisis de varianza de un factor pH

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	24.2	8.07	0.10333333		
Columna 2	3	24.5	8.17	0.00333333		
Columna 3	3	25	8.33	0.02333333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.10888889	2	0.05	1.26	0.35	5.14
Dentro de los grupos	0.26	6	0.04			
Total	0.36888889	8				

Como se muestra en la tabla N°4, No se detectaron variaciones importantes en los niveles de pH entre los puntos de seguimiento (alfa >5%). Esto señala que los niveles de pH del agua para consumo humano en los tres puntos de seguimiento son parecidos y no hay pruebas estadísticas que sugieran que haya diferencias notables entre estos.

Según este hallazgo, se puede deducir que el pH del agua para consumo humano en los tres puntos de seguimiento es uniforme y no existen fluctuaciones notables en los niveles de pH. Es crucial para asegurar la calidad del agua destinada para el consumo humano, dado que un pH apropiado es esencial para garantizar que el agua sea segura y no suponga peligros para la salud de las personas.

✚ Resultado conductividad eléctrica (EC)

En la siguiente tabla se muestra los resultados in situ de la conductividad eléctrica (EC), de cada punto de monitoreo.

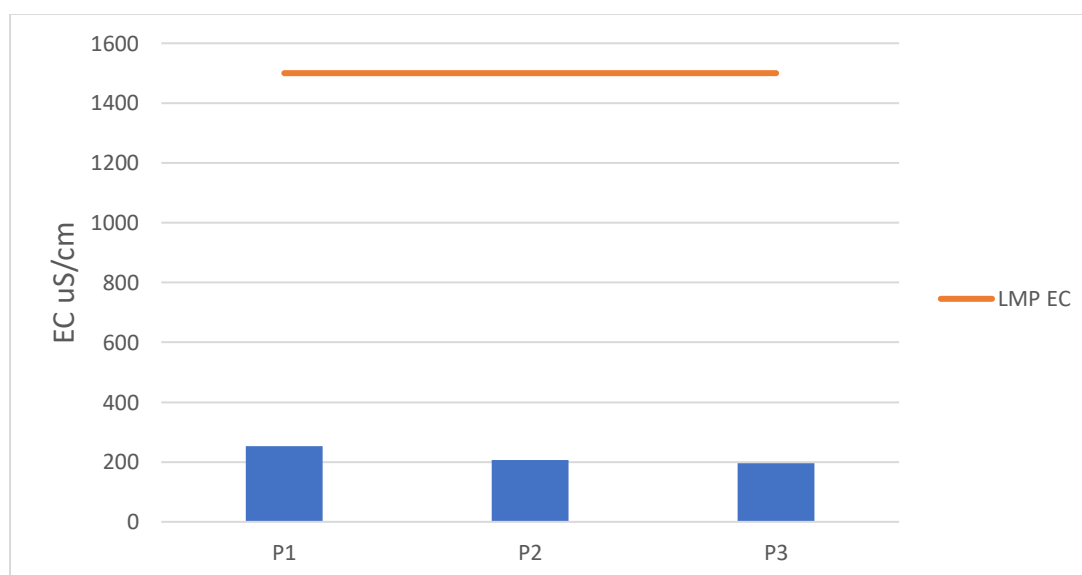
Tabla 5

Cuadro de resultados de medición in situ del de la Conductividad eléctrica (EC), en los tres puntos de monitoreo.

EC uS/cm				
	P1	P2	P3	LMP EC
	150	310	240	1500
	430	170	190	1500
	180	140	160	1500
Promedio	253.33	206.67	196.67	
Desviación	153.73	90.73	40.41	

Figura 3

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ del EC



Como se puede ver en la figura N°3, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP máximos de acuerdo con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más alto EC, con un promedio de 153.73 y el punto N°3 muestra el valor más bajo con un promedio de 40.41, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 6

Cuadro de Análisis de varianza de un factor EC

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	760	253.33	23633.3333		
Columna 2	3	620	206.67	8233.33333		
Columna 3	3	590	196.67	1633.33333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5488.88889	2	2744.44	0.24577114	0.79	5.14
Dentro de los grupos	67000	6	11166.67			
Total	72488.8889	8				

Como se muestra en la tabla N°6, en el ANOVA. No se encontraron diferencias significativas en los valores de EC entre los puntos de monitoreo ($\alpha > 5\%$). Esto indica que los valores de la EC, del agua de consumo humano en los tres puntos de monitoreo son similares y no hay evidencia estadística para afirmar que existen diferencias significativas entre ellos.

✚ Resultado temperatura

En la siguiente tabla se muestran los resultados in situ de la temperatura, de cada punto de monitoreo.

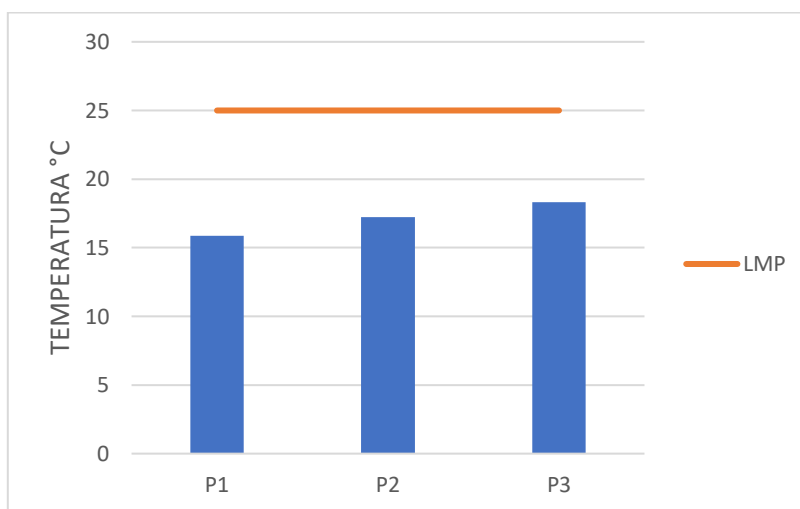
Tabla 7

Cuadro de resultados de medición in situ del de la Temperatura, en los tres puntos de monitoreo.

TEMPERATURA °C				
	P1	P2	P3	LMP T°
	15.7	17.2	18.2	25
	15.8	17.3	18.4	25
	16.1	17.2	18.4	25
Promedio	15.87	17.23	18.33	
Desviación	0.21	0.058	0.12	

Figura 4

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ del Temperatura.



Como se puede ver en la figura N°4, el Punto N°1 registra la temperatura más baja con un promedio de 15.87, mientras que el Punto N°3 posee el promedio más alto con un valor de 18.3. Lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 8

Cuadro de análisis de varianza de un factor de la Temperatura

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	47.6	15.87	0.043		
Columna 2	3	51.7	17.23	0.0033		
Columna 3	3	55	18.33	0.013		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9.1622222 2	2	4.58	229.06	2.16	5.14
Dentro de los grupos	0.12	6	0.02			
Total	9.2822222 2	8				

Como se muestra en la tabla N°8, Los resultados del ANOVA mostraron que si hay diferencias significativas en los valores de Temperatura entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Temperatura en el agua para consumo humano son diferentes en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares

Resultado de los sólidos disueltos totales (TDS)

En la siguiente tabla se muestran los resultados in situ de los TDS, de cada punto de monitoreo.

Tabla 9

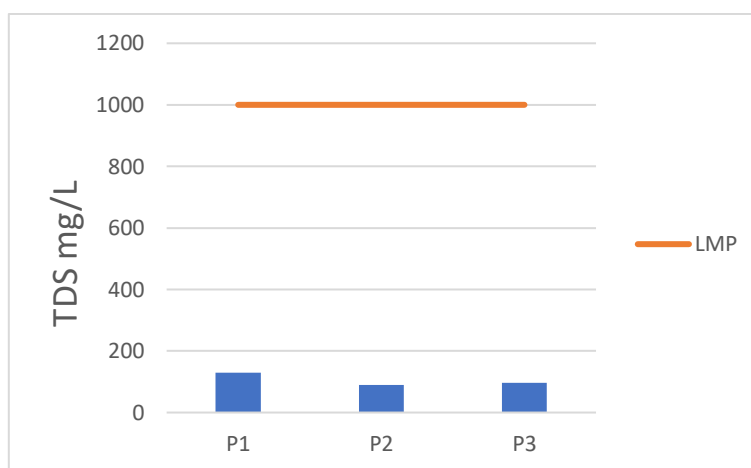
Cuadro de resultados de medición in situ del de la TDS, en los tres puntos de monitoreo.

TDS mg/L			
P1	P2	P3	LMP TDS

	90	130	110	1000
	210	80	100	1000
	90	60	80	1000
Promedio	130	90	96.67	
Desviación	69.28	36.06	15.28	

Figura 5

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ de TDS



Como se puede ver en la figura N°5, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP máximos de acuerdo con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más alto TDS, con un promedio de 130 y el punto N°2 muestra el valor más bajo con un promedio de 90, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 10

Cuadro de análisis de varianza de un factor de la TDS.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	390	130	4800		
Columna 2	3	270	90	1300		
Columna 3	3	290	96.67	233.33		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>

Entre grupos	2755.55556	2	1377.78	0.65	0.55	5.14
Dentro de los grupos	12666.6667	6	2111.11			
Total	15422.2222	8				

Como se muestra en la tabla N°10, en el ANOVA. No se encontraron diferencias significativas en los valores de TDS entre los puntos de monitoreo ($\alpha > 5\%$). Esto indica que los valores de los TDS, del agua de consumo humano en los tres puntos de monitoreo son similares y no hay evidencia estadística para afirmar que existen diferencias significativas entre ellos.

Resultado del cloro Residual libre

En la siguiente tabla se muestran los resultados in situ del Cloro residual libre, de cada punto de monitoreo.

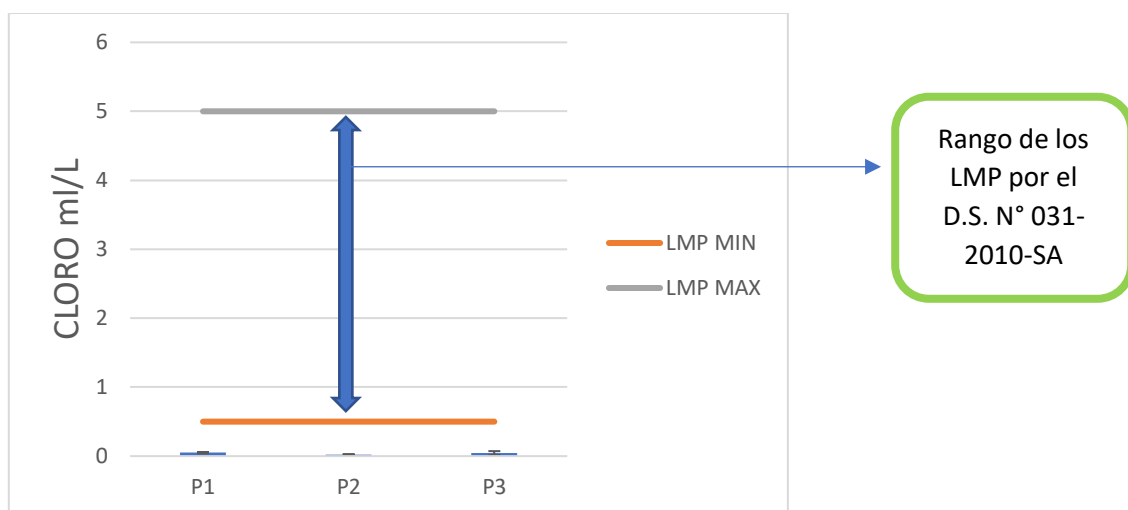
Tabla 11

Cuadro de resultados de medición in situ del de la Cloro residual libre, en los tres puntos de monitoreo.

	CLORO RESIDUAL LIBRE mg/L				
	P1	P2	P3	LMP MIN	LMP MAX
	0.05	0.03	0.06	0.5	5
	0.04	0.01	0.06	0.5	5
	0.06	0.02	0.01	0.5	5
Promedio	0.05	0.02	0.04		
Desviación	0.01	0.01	0.03		

Figura 6

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ del Cloro residual libre.



Como se puede ver en la figura N°6, el promedio de cada punto de monitoreo está por debajo de LMP mínimo de acuerdo con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, debe de estar en un rango de 0.5 a 5.0 mg/l, el punto N°1 posee el más alto de cloro residual libre, con un promedio de 0.05 ml/L y el punto N°2 muestra el valor más bajo con un promedio de 0.02 ml/L, lo que nos quiere decir es que están por debajo de los LMP establecidos.

Tabla 12

Cuadro de análisis de varianza de un factor de la Cloro residual libre.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.15	0.05	0.0001		
Columna 2	3	0.06	0.02	0.0001		
Columna 3	3	0.13	0.043	0.00083		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.00148889	2	0.00074	2.161	0.10	5.14
Dentro de los grupos	0.00206667	6	0.00034			
Total	0.00355556	8				

Como se muestra en la tabla N°12, en el ANOVA. No se encontraron diferencias significativas en los valores de Cloro residual libre entre los puntos de monitoreo ($\alpha > 5\%$). Esto indica que los valores de la Cloro residual libre, del agua de consumo

humano en los tres puntos de monitoreo son similares y no hay evidencia estadística para afirmar que existen diferencias significativas entre ellos.

4.2.RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS CON LOS LMP

DEL D.S. N° 031-2010-SA

Resultados de laboratorio de la Turbiedad

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio de la turbiedad de cada punto de monitoreo.

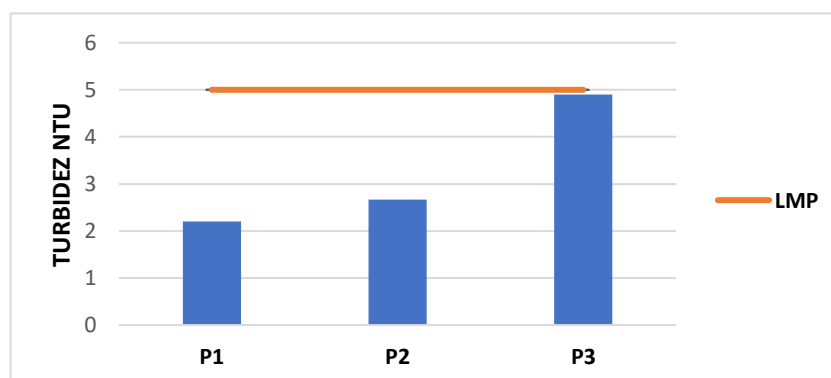
Tabla 13

Cuadro de resultados de medición de laboratorio de la turbiedad, en los tres puntos de monitoreo.

	TURBIEDAD NTU			
	P1	P2	P3	LMP
	2.3	2.6	3.9	5
	2.3	2.5	3.9	5
	2	2.9	6.9	5
Promedio	2.2	2.67	4.9	
Desviación	0.17	0.21	1.73	

Figura 7

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo de la turbiedad.



Como se puede ver en la figura N°7, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP máximos de acuerdo con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más bajo promedio de turbiedad, con un promedio de 2.2 NTU, y el punto N°3 muestra el valor más alto, con un promedio de 4.9 NTU, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 14

Cuadro de análisis de varianza de un factor de la turbiedad.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	6.6	2.2	0.03		
Columna 2	3	8	2.67	0.043		
Columna 3	3	14.7	4.9	3		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	12.49	2	6.25	6.10	0.036	5.14
Dentro de los grupos	6.15	6	1.02			
Total	18.64	8				

Como se muestra en la tabla N°14, según el ANOVA, se encontraron diferencias significativas en los valores de Turbiedad entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Turbiedad en el agua para consumo humano son diferentes en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares

Resultados de laboratorio de la Dureza total

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio de la Dureza total de cada punto de monitoreo.

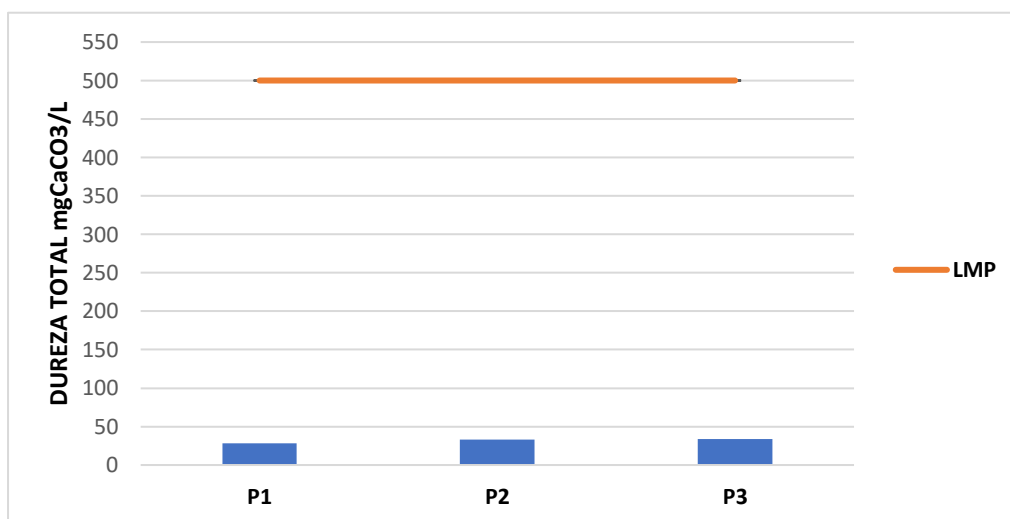
Tabla 15

Cuadro de resultados de medición de laboratorio de la Dureza total, en los tres puntos de monitoreo.

	DUREZA TOTAL mgCaCO ₃ /L			
	P1	P2	P3	LMP
	29.8	33.2	35.2	500
	32.2	33.2	33.2	500
	21.8	33.7	33.2	500
Promedio	27.93	33.37	33.87	
Desviación	5.45	0.29	1.15	

Figura 8

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo in situ de la Dureza total



Como se puede ver en la figura N°8, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más bajo promedio de la Dureza total, con un promedio de 27.93 mgCaCO₃/L, y el punto N°3 muestra el valor más alto, con un promedio de 33.87 mgCaCO₃/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 16

Cuadro de análisis de varianza de un factor de la Dureza Total.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	83.8	27.93	29.65		
Columna 2	3	100.1	33.37	0.08		
Columna 3	3	101.6	33.87	1.33		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	64.9755556	2	32.49	3.14	0.12	5.14
Dentro de los grupos	62.14	6	10.36			
Total	127.115556	8				

Como se muestra en la tabla N°16, según el ANOVA. No se encontraron diferencias significativas en los valores de turbiedad entre los puntos de monitoreo ($\alpha > 5\%$). Esto indica que los valores de la Dureza total del agua de consumo humano en los tres puntos de monitoreo son similares y no hay evidencia estadística para afirmar que existen diferencias significativas entre ellos.

Resultados de laboratorio del Hierro

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Hierro de cada punto de monitoreo.

Tabla 17

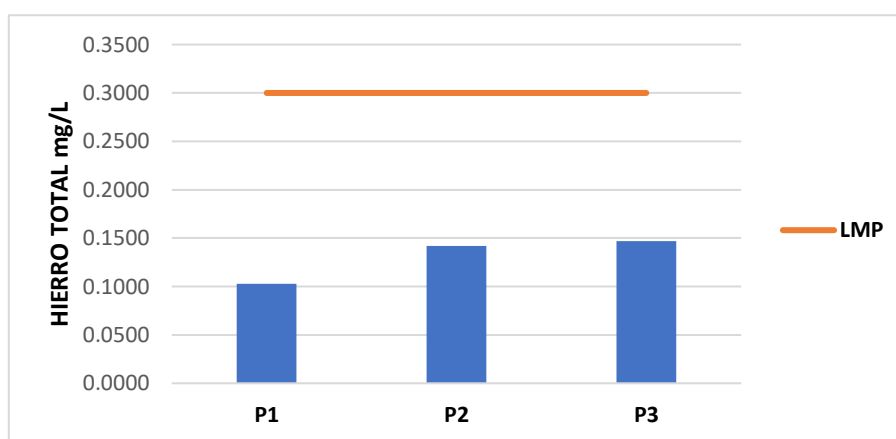
Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Hierro, en los tres puntos de monitoreo.

HIERRO TOTAL mg/L			
P1	P2	P3	LMP

	0.1030	0.1308	0.1448	0.3
	0.1030	0.1404	0.1476	0.3
	0.1030	0.1543	0.1483	0.3
Promedio	0.10	0.14	0.15	
Desviación	0	0.012	0.0019	

Figura 9

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Hierro.



Como se puede ver en la figura N°9, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más bajo promedio del Hierro, con un promedio de 0.10 mg/L, y el punto N°3 muestra el valor más alto, con un promedio de 0.15 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 18

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Hierro.

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	0.309	0.10	0		
Columna 2	3	0.4255	0.14	0.00014		
Columna 3	3	0.4407	0.15	3.43		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F

Entre grupos	0.00346091	2	0.0017	36.29	0.000445	5.14
Dentro de los grupos	0.00028607	6	4.77			
Total	0.00374698	8				

Como se muestra en la tabla N°18, según el ANOVA. Si se encontraron diferencias significativas en los valores del Hierro, entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Hierro en el agua para consumo humano son diferentes en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Manganeso

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Manganeso, de cada punto de monitoreo.

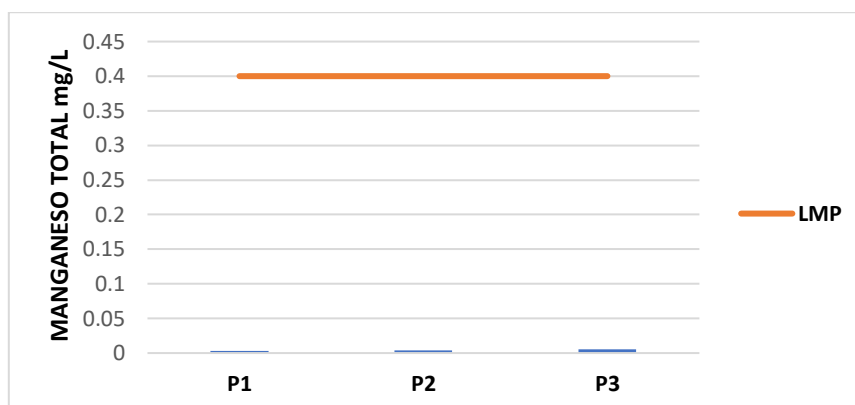
Tabla 19

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Manganeso, en los tres puntos de monitoreo.

	MANGANESO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.00307	0.00383	0.00518	0.4
	0.00352	0.00322	0.00442	0.4
	0.00331	0.00343	0.00552	0.4
Promedio	0.0033	0.0035	0.0050	
Desviación	0.00023	0.00031	0.00056	

Figura 10

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Manganeso.



Como se puede ver en la figura N°10, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más bajo promedio del Manganeso, con un promedio de 0.0033 mg/L, y el punto N°3 muestra el valor más alto, con un promedio de 0.0050 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 20

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Manganeso.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.0099	0.0033	5.07		
Columna 2	3	0.01048	0.0034	9.60		
Columna 3	3	0.01512	0.0050	3.17		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5.4572E-06	2	2.73	17.64	0.0031	5.14
Dentro de los grupos	9.2787E-07	6	1.55			
Total	6.385E-06	8				

Como se muestra en la tabla N°20, según el ANOVA. Si se encontraron diferencias significativas en los valores del Manganeso, entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Manganeso en el agua para consumo humano son diferentes en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Aluminio

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Aluminio, de cada punto de monitoreo.

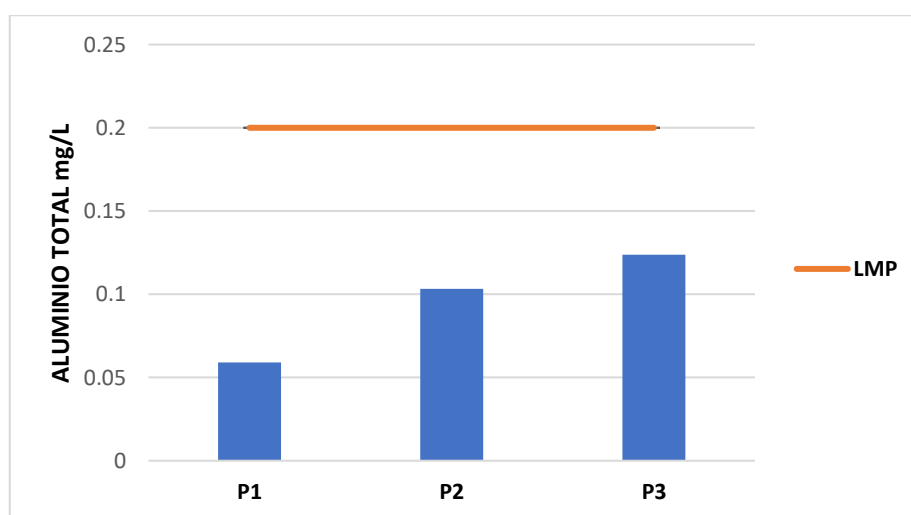
Tabla 21

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Aluminio, en los tres puntos de monitoreo.

	ALUMINIO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.058	0.097	0.135	0.2
	0.063	0.105	0.135	0.2
	0.056	0.108	0.101	0.2
Promedio	0.059	0.103	0.124	
Desviación	0.0036	0.0057	0.0196	

Figura 11

Gráfico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Aluminio.



Como se puede ver en la figura N°11, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más bajo promedio del Aluminio, con un promedio de 0.059 mg/L, y el punto N°3 muestra el valor más alto, con un promedio de 0.12 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 22

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Aluminio

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	0.177	0.059	0.000013		
Columna 2	3	0.31	0.103	3.23		
Columna 3	3	0.371	0.124	0.00038		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00656067	2	0.0033	22.85	0.0016	5.14
Dentro de los grupos	0.00086133	6	0.00014			

Total	0.007422	8
-------	----------	---

Como se muestra en la tabla N°22, según el ANOVA. Si se encontraron diferencias significativas en los valores del Aluminio, entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Aluminio en el agua para consumo humano son diferentes en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Cobre

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Aluminio, de cada punto de monitoreo.

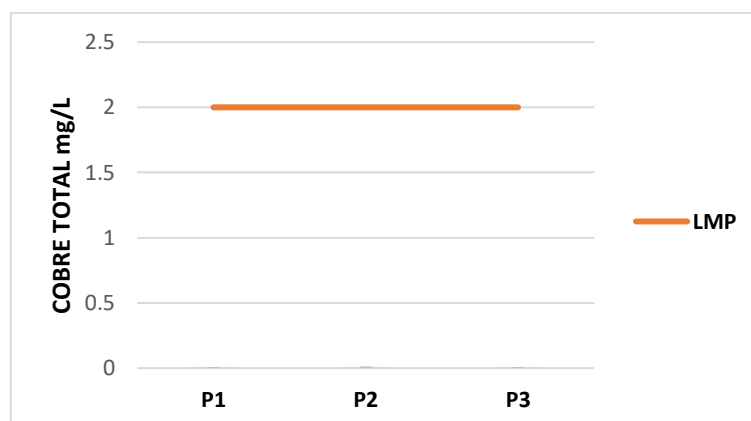
Tabla 23

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Cobre, en los tres puntos de monitoreo.

	COBRE TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.00009	0.00220	0.00009	2
	0.00009	0.00184	0.00099	2
	0.00009	0.00305	0.00061	2
Promedio	0.00009	0.0024	0.00056	
Desviación	0	0.00062	0.00045	

Figura 12

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Cobre.



Como se puede ver en la figura N°12, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más bajo promedio del Cobre, con un promedio de 0.00009 mg/L, y el punto N°3 muestra el valor más alto, con un promedio de 0.00056 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 24

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Cobre.

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	0.00027	0.00009	0		
Columna 2	3	0.00709	0.0024	3.86		
Columna 3	3	0.00169	0.00056	2.04		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8.6321E-06	2	4.32	21.94	0.0017	5.143
Dentro de los grupos	1.1803E-06	6	1.97			
Total	9.8124E-06	8				

Como se muestra en la tabla N°24, según el ANOVA. Si se encontraron diferencias significativas en los valores del Cobre, entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Cobre en el agua para consumo humano son diferentes en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares

✚ Resultados de laboratorio del Zinc

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Zinc, de cada punto de monitoreo.

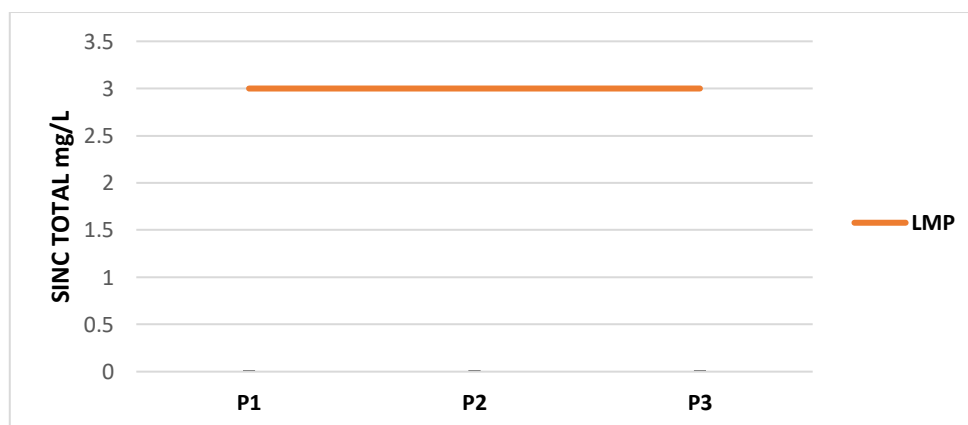
Tabla 25

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Zinc, en los tres puntos de monitoreo.

	SINC TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.0026	0.0027	0.0026	3
	0.0026	0.0030	0.0026	3
	0.0026	0.0031	0.0026	3
Promedio	0.0026	0.0029	0.0026	
Desviación	0	0.00021	0	

Figura 13

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Zinc.



Como se puede ver en la figura N°13, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 y el punto N°3 poseen el más bajo promedio del Zinc, con un promedio de 0.0026 mg/L, y el punto N°2 muestra

el valor más alto, con un promedio de 0.0029 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 26

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Zinc.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.0078	0.0026	0		
Columna 2	3	0.0088	0.00293333	4.33		
Columna 3	3	0.0078	0.0026	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.2222E-07	2	1.11	7.69	0.022	5.143
Dentro de los grupos	8.6667E-08	6	1.44			
Total	3.0889E-07	8				

Como se muestra en la tabla N°26, según el ANOVA. Si se encontraron diferencias significativas en los valores del Zinc, entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Zinc en el agua para consumo humano son diferentes en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Sodio

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Sodio, de cada punto de monitoreo.

Tabla 27

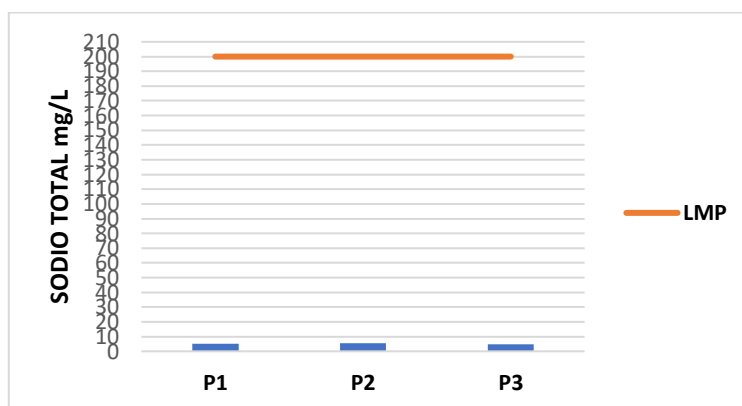
Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Sodio, en los tres puntos de monitoreo

SODIO TOTAL mg/L

	P1	P2	P3	LMP
	4.727	5.212	5.018	200
	5.123	5.310	4.769	200
	5.299	5.484	4.985	200
Promedio	5.05	5.33	4.92	
Desviación	0.29	0.14	0.13	

Figura 14

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Sodio.



Como se puede ver en la figura N°14, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°3 posee el más bajo promedio del Sodio, con un promedio de 4.92 mg/L, y el punto N°2 muestra el valor más alto, con un promedio de 5.33 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 28

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Sodio.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	15.149	5.05	0.09
Columna 2	3	16.006	5.33	0.02
Columna 3	3	14.772	4.924	0.02
ANÁLISIS DE VARIANZA				

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.26659267	2	0.13	3.25	0.11	5.14
Dentro de los grupos	0.24619533	6	0.041			
Total	0.512788	8				

Como se muestra en la tabla N°28, según el ANOVA. No se encontraron diferencias significativas en los valores del Sodio, entre los puntos de monitoreo ($\alpha > 5\%$). Esto indica que los valores del Sodio del agua de consumo humano en los tres puntos de monitoreo son similares y no hay evidencia estadística para afirmar que existen diferencias significativas entre ellos.

Resultados de laboratorio del Antimonio

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Antimonio, de cada punto de monitoreo.

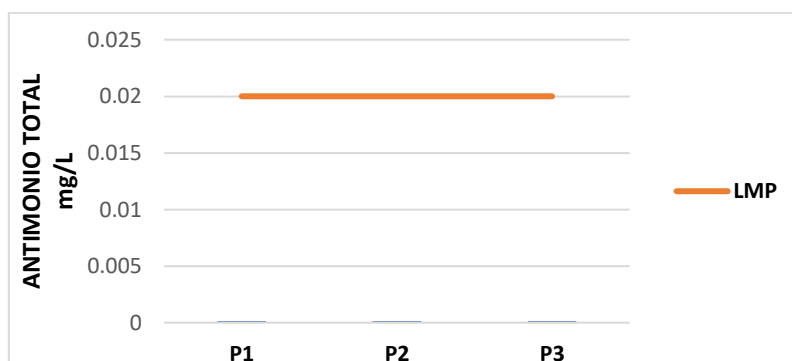
Tabla 29

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Antimonio, en los tres puntos de monitoreo.

ANTIMONIO TOTAL mg/L				
	P1	P2	P3	LMP
	0.00013	0.00013	0.00013	0.020
	0.00013	0.00013	0.00013	0.020
	0.00013	0.00013	0.00013	0.020
Promedio	0.00013	0.00013	0.00013	

Figura 15

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Antimonio.



Como se puede ver en la figura N°15, el promedio de cada punto de monitoreo es el mismo valor para el Antimonio con 0.00013 mg/L, por lo tanto, están dentro de los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 30

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Antimonio.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	0.00039	0.00013	0
Columna 2	3	0.00039	0.00013	0
Columna 3	3	0.00039	0.00013	0

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14325285
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	0	8				

Como se muestra en la tabla N°30, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Antimonio, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los niveles de Antimonio en el agua para consumo humano son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que no se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

✚ Resultados de laboratorio del Arsénico

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Arsénico, de cada punto de monitoreo.

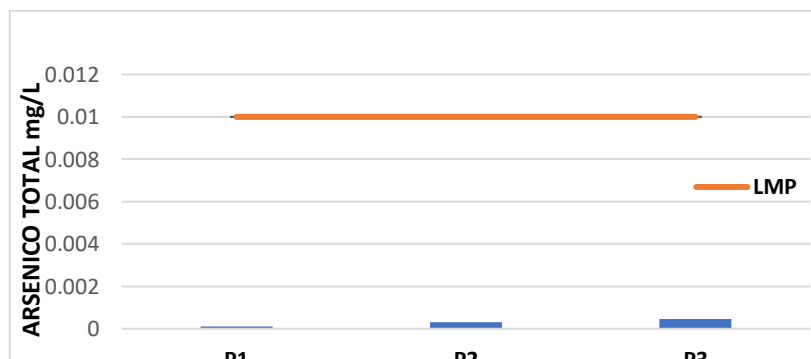
Tabla 31

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Arsénico, en los tres puntos de monitoreo.

	ARSENICO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.0001	0.00032	0.00070	0.010
	0.0001	0.00028	0.00029	0.010
	0.0001	0.00035	0.00038	0.010
Promedio	0.0001	0.00032	0.00046	
Desviación	0	3.51	0.00022	

Figura 16

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Arsénico.



Como se puede ver en la figura N°16, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP con el D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°1 posee el más bajo promedio del Arsénico, con un promedio de 0.0001 mg/L, y el punto N°3 muestra el

valor más alto, con un promedio de 0.00046 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 32

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Arsénico.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.0003	0.0001	0		
Columna 2	3	0.00095	0.00032	1.23		
Columna 3	3	0.00137	0.00046	4.64		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.9376E-07	2	9.69	6.10	0.036	5.14
Dentro de los grupos	9.5333E-08	6	1.59			
Total	2.8909E-07	8				

Como se muestra en la tabla N°32, según el ANOVA. Si se encontraron diferencias significativas en los valores del Arsénico, entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Arsénico en el agua para consumo humano no son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Bario

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Arsénico, de cada punto de monitoreo.

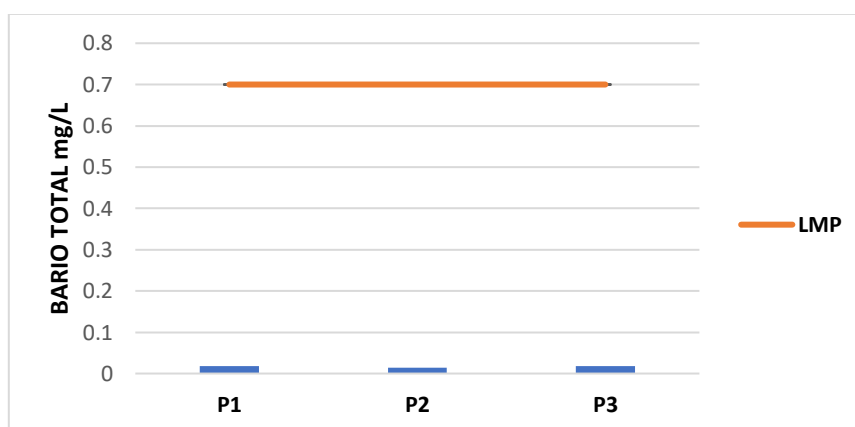
Tabla 33

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Bario, en los tres puntos de monitoreo.

	BARIO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.0166	0.0133	0.0181	0.700
	0.0189	0.0138	0.0175	0.700
	0.0183	0.0136	0.0184	0.700
Promedio	0.018	0.014	0.018	
Desviación	0.0012	0.00025	0.00046	

Figura 17

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Bario.



Como se puede ver en la figura N°17, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP con el D.S. N° 031-2010-SA, el punto N°2 posee el más bajo promedio del Bario, con un promedio de 0.0014 mg/L, y el punto N°3 muestra el valor más alto, con un promedio de 0.018 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 34

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Bario.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	0.0538	0.018	1.42
Columna 2	3	0.0407	0.014	6.33
Columna 3	3	0.054	0.018	2.1

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3.8727E-05	2	1.94	34.24	0.00052	5.143
Dentro de los grupos	3.3933E-06	6	5.66			
Total	0.00004212	8				

Como se muestra en la tabla N°34, según el ANOVA. Si se encontraron diferencias significativas en los valores del Bario, entre los puntos de monitoreo ($\alpha < 5\%$). Esto indica que los niveles de Selenio en el agua para consumo humano no son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares

Resultados de laboratorio del Boro

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Boro, de cada punto de monitoreo.

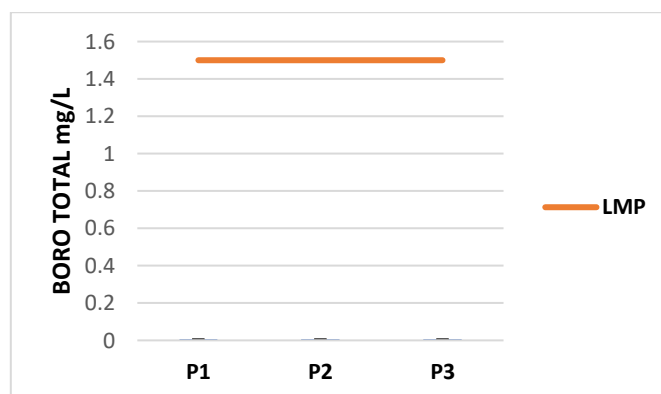
Tabla 35

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Boro, en los tres puntos de monitoreo.

	BORO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.006	0.006	0.006	1.500
	0.006	0.006	0.006	1.500
	0.006	0.006	0.006	1.500
Promedio	0.006	0.006	0.006	
Desviación	1.06	1.06	1.06	

Figura 18

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Boro.



Como se puede ver en la figura N°18, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, ya que el promedio de los tres puntos es el mismo valor de menor a los 0.006 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 36

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Boro

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.018	0.006	1.13		
Columna 2	3	0.018	0.006	1.13		
Columna 3	3	0.018	0.006	1.13		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0	2	0	0	1	5.14
Dentro de los grupos	6.7708E-36	6	1.13			
Total	6.7708E-36	8				

Como se muestra en la tabla N°36, según el ANOVA. Los resultados del ANOVA mostraron que no hay diferencias significativas en los valores del Boro entre los puntos de monitoreo ($\alpha > 5\%$). Esto indica que los niveles de Boro en el agua para consumo humano son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que no se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Cadmio

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Cadmio, de cada punto de monitoreo.

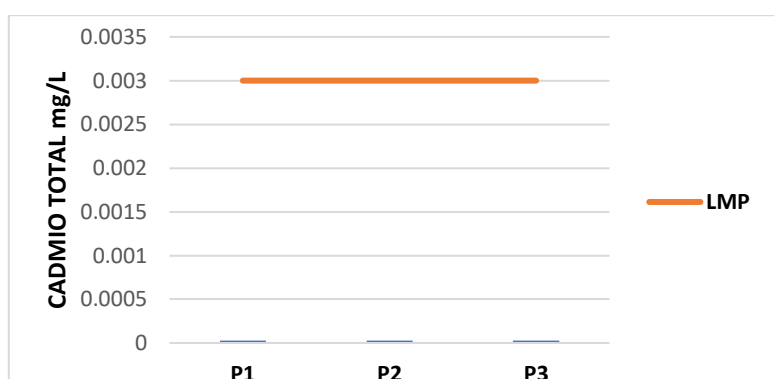
Tabla 37

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Cadmio, en los tres puntos de monitoreo.

	CADMIO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.00003	0.00003	0.00003	0.003
	0.00003	0.00003	0.00003	0.003
	0.00003	0.00003	0.00003	0.003
Promedio	0.00003	0.00003	0.00003	
Desviación	0	0	0	

Figura 19

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Cadmio.



Como se puede ver en la figura N°19, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, los tres puntos poseen el mismo promedio de menor a 0.00003 mg/L de Cadmio, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 38

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Cadmio.

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	0.00009	0.00003	0		
Columna 2	3	0.00009	0.00003	0		
Columna 3	3	0.00009	0.00003	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	0	8				

Como se muestra en la tabla N°38, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Cadmio, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los niveles de Cadmio en el agua para consumo humano son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que no se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

✚ Resultados de laboratorio del Cromo

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Cromo, de cada punto de monitoreo.

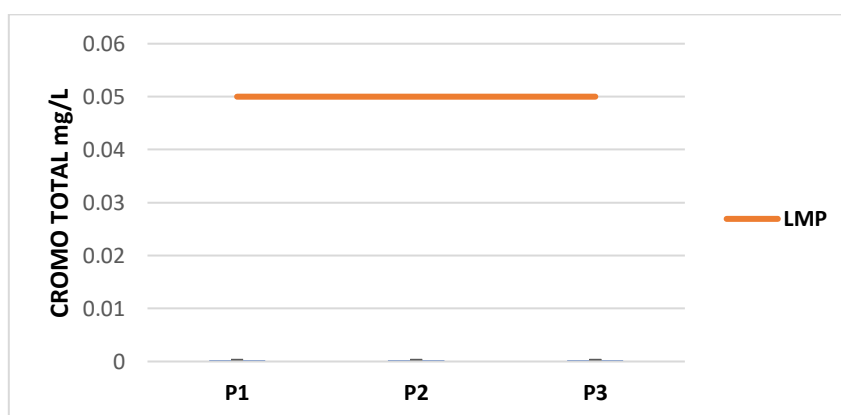
Tabla 39

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Cromo, en los tres puntos de monitoreo.

	CROMO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.0003	0.0003	0.0003	0.050
	0.0003	0.0003	0.0003	0.050
	0.0003	0.0003	0.0003	0.050
Promedio	0.0003	0.0003	0.0003	
Desviación	0	0	0	

Figura 20

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Cromo.



Como se puede ver en la figura N°20, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, los tres puntos poseen el mismo promedio de menor a 0.0003. mg/L de Cromo, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 40

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Cromo.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.0009	0.0003	0		
Columna 2	3	0.0009	0.0003	0		
Columna 3	3	0.0009	0.0003	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	0	8				

Como se muestra en la tabla N°40, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Cromo, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los niveles del Cromo en el agua para consumo humano son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que no se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Mercurio

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Mercurio, de cada punto de monitoreo.

Tabla 41

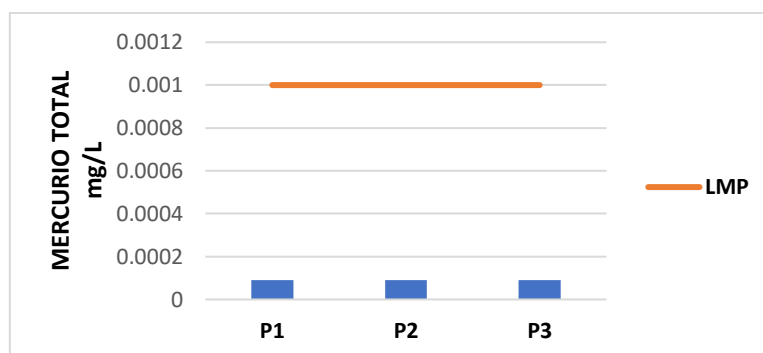
Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Mercurio, en los tres puntos de monitoreo.

MERCURIO TOTAL mg/L			
P1	P2	P3	LMP
0.00009	0.00009	0.00009	0.001
0.00009	0.00009	0.00009	0.001

	0.00009	0.00009	0.00009	0.001
Promedio	0.00009	0.00009	0.00009	
Desviación	0	0	0	

Figura 21

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Mercurio.



Como se puede ver en la figura N°21, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, los tres puntos poseen el mismo promedio de menor a 0.00009. mg/L de Mercurio, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 42

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Mercurio.

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	0.00027	0.00009	0		
Columna 2	3	0.00027	0.00009	0		
Columna 3	3	0.00027	0.00009	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	0	8				

Como se muestra en la tabla N°42, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Mercurio, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió

nulo. Esto indica que los niveles de Mercurio en el agua para consumo humano son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que no se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

✚ Resultados de laboratorio del Níquel

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Níquel, de cada punto de monitoreo.

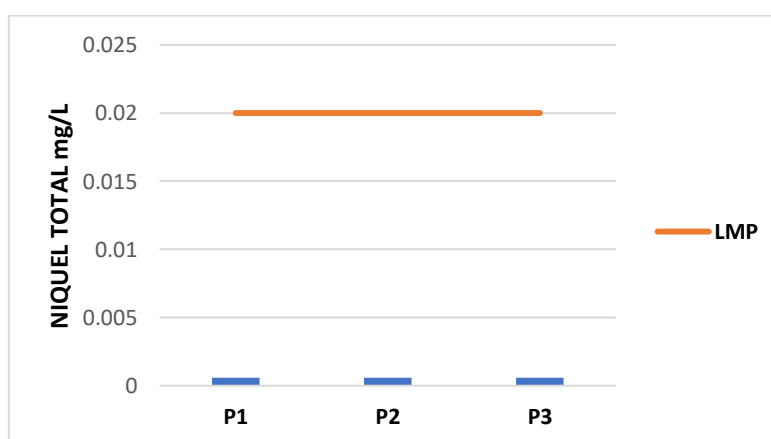
Tabla 43

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Níquel, en los tres puntos de monitoreo.

	NIQUEL TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.0006	0.0006	0.0006	0.020
	0.0006	0.0006	0.0006	0.020
	0.0006	0.0006	0.0006	0.020
Promedio	0.0006	0.0006	0.0006	
Desviación	0	0	0	

Figura 22

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Níquel.



Como se puede ver en la figura N°22, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, los tres puntos poseen el mismo promedio que es menor a 0.0006 mg/L de Níquel, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 44

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Níquel.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.0018	0.0006	0		
Columna 2	3	0.0018	0.0006	0		
Columna 3	3	0.0018	0.0006	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	0	8				

Como se muestra en la tabla N°44, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Níquel, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los niveles de Níquel en el agua para consumo humano son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que no se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Nitratos

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Nitratos, de cada punto de monitoreo.

Tabla 45

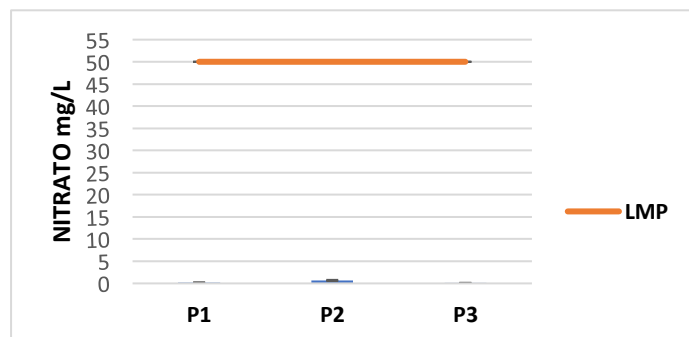
Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Nitratos, en los tres puntos de monitoreo.

NITRATO mg/L				
	P1	P2	P3	LMP
	0.220	0.549	0.062	50
	0.202	0.607	0.136	50

	0.084	0.813	0.108	50
Promedio	0.169	0.656	0.102	
Desviación	0.07	0.14	0.037	

Figura 23

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Nitratos.



Como se puede ver en la figura N°23, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, el punto N°3 posee el más bajo promedio del Nitratos, con un promedio de 0.102 mg/L, y el punto N°2 muestra el valor más alto, con un promedio de 0.656 mg/L, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 46

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Nitrato.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	0.506	0.17	0.0055
Columna 2	3	1.969	0.66	0.019
Columna 3	3	0.306	0.102	0.0014

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.54954867	2	0.27477433	31.58	0.00065	5.14

Dentro de los grupos	0.05220533	6	0.00870089
Total	0.601754	8	

Como se muestra en la tabla N°46, según el ANOVA. Si hay diferencias significativas en los valores del Nitrato, entre los puntos de monitoreo (alpha menor a 5%). Esto indica que los niveles del Nitrato en el agua para consumo humano son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que si se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Plomo

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Plomo, de cada punto de monitoreo.

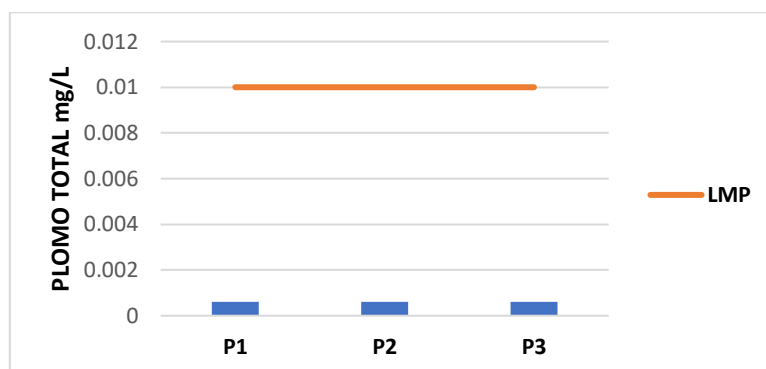
Tabla 47

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Plomo, en los tres puntos de monitoreo.

	PLOMO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.0006	0.0006	0.0006	0.010
	0.0006	0.0006	0.0006	0.010
	0.0006	0.0006	0.0006	0.010
Promedio	0.0006	0.0006	0.0006	
Desviación	0	0	0	

Figura 24

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Plomo.



Como se puede ver en la figura N°24, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, los tres puntos poseen el mismo promedio que es menor a 0.0006 mg/L de Plomo, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 48

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Plomo

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.0018	0.0006	0		
Columna 2	3	0.0018	0.0006	0		
Columna 3	3	0.0018	0.0006	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	0	8				

Como se muestra en la tabla N°48, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Plomo, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los niveles de Plomo en el agua para consumo humano son

iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que no se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares.

Resultados de laboratorio del Selenio

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Selenio, de cada punto de monitoreo.

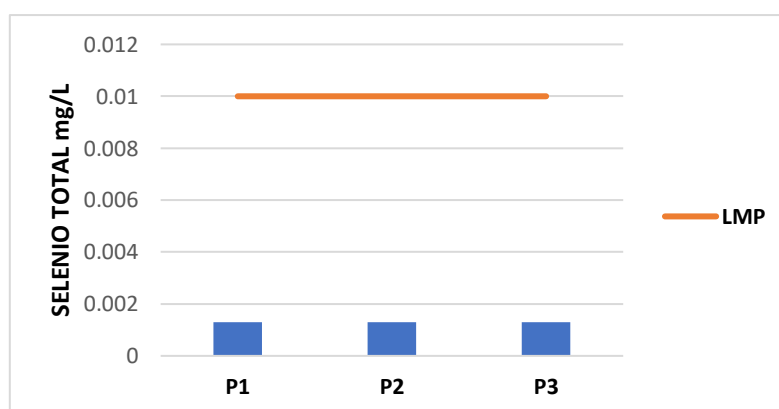
Tabla 49

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Selenio, en los tres puntos de monitoreo.

	SELENIO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.0013	0.0013	0.0013	0.010
	0.0013	0.0013	0.0013	0.010
	0.0013	0.0013	0.0013	0.010
Promedio	0.0013	0.0013	0.0013	
Desviación	0	0	0	

Figura 25

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Selenio.



Como se puede ver en la figura N°25, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, los tres puntos poseen el mismo promedio que es menor a 0.0013 mg/L de Selenio, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 50

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Selenio.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.0039	0.0013	0		
Columna 2	3	0.0039	0.0013	0		
Columna 3	3	0.0039	0.0013	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	0	8				

Como se muestra en la tabla N°50, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Selenio, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los niveles de Selenio en el agua para consumo humano son iguales en los tres puntos de seguimiento estudiados, lo que significa que no se registran fluctuaciones importantes en los niveles de este elemento en estos lugares

Resultados de laboratorio del Molibdeno

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Molibdeno, de cada punto de monitoreo.

Tabla 51

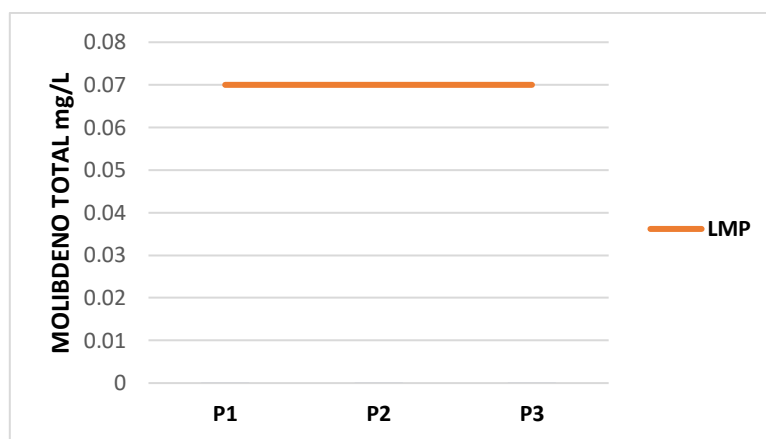
Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Molibdeno, en los tres puntos de monitoreo.

MOLIBDENO TOTAL mg/L			
P1	P2	P3	LMP

	0.00006	0.00006	0.00006	0.07
	0.00006	0.00006	0.00006	0.07
	0.00006	0.00006	0.00006	0.07
Promedio	0.00006	0.00006	0.00006	
Desviación	0	0	0	

Figura 26

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Molibdeno.



Como se puede ver en la figura N°26, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, los tres puntos poseen el mismo promedio que es menor a 0.00006. mg/L de Molibdeno, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos.

Tabla 52

Cuadro de análisis de varianza de un factor del molibdeno.

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	0.00018	0.00006	0		
Columna 2	3	0.00018	0.00006	0		
Columna 3	3	0.00018	0.00006	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14

Dentro de los grupos	0	6	0
Total	0	8	

Como se muestra en la tabla N°52, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Molibdeno, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los valores del Molibdeno del agua de consumo humano en los tres puntos de monitoreo son iguales.

Resultados de laboratorio del Uranio

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio del Uranio, de cada punto de monitoreo.

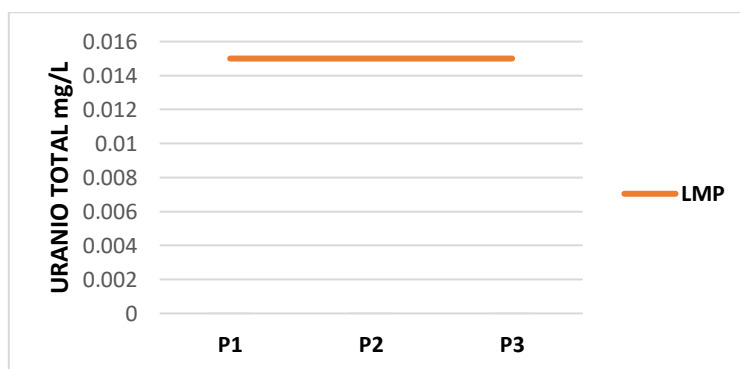
Tabla 53

Cuadro de resultados de medición de laboratorio del Uranio, en los tres puntos de monitoreo.

	URANIO TOTAL mg/L			
	P1	P2	P3	LMP
	0.000010	0.000010	0.000010	0.015
	0.000010	0.000010	0.000010	0.015
	0.000010	0.000010	0.000010	0.015
Promedio	0.000010	0.000010	0.000010	
Desviación	0	0	0	

Figura 27

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo del Uranio.



Como se puede ver en la figura N°27, el promedio de cada punto de monitoreo no sobrepasa los LMP, los tres puntos poseen el mismo promedio que es menor a 0.000010. mg/L de Uranio, lo que nos quiere decir es que están dentro de los LMP establecidos del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 54

Cuadro de análisis de varianza de un factor del Uranio.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	0.00003	0.000010	0		
Columna 2	3	0.00003	0.000010	0		
Columna 3	3	0.00003	0.000010	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0	2	0	-	-	5.14
Dentro de los grupos	0	6	0			
Total	0	8				

Como se muestra en la tabla N°54, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores del Uranio, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los valores del Uranio del agua de consumo humano en los tres puntos de monitoreo son iguales.

4.3.RESULTADOS DE LOS PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS CON LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA

✚ Resultados de laboratorio de los Coliformes Fecales o Termotolerantes

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio de los Coliformes Fecales o Termotolerantes, de cada punto de monitoreo.

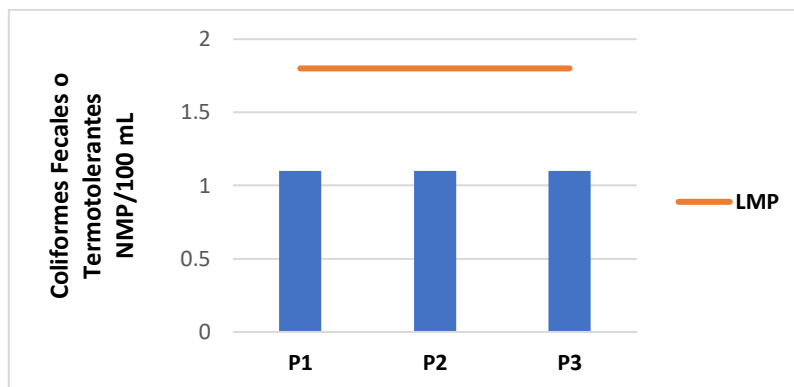
Tabla 55

Cuadro de resultados de medición de laboratorio de los Coliformes Fecales o Termotolerantes, en los tres puntos de monitoreo.

	Coliformes Fecales o Termotolerantes NMP/100 mL			
	P1	P2	P3	LMP
	1.1	1.1	1.1	1.8
	1.1	1.1	1.1	1.8
	1.1	1.1	1.1	1.8
Promedio	1.1	1.1	1.1	
Desviación	0	0	0	

Figura 28

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo de los Coliformes Fecales o Termotolerantes.



Como se puede ver en la figura N°28, Se observa que para el parámetro de coliformes termotolerantes, los valores en la muestra analizada fueron inferiores a 1.1 NMP/100 ml, lo que está por debajo del límite de 1.8 NMP/100 ml. Por lo tanto, este valor cumple con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 56

Cuadro de análisis de varianza de un factor de los Coliformes Fecales o Termotolerantes, en los tres puntos de monitoreo.

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	3.3	1.1	0		
Columna 2	3	3.3	1.1	0		
Columna 3	3	3.3	1.1	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4.44	2	2.22	-	-	5.14
Dentro de los grupos	0	6	0			

Total	4.44	8
-------	------	---

Como se muestra en la tabla N°56, según el ANOVA, no se encontraron diferencias significativas en los valores de los Coliformes Fecales o Termotolerantes entre los distintos puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto sugiere que los niveles de Coliformes Fecales o Termotolerantes en el agua destinada al consumo humano son iguales en los tres puntos de muestreo.

Resultados de laboratorio de Escherichia coli

En la siguiente tabla se muestran los resultados de laboratorio de Escherichia coli de cada punto de monitoreo.

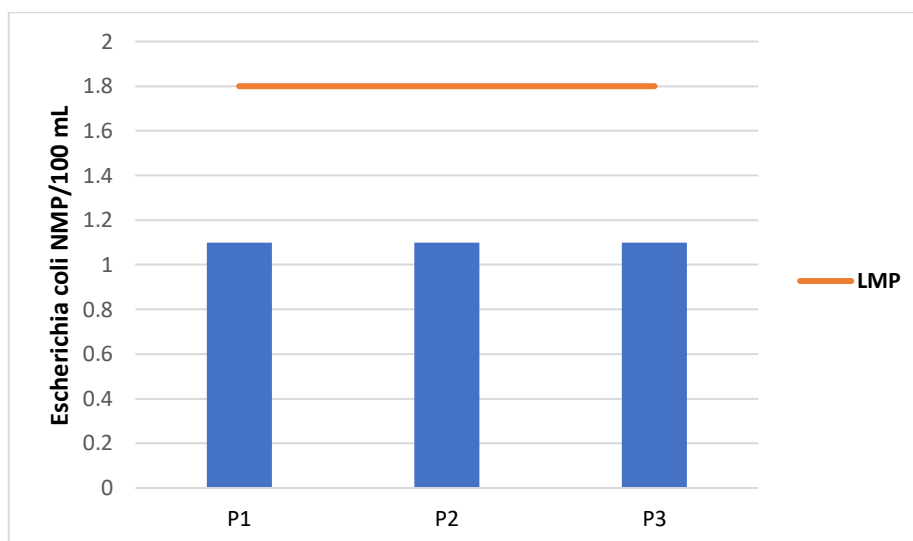
Tabla 57

Cuadro de resultados de medición de laboratorio de Escherichia coli, en los tres puntos de monitoreo.

	Escherichia coli NMP/100 mL			
	P1	P2	P3	LMP
	1.1	1.1	1.1	1.8
	1.1	1.1	1.1	1.8
	1.1	1.1	1.1	1.8
Promedio	1.1	1.1	1.1	
Desviación	0	0	0	

Figura 29

Grafico de los promedios de los 3 puntos de monitoreo de Escherichia coli.



Como se puede ver en la figura N°29, Se puede notar que, en el caso del parámetro Escherichia coli, los valores obtenidos en la muestra analizada fueron inferiores a 1.1 NMP/100 ml, que está por debajo del límite de 1.8 NMP/100 ml. Por lo tanto, este resultado cumple con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla 58

Cuadro de análisis de varianza de un factor de Escherichia coli, en los tres puntos de monitoreo.

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	3	3.3	1.1	0		
Columna 2	3	3.3	1.1	0		
Columna 3	3	3.3	1.1	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4.44	2	2.22	-	-	5.14

Dentro de los grupos	0	6	0
Total	4.44	8	

Como se muestra en la tabla N°58, según el ANOVA. No hay diferencias significativas en los valores factor de Escherichia coli, entre los puntos de monitoreo, porque el F calculado salió nulo. Esto indica que los valores del factor de Escherichia coli del agua de consumo humano en los tres puntos de monitoreo son iguales.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de esta tesis se determinaron mediante la comparación con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos para aguas superficiales en el DS N° 031-2010-SA. Todos los parámetros fueron analizados en una época de baja precipitación. (mes noviembre, 2023), tal y como se registra en el SENAMHI para el año 2023. Las muestras se realizaron en 3 puntos de muestreo las cuales fueron punto N°1, MAP-PTAP-0.03, punto N°2, MAP-0.02-VIVIENDA 1, punto N°3, MAP-0.02-VIVIENDA 2. De los 26 parámetros fisicoquímicos medidos 25 estuvieron dentro de los LMP, excepto por el cloro residual libre la cual estuvo muy por debajo de los LMP y de los 2 parámetros bacteriológicos medidos, los 2 estuvieron dentro de los LMP. El parámetro más alto fue del pH que estuvo en un rango de 8.0 a 8.3. El parámetro que más cambio sufrió fue la turbidez, en el último punto MAP-0.02-VIVIENDA 2, tubo el promedio más alto con 4.9 UNT, en la cual, en la tercera muestra del tercer punto, sobrepaso con un valor de 6.9 UNT, superando los LMP del D.S. N° 031-2010. SA.

En el estudio realizado por José Carlos Torres Paredes (2020), que incluyó el análisis fisicoquímico y biológico del agua de consumo en tres puntos de muestreo (salida del reservorio, red primera vivienda y red última vivienda) durante los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, se observó que ciertos parámetros excedieron los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para consumo humano (D.S. N°031-2010/SA). Específicamente, la turbiedad superó el límite en un muestreo con un valor de 7.57 UNT, y el cloro residual fue de 0.5 mg/L en los primeros tres meses de monitoreo. De manera similar, en la presente tesis, se registró un exceso de turbidez en un muestreo, alcanzando un valor de 6.9 UNT, según Mau Taipe (2023), esto se debe a la eficiencia de los procesos de tratamiento, ya que si la carga de turbidez del agua cruda es excesiva, o si los reactivos utilizados no son suficientes, según la eficiencia del tratamiento puede verse comprometida, también la red de distribución del agua que se distribuye a través de tuberías, pueden ocurrir re-suspensiones de partículas sedimentadas o acumulaciones en las tuberías que contribuyen a un aumento de la turbidez, la longitud y el estado de las tuberías también influyen, ya que tuberías viejas o en mal estado pueden liberar sedimentos al agua esto resulta en una mayor turbidez en el agua que llega a las viviendas más distantes de la planta. Según Nuñez (2019), el cloro que estuvo muy por debajo de los LMP mínimos establecidos, esto se debe a la inadecuada dosis de cloro, si la cantidad de cloro agregado no es suficiente para cubrir

la demanda de cloro del agua (que puede incluir materia orgánica y otros contaminantes), el cloro residual resultante será bajo, otro caso es sobre las condiciones de la red de distribución, el cloro residual puede disminuir debido a la re-suspensión de sedimentos en las tuberías, estas condiciones pueden reducir su concentración a niveles por debajo de lo recomendado.

En el estudio de Oscar Aguilar y Brillith Navarro (2018), Se realizaron análisis de parámetros físicos (como conductividad, temperatura, turbidez y sólidos totales disueltos), químicos (pH, dureza total, cloruros, sulfatos y alcalinidad) y bacteriológicos (coliformes totales y coliformes fecales) en las muestras de agua de la captación de Siracachayoc. Estos análisis se llevaron a cabo siguiendo los procedimientos de la norma técnica N°031-DIGESA (2012) y el reglamento de calidad del agua para consumo humano del MINAM (2012) en el laboratorio de control de calidad de agua de la DESA de la Dirección Regional de Salud Apurímac. Los resultados mostraron que los parámetros tanto fisicoquímicos como microbiológicos estaban dentro de los rangos normales para el agua potable. De manera análoga, en esta tesis, en la cual de los 28 parámetros medidos entre parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, 27 parámetros se encontraron dentro de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el DS N°031-2010-SA, confirmando que el agua es apta para el consumo humano, ya que cumple con los estándares de calidad que aseguran la ausencia de contaminantes peligrosos.

En la investigación de Braulio Ccora Repuello (2022), El estudio, que se enfocó en evaluar la calidad del agua para consumo humano, analizó parámetros microbiológicos, organolépticos e inorgánicos según las recomendaciones del Ministerio de Salud y los comparó con los límites máximos permisibles. Los resultados mostraron que, a partir del punto de muestreo PM-03, donde se realiza el tratamiento del agua, todos los parámetros cumplían con los límites establecidos. De manera similar, en esta investigación, todos los parámetros medidos estaban dentro de los límites máximos permisibles, excepto el cloro residual libre, que se encontraba significativamente por debajo de estos límites. Este nivel bajo de cloro residual se atribuye a una dosis inadecuada de cloro y a posibles deficiencias en las condiciones de la red de distribución.

6. CONCLUSIONES

Se determino la calidad de los parámetros Físicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha, en la cual los análisis de campo y de laboratorio, nos indican que los parámetros físicos no superaron los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el D.S. N°031-2010-SA, asegurando que el agua es segura y adecuada para el consumo humano del distrito. La turbiedad, por ejemplo, debe ser baja para evitar la presencia de contaminantes visibles y microorganismos, además, la conductividad proporciona información sobre la concentración de sales y minerales disueltos, lo cual es importante para la salud y el sabor del agua, es importante mantener todos estos parámetros físicos dentro de los LMP, ya que no solo protege la salud de la población, sino que también fomenta la confianza en los sistemas de abastecimiento de agua.

Se determino la calidad de los parámetros Químicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha, en la cual se analizaron parámetros de campo y laboratorio, en la cual nos indica que el cloro residual libre estuvo por debajo de los LMP, con el valor más alto de 0.05 mg/L, no cumpliendo con la normativa vigente, ya que la norma nos indica que el cloro residual libre debe de estar en un rango de 0.5 a 5 mg/L, los demás parámetros químicos no superaron los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el D.S. N°031-2010-SA. Cuando los parámetros químicos, como pH, nitratos, metales pesados (como plomo, mercurio y cadmio), y otros compuestos inorgánicos, se mantienen dentro de los LMP establecidos, se asegura que el agua sea inocua y adecuada para la salud humana. Por ejemplo, el pH debe estar entre 6.5 y 8.5, y la concentración de metales pesados debe ser inferior a los límites especificados, como 0.003 mg/L para el cadmio y 0.1 mg/L para el arsénico. El cumplimiento de estos estándares no solo protege a la población de posibles enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada, sino que también promueve la confianza en los sistemas de abastecimiento de agua.

Se determino la calidad de los parámetros Bacteriológicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha, en la cual los análisis de laboratorio, nos indican que los parámetros bacteriológicos no superaron los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el D.S. N°031-2010-SA. Los parámetros bacteriológicos son fundamentales para evaluar la calidad sanitaria del agua destinada

al consumo humano. Cuando estos parámetros se mantienen dentro de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por la normativa.

La tesis “Evaluación de las Propiedades Fisicoquímicas del Agua para Consumo Humano” ha demostrado la importancia de mantener los parámetros medidos dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para garantizar la calidad y seguridad del agua destinada al consumo humano. Al no superar estos límites, se asegura que el agua cumple con los estándares de potabilidad establecidos, protegiendo así la salud de la población y reduciendo el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

7. RECOMENDACIONES

Mantenimiento de la Evaluación Regular: Es fundamental continuar con la evaluación periódica de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua para consumo humano, asegurando que se mantengan dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) y que se cumplan los estándares de calidad.

Implementación de Medidas Preventivas: Es importante establecer y aplicar medidas preventivas para evitar la contaminación del agua y garantizar su calidad a lo largo de todo el proceso de abastecimiento, desde la captación hasta el consumo.

Capacitación y Concientización: Promover programas educativos dirigidos a la comunidad sobre la importancia de la calidad del agua para la salud y el medio ambiente, fomentando prácticas responsables en el uso y conservación del recurso hídrico.

Monitoreo Continuo: Establecer sistemas de monitoreo continuo de la calidad del agua, utilizando tecnologías avanzadas para detectar posibles contaminantes y garantizar la seguridad del suministro de agua potable.

Colaboración Interdisciplinaria: Fomentar la colaboración entre entidades gubernamentales, instituciones académicas, organizaciones de salud y la comunidad en general para abordar de manera integral los desafíos relacionados con la calidad del agua y la protección de la salud pública.

Implementar estas recomendaciones contribuirá a mantener un suministro de agua potable seguro, de calidad y en cumplimiento con los estándares establecidos, protegiendo la salud de la población y promoviendo la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR SEQUEIROS, O., & NAVARRO ALFARO, B. (2018). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD DE LLAÑUCANCHA DEL DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY 2017*.
- ALMEIDA BOAS, L., Dos Santos Bonfim, C., Pereira Pires, G., Felipe Queiroz da Silva Souza, I., & Lima da Silva, T. (2023). AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA BARRAGEM TUTU REUTER NO MUNICÍPIO DE MONTANHA, ES, BRASIL. *Revista Ifes Ciência*, 9(1). <https://doi.org/10.36524/ric.v9i1.1699>
- Calderon Quintanilla, A. D., & Barcena Quispe, M. A. (2023). *Calidad de agua para el consumo humano y percepción local de la población de la microcuenca de Palccaro, distrito de Tambobamba, región Apurímac, 2022*.
- CALZADA JANAMPA, G. M. (2023). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la zona urbana, periurbana y rural, en el distrito de Chontabamba - Oxapampa y su repercusión en la salud de la población 2021*.
- CCORAREPUELLO, B. (2022). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA LOCALIDAD DE ACOBAMBA*. <https://orcid.org/0000-0003-1139-9232>
- CONDORI QUISPE, P. A. (2023). *EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE POZO PARA CONSUMO HUMANO EN EL BARRIO AZOGUINI DE LA CIUDAD DE PUNO - 2023*.
- DIGESA. (2015). *Caracterización de fuentes de agua y del agua para consumo humano*.
- ESTRADA LAPAS, G., & VIDAL OLORTEGUI, C. L. (2021). *DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGÍA DE REVISIÓN SISTEMÁTICA Y METAANÁLISIS EN TESIS UNIVERSITARIAS*. <https://orcid.org/0000-0001-8361-4224>
- Gomes de Oliveira, E. K., de Sousa Silva, M. N., Goularte Dombroski, S. A., Rodrigues de Sá, L. C., & Carife Bergamo, G. (2022). Qualidade da água para consumo humano: estudo no sistema de um campus universitário. *Revista DAE*, 71(239). <https://doi.org/10.36659/dae.2023.012>
- Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., & Meseguer Pallares, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(1). <https://doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- HURTADO FERNÁNDEZ, J. A. (2022). *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano en el área urbana 'Voluntad de Dios' en la ciudad de Guayaquil durante el 2022*.

- LAURENTE HUAMAN, Y. Y. (2023). '*Caracterización de fuentes de agua para consumo humano e el centro poblado de Huaylacucho, Huancavelica, 2022*'.
- Leiva Marquina, M. E., & Almonacid Tello, B. D. (2023). *Evaluación de calidad de agua de los ríos y quebradas del distrito de Oxapampa a través de macroinvertebrados*.
- Luna Corimanya, K. D. (2019). *DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ASANA DE LA CUENCA ASANA-OSMORE-ILO, DEL DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA DE MARISCAL NIETO, REGIÓN MOQUEGUA*.
- MAU TAYPE, J. J. (2023). *Caracterización del abastecimiento de agua que consume el centro poblado Santa Rosa de Yapaz del distrito San Luis de Shuaro, Chanchamayo, Junín y contraste técnico como exige el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, febrero - mayo 2022*.
- Ministerio de Salud. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N ° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú. *Dirección General de Salud Ambiental - Ministerio de Salud*.
- Núñez, E. (2019). *Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del Reservorio No 2 de la Planta El Milagro en la Ciudad de Cajamarca – 2018*.
- Ñahui Salvatierra, D. F. (2023). *Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica - 2023*.
- Organización Mundial de la Salud-OMS. (2017). *CUARTA EDICIÓN QUE INCORPORA LA PRIMERA ADENDA-Guis para la calidad del agua de consumo humano: Vol. <http://apps.who.int/>*
- ORTIZ ZUASNABAR, R., & QUITO HUACCHO, K. J. (2021). '*Calidad del agua para consumo humano en los centros poblados de Sachapite y Antacocha*'.
- Palacios Rodrigo, & Velastegui Lizeth. (2020). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD SAN RAFAEL, PROVINCIA DE PICHINCHANACIONAL*.
- Polo-Carrillo, E., Morales-Simancas, G., Cabarcas-Ariza, Y., & Valle Rodríguez, J. (2020). Analysis of the water quality risk index for human consumption in urban areas of the department of Bolívar. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 844(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/844/1/012047>
- Rahman, A., Jahanara, I., & Jolly, Y. N. (2021). Assessment of physicochemical properties of water and their seasonal variation in an urban river in Bangladesh. *Water Science and Engineering*, 14(2), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2021.06.006>
- Smith Beraun, M. C., & Reshea Pipa, M. S. (2021). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN EL AAHH VILLA CRUZ, EN EL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE MAYNAS-2021*.
- Torres Fernandez, T., & Coronacion Palomino, M. I. (2021). "*Calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de pueblo libre y pampachacra*".

Torres Paredes, J. C. (2020). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor - Moyobamba.*

9. ANEXOS

9.1.Anexo N°1 Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Método
<p>General: ¿Cuál es la calidad Físicoquímica del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha?</p> <p>Específicos: ¿Cuál es la calidad de los parámetros Físicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha?</p> <p>¿Cuál es la calidad de los parámetros Químicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha?</p>	<p>General: Evaluar la calidad Físicoquímica del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha.</p> <p>Específicos: Determinar la calidad de los parámetros Físicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha.</p> <p>Determinar la calidad de los parámetros Químicos del agua para consumo humano de la capital de distrito de Ahuaycha.</p>	<p>General: La calidad de los parámetros físicoquímicos del agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha, excede los límites máximos permisibles.</p> <p>Específicos: La calidad de los parámetros físicos del agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha, excede los límites máximos permisibles.</p> <p>La calidad de los parámetros químicos del agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha, excede los límites máximos permisibles</p>	<p>Variable 01 Calidad del agua para consumo humano.</p> <p>Indicadores: Parámetros bacteriológicos 1. Coliformes fecales/termotolerantes 2. Escherichi coli</p> <p>Parámetros físico-químicos 1. Turbiedad 2. pH 3. Temperatura 4. Conductividad 5. Dureza Total 6, Hierro 7. Manganeseo 8. Aluminio 9. Cobre 10. Zinc 11. Sodio 12. Antimonio 13. Arsénico 14. Bario 15. Boro 16. Cadmio</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo</p> <p>Método de investigación: General: método científico Específico: Hipotético Deductivo</p> <p>Población: Total, de agua para consumo humano de la capital del distrito de Ahuaycha.</p> <p>Muestra: 05 litro por periodo de muestreo para los análisis respectivos.</p>

-
17. Cloro residual
 18. Cromo
 19. Mercurio
 20. Níquel
 21. Nitratos
 22. Plomo
 23. Selenio
 24. Molibdeno
 25. Uranio
-

9.2. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.

ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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

9.3.Límites Máximos Permisibles de los Parámetros de la calidad del agua para consumo humano.

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	--	Aceptable
2. Sabor	--	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L^{-1}	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

ANEXO III

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

9.4. Conservación de muestras de los Parámetros.

DETERMINACION	CONSERVACION	TIEMPO MÁXIMO
ACIDEZ	REFRIGERACIÓN A 4°C REFRIGERACIÓN	24 HORAS
ALCALINIDAD	A 4°C O H ₂ SO ₄ (PH =2)	24 HORAS
AMONIO	REFRIGERACIÓN A 4°C O H ₂ SO ₄ (PH	24 HORAS
CIANUROS	REFRIGERACIÓN A 4°C O NAOH (PH	24 HORAS
COLORO	=12)	INMEDIATO
CLORUROS		7 DÍAS
COLOR	REFRIGERACIÓN A	24 HORAS
CONDUCTIVIDAD	4°C REFRIGERACIÓN A	24 HORAS
DBO	4°C REFRIGERACIÓN A	6 HORAS
DQO	4°C H ₂ SO ₄ (PH < 2)	LO ANTES POSIBLE
DETERGENTES	20 MG/L	
DIÓXIDO DE CARBONO	HGCL ₂	24HORAS
FENOLES		INMEDIATO
FLUORUROS	H ₃ PO ₄ (PH <4 1 G/L	24 HORAS
FÓSFORO TOTAL	CUSO ₄)	7 DÍAS
GRASAS Y ACEITES		7 DÍAS
METALES	REFRIGERACIÓN A 4°C O H ₂ SO ₄ (PH	24 HORAS
NITRATOS	< 2) REFRIGERACIÓN A 4°C Y H ₂ SO ₄ (PH	
OLOR	REFRIGERACIÓN A 4°C	LO ANTES POSIBLE
OXÍGENO DISUELTO		INMEDIATO
OZONO		INMEDIATO
PH		INMEDIATO
RESIDUOS	REFRIGERACIÓN A 4°C	7 DÍAS
SABOR		INMEDIATO
SÍLICE	REFRIGERACIÓN A 4°C	7 DÍAS
SULFATOS	REFRIGERACIÓN A 4°C	7 DÍAS
SULFUROS	2 ML ACETATO DE ZINC	24HORAS
TEMPERATURA	2N	INMEDIATO
TURBIDEZ		LO ANTES POSIBLE
	REFRIGERACIÓN A	

Fuente: Norma de la calidad de agua – MINAN

9.5. Resultados de laboratorio de los Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las 3 muestras del punto N°1 Reservoirio.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					MAP-PTAP-0.01 N / E 17/11/2023 10:00:00 AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO AGUA DE BEBIDA AGUA POTABLE	MAP-PTAP-0.02 17/11/2023 10:00:00 AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO AGUA DE BEBIDA AGUA POTABLE
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	2.3 ± 0.20	2.3 ± 0.20
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	29.8 ± 1.50	32.2 ± 1.60
Aniones						
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	0.220 ± 0.032	0.202 ± 0.029
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1	<1.1
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1	<1.1
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.058 ± 0.0050	0.063 ± 0.0060
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0166 ± 0.0015	0.0189 ± 0.0017
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
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	8.653 ± 0.87	8.638 ± 0.86
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0228 ± 0.0021	0.0247 ± 0.0022
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
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	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.1030 ± 0.0082	0.1168 ± 0.0093
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0056 ± 0.00050	0.0059 ± 0.00050
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	2.928 ± 0.35	3.179 ± 0.38
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00307 ± 0.00021	0.00352 ± 0.00025
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	<0.00006	<0.00006
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	<0.0006	<0.0006
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	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	0.41 ± 0.030	0.38 ± 0.030
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0009	<0.0009
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	12.83 * ± 1.54	14.17 * ± 1.70
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	5.995 ± 0.72	6.624 ± 0.79
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	4.727 ± 0.52	5.123 ± 0.56
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio 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
Thorio 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	0.0013 ± 0.00020	0.0010 ± 0.00010
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
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	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026	<0.0026
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045
Datos de Campo proporcionados por el Cliente						
Cloro Residual	EW_OPERATIONS	mg/L	--	--	0.05 *	0.04 *
Conductividad	EW_OPERATIONS	µS/cm	--	--	150.0 *	430.0 *
Potencial de Hidrógeno	EW_OPERATIONS	pH	--	--	7.70 *	8.30 *
Temperatura	EW_OPERATIONS	°C	--	--	15.7 *	15.8 *

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					MAP-PTAP-0.03
FECHA DE MUESTREO					17/11/2023
HORA DE MUESTREO					10:00:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA AGUA POTABLE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	2.0 ± 0.20
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	21.8 ± 1.10
Aniones					
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	0.084 ± 0.012
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.056 ± 0.0050
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0183 ± 0.0016
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
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	8.763 ± 0.88
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0256 ± 0.0023
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<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	0.1110 ± 0.0089
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0061 ± 0.00050
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	3.269 ± 0.39
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00331 ± 0.00023
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	0.38 ± 0.030
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0009
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	14.37 * ± 1.72
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	6.715 ± 0.81
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	5.299 ± 0.58
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
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ± 0.00020
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045
Datos de Campo proporcionados por el Cliente					
Cloro Residual	EW_OPERATIONS	mg/L	--	--	0.06 *
Conductividad	EW_OPERATIONS	µS/cm	--	--	180.0 *
Potencial de Hidrógeno	EW_OPERATIONS	pH	--	--	8.20 *
Temperatura	EW_OPERATIONS	°C	--	--	16.1 *

9.6. Resultados de laboratorio de los Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las 3 muestras del punto N°2 Vivienda 1.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					MAP-0.01-VIVIENDA 1	MAP-0.02 VIVIENDA 1
FECHA DE MUESTREO					17/11/2023	17/11/2023
HORA DE MUESTREO					10:30:00	10:30:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA	AGUA DE BEBIDA
					AGUA POTABLE	AGUA POTABLE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	2.6 ± 0.20	2.5 ± 0.20
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	33.2 ± 1.70	33.2 ± 1.70
Aniones						
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	0.549 ± 0.080	0.607 ± 0.088
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1	<1.1
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1	<1.1
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.097 ± 0.0090	0.105 ± 0.0090
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00032 ± 0.000040	0.00028 ± 0.000030
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0133 ± 0.0012	0.0138 ± 0.0012
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
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	8.844 ± 0.88	8.488 ± 0.85
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00003	<0.00003
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00220 ± 0.00055	0.00184 ± 0.00046
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0232 ± 0.0021	0.0232 ± 0.0021
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
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	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.1308 ± 0.011	0.1404 ± 0.011
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0058 ± 0.00050	0.0058 ± 0.00050
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	3.271 ± 0.39	3.654 ± 0.44
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00383 ± 0.00027	0.00322 ± 0.00023
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	<0.00006	<0.00006
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	<0.0006	<0.0006
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	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	0.30 ± 0.020	0.36 ± 0.030
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0009	<0.0009
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	13.45 * ± 1.61	14.59 * ± 1.75
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	6.287 ± 0.75	6.819 ± 0.82
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	5.212 ± 0.57	5.310 ± 0.58
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio 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
Thorio 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	0.0013 ± 0.00020	0.0012 ± 0.00020
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
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	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0027 ± 0.00030	0.0030 ± 0.00030
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045
Datos de Campo proporcionados por el Cliente						
Cloro Residual	EW_OPERATIONS	mg/L	--	--	0.03 *	0.01 *
Conductividad	EW_OPERATIONS	µS/cm	--	--	310.0 *	170.0 *
Potencial de Hidrógeno	EW_OPERATIONS	pH	--	--	8.20 *	8.20 *
Temperatura	EW_OPERATIONS	°C	--	--	17.2 *	17.3 *


IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					MAP-0.03 VIVIENDA 1
FECHA DE MUESTREO					17/11/2023
HORA DE MUESTREO					10:30:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA AGUA POTABLE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	2.9 ± 0.20
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	33.7 ± 1.70
Aniones					
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	0.813 ± 0.12
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.108 ± 0.010
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00035 ± 0.000040
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0136 ± 0.0012
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
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	8.497 ± 0.85
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00305 ± 0.00076
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0233 ± 0.0021
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<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	0.1543 ± 0.012
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0061 ± 0.00050
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	3.620 ± 0.43
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00343 ± 0.00024
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	0.31 ± 0.020
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0009
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	14.66 * ± 1.76
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	6.854 ± 0.82
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	5.484 ± 0.60
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
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0013 ± 0.00020
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0031 ± 0.00030
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045
Datos de Campo proporcionados por el Cliente					
Cloro Residual	EW_OPERATIONS	mg/L	--	--	0.02 *
Conductividad	EW_OPERATIONS	µS/cm	--	--	140.0 *
Potencial de Hidrógeno	EW_OPERATIONS	pH	--	--	8.10 *
Temperatura	EW_OPERATIONS	°C	--	--	17.2 *

9.7.Resultados de laboratorio de los Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las 3 muestras del punto N°3 Vivienda 2.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					MAP-0.01 VIVIENDA 2	MAP-0.02-VIVIENDA 2
FECHA DE MUESTREO					17/11/2023	17/11/2023
HORA DE MUESTREO					11:00:00	11:00:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA	AGUA DE BEBIDA
					AGUA POTABLE	AGUA POTABLE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	3.9 ± 0.30	3.9 ± 0.30
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	35.2 ± 1.80	33.2 ± 1.70
Aniones						
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	<0.062	0.136 ± 0.020
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1	<1.1
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1	<1.1
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.135 ± 0.012	0.135 ± 0.012
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00070 ± 0.000080	0.00029 ± 0.000030
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0181 ± 0.0016	0.0175 ± 0.0016
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
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	9.885 ± 0.99	8.968 ± 0.90
Ceño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00010 ± 0.000010	0.00012 ± 0.000010
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	0.00099 ± 0.00025
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0003 ± 0.00010	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0243 ± 0.0022	0.0236 ± 0.0021
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
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	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.1448 ± 0.012	0.1476 ± 0.012
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0062 ± 0.00060	0.0056 ± 0.00050
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	3.127 ± 0.37	3.064 ± 0.37
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00518 ± 0.00036	0.00442 ± 0.00031
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	<0.00006	0.00008 ± 0.000020
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	0.0006 ± 0.00010	<0.0006
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	<0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	0.34 ± 0.030	0.33 ± 0.030
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0009	<0.0009
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	13.66 * ± 1.64	13.94 * ± 1.67
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	6.386 ± 0.77	6.517 ± 0.78
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	5.018 ± 0.55	4.769 ± 0.53
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio 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
Thorio 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	0.0012 ± 0.00020	0.0015 ± 0.00020
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
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	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026	<0.0026
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045
Datos de Campo proporcionados por el Cliente						
Cloro Residual	EW_OPERATIONS	mg/L	--	--	0.06 *	0.06 *
Conductividad	EW_OPERATIONS	µS/cm	--	--	240.0 *	140.0 *
Potencial de Hidrógeno	EW_OPERATIONS	pH	--	--	8.30 *	8.20 *
Temperatura	EW_OPERATIONS	°C	--	--	18.2 *	18.4 *

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					MAP-0.03 VIVIENDA 2
FECHA DE MUESTREO					17/11/2023
HORA DE MUESTREO					11:00:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA AGUA POTABLE
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Turbidez	EW_APHA2130B	NTU	0.1	0.2	6.9 ± 0.60
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	33.2 ± 1.70
Aniones					
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	0.108 ± 0.016
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.1
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.101 ± 0.0090
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00038 ± 0.000040
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0184 ± 0.0017
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
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	9.323 ± 0.93
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00007 ± 0.000010
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00061 ± 0.00015
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0239 ± 0.0022
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	<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	0.1483 ± 0.012
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0057 ± 0.00050
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	3.122 ± 0.37
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00552 ± 0.00039
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00008 ± 0.000020
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	0.35 ± 0.030
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0009
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	13.61 * ± 1.63
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	6.363 ± 0.76
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	4.985 ± 0.55
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
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ± 0.00020
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045
Datos de Campo proporcionados por el Cliente					
Cloro Residual	EW_OPERATIONS	mg/L	--	--	0.01 *
Conductividad	EW_OPERATIONS	µS/cm	--	--	160.0 *
Potencial de Hidrógeno	EW_OPERATIONS	pH	--	--	8.30 *
Temperatura	EW_OPERATIONS	°C	--	--	18.4 *

9.10. Cadena de custodia de los 3 puntos de muestreo



Laboratorio Callao
Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1
Teléfono: (01) 517 1800
E-mail: pe.laboratorios@sgs.com

Laboratorio Arequipa
Ernesto Guevara N° 278, Parque Industrial
Teléfono: (084) 213500
E-mail: arequipa@sgs.com

Laboratorio Cajamarca
Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio
Teléfono: (076) 367723
E-mail: jcajamarca@sgs.com

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA **Nº 354588**

DATOS DEL CLIENTE										Análisis requeridos / Preservaciones					TIPOS DE AGUA*						
Cliente: <u>Yelson Ochoa Salinas</u> Contacto: <u>Yelson Ochoa Salinas</u> Teléfono: <u>9910 84932</u> E-mail: <u>Yelson.O-32000@pmail.com</u> Proyecto: <u>Tanque de reacción TR-15</u> Lugar de Inspección: <u>Yelson Ochoa Salinas</u>										Cantidad de envases (Plástico / Vidrio)	Aniones	Coliformes fecales - E. coli	Dureza total	Metales totales	Turbidez	AGUA NATURAL		AGUA SALINA		AGUA DE PROCESO	
Muestreado por: <input type="checkbox"/> SGS <input checked="" type="checkbox"/> Cliente Frecuencia del Muestreo: <input type="checkbox"/> Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input checked="" type="checkbox"/> Especial		AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO		OBSERVACIONES																	
N° de CI: <u>3531GA1</u> N° de Pro-Acta: <u>256023 - 4560616</u> Fecha de Inicio: <u>17-11-23</u> Fecha de Finalización: <u>17-11-23</u> Hora de Inicio: <u>11:00</u> Hora de Finalización: <u>11:20</u>		AGUA RESIDUAL		AGUA DE TRATAMIENTO																	
N° de CI: <u>3531GA1</u> N° de Pro-Acta: <u>256023 - 4560616</u> Fecha de Inicio: <u>17-11-23</u> Fecha de Finalización: <u>17-11-23</u> Hora de Inicio: <u>11:00</u> Hora de Finalización: <u>11:20</u>		AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO		OBSERVACIONES																	
Ram	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/>	Altitud (metros)	Tipo de Agua*	Tipo de Muestra Simple Compuesto	Fecha	Hora	P	V												
	<u>MAR-0-02-Vivienda 2</u>	<u>12° 24' 05" S</u> <u>74° 33' 34" W</u>	<u>3280</u>	<u>P</u>	<u>X</u>	<u>17/11/23</u>	<u>11:00</u>	<u>15</u>		<u>X</u>	<u>X</u>										
										Muestra 1 PH: <u>8.3</u> EC: <u>240</u> T: <u>18.2°</u> TDS: <u>160</u> cloro <u>0.06</u>											
										Muestra 2 PH: <u>8.2</u> EC: <u>240</u> T: <u>18.4°</u> TDS: <u>100</u> cloro: <u>0.06</u>											
										Muestra 3 PH: <u>8.3</u> EC: <u>240</u> T: <u>18.4°</u> TDS: <u>80</u> cloro: <u>0.06</u>											
Inspector responsable: _____ Fecha: _____ Firma: _____ Representante del Cliente: <u>Yelson Ochoa Salinas</u> Firma: <u>[Firma]</u>										N° de Coolers: <u>1</u> N° de Frascos: <u>15</u> N° de Ice Pack's: _____		Fecha de Recepción de las Muestras: _____ Hora: _____ Responsable de la Recepción de las Muestras: _____ Firma: _____ Condiciones en que se recibieron las muestras: Refrigeradas <input type="checkbox"/> Preservadas <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación <input type="checkbox"/> N° de muestras rotas: _____ Otros (especifique): _____									

INS-R-165-EN/ES REV 10 F.A: Marzo 2022



Laboratorio Callao
Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1
Teléfono: (01) 517 1900
E-mail: pe.labambientales@sgs.com

Laboratorio Arequipa
Ernesto Gueither N° 275, Parque Industrial
Teléfono: (054) 213508
E-mail: are.parades@sgs.com

Laboratorio Cajamarca
Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio
Teléfono: (078) 367723
E-mail: jale.huarcaya@sgs.com

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA Nº 354586

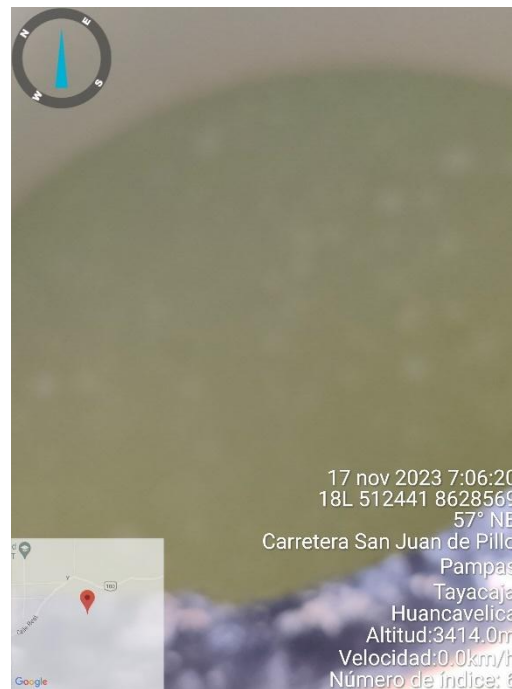
DATOS DEL CLIENTE										Análisis requeridos / Preservantes										TIPOS DE AGUA*																					
Cliente: <u>Yelson Ochoa Salinas</u> Contacto: <u>Yelson Ochoa Salinas</u> Teléfono: <u>991084932</u> E-mail: <u>Vento.052000@gmail.com</u> Proyecto: <u>Investigación tesis</u> Lugar de Inspección: <u>Yelson Ochoa Salinas</u>										Cantidad de envases (Plástico / Vidrio)										AGUA NATURAL ANS : Agua subterránea AN : Agua de lluvia ANA : Agua de manantial ALA : Agua de lluvia artificial AT : Agua termal ASA : AGUA SALINA AS : Agua superficial AR : Agua de mar ADR : Agua de río ARS : Agua salina ADL : Agua de lago / laguna SAL : Salmuera ADA : Agua de depósito atmosférico ARB : Agua de irrigación y riego (salina)																					
Muestreado por: SGS <input type="checkbox"/> Cliente <input checked="" type="checkbox"/>					Frecuencia del Monitoreo: Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input type="checkbox"/> Especial <input checked="" type="checkbox"/>																	AGUA DE PROCESO ACE : Agua de circulación e intercambio ACD : Agua de alimentación para calderas ACP : Agua de condensación ACPM : Agua de condensación múltiple AL : Agua de extracción AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO APF : Agua purificada APB : Agua de irrigación y riego (de proceso)																			
N° de OI: <u>3531086</u> N° de Pre-Acta: <u>1560615-1560616</u> Fecha de inicio: <u>17-11-23</u> Fecha de finalización: <u>17-11-23</u> Hora de inicio: <u>10:20 AM</u> Hora de finalización: <u>10:20 AM</u>										Aniones sulfuros fosfatos - E. coli Dureza total Metales totales Turbiedad										OBSERVACIONES Muestra 1: PH: 7.7 EC: 150 T°: 15.7° TDS: 90 cloro: 0.05 Muestra 2: PH: 8.3 EC: 430 T°: 15.8° TDS: 210 cloro: 0.04 Muestra 3: PH: 8.2 EC: 180 T°: 16.2° TDS: 90 cloro: 0.06																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Estación</th> <th>Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/></th> <th>Altitud (metros)</th> <th>Tipo de Agua*</th> <th>Tipo de Muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/></th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>P</th> <th>V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td><u>KAP-PIAP-001</u></td> <td><u>22° 24' 20" S 74° 53' 07" W</u></td> <td><u>3412</u></td> <td><u>P</u></td> <td><u>X</u></td> <td><u>17/11/23</u></td> <td><u>10:00</u></td> <td><u>15</u></td> <td><u>X</u></td> </tr> </tbody> </table>																						Item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/>	Altitud (metros)	Tipo de Agua*	Tipo de Muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/>	Fecha	Hora	P	V		<u>KAP-PIAP-001</u>	<u>22° 24' 20" S 74° 53' 07" W</u>	<u>3412</u>	<u>P</u>	<u>X</u>	<u>17/11/23</u>	<u>10:00</u>	<u>15</u>	<u>X</u>
Item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD 56 <input type="checkbox"/>	Altitud (metros)	Tipo de Agua*	Tipo de Muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/>	Fecha	Hora	P	V																																
	<u>KAP-PIAP-001</u>	<u>22° 24' 20" S 74° 53' 07" W</u>	<u>3412</u>	<u>P</u>	<u>X</u>	<u>17/11/23</u>	<u>10:00</u>	<u>15</u>	<u>X</u>																																

9.11. Panel fotográfico

Fotografía N° 1. Reservorio de agua para consumo humano del distrito de Ahuaycha



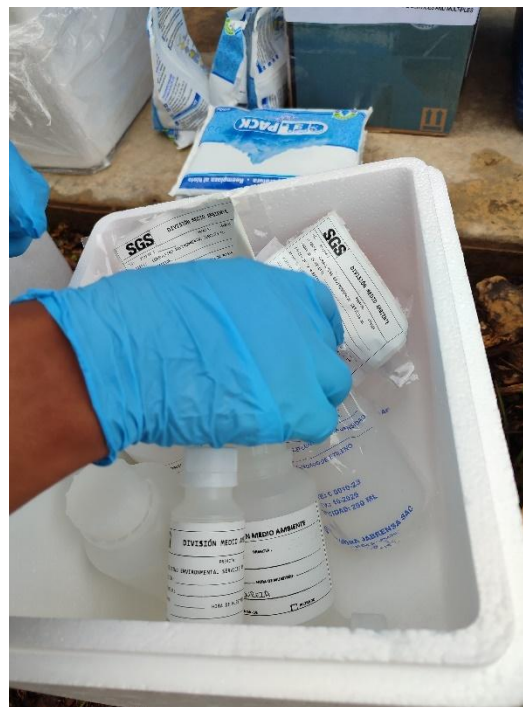
Fotografía N° 2. Cámara de contacto de cloro de la PTAP



Fotografía N° 3. Equipos para monitoreo en campo



Fotografía N° 4. Recipientes para la toma de muestras



Fotografía N° 5. Registro de datos de campo**Fotografía N° 6. Toma de muestras en el reservorio****Fotografía N° 7. Toma de muestras IN SITU**

Fotografía N° 8. Toma de muestra de la primera vivienda del sistema de abastecimiento de agua potable



Fotografía N° 9. Toma de muestra de la última vivienda del sistema de agua potable



