

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias

Escuela Profesional de Biología – Microbiología

Evaluación de la calidad de agua para consumo humano del distrito
de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna

TESIS

Presentada por:

Bach. Dayana Wendy Mamani Condori

Para optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

TACNA – PERÚ

2023

Acta de sustentación N° 409

En la ciudad de Tacna, en el auditorium de la Facultad de ciencias, de la Universidad Nacional de Jorge Basadre Grohmann, siendo las 10:30 horas del día 29 de enero del 2024, estando presente el jurado calificados nominado por Resolución de Facultad N° 10758-2024-FACI-UN/JBG, conformado por los siguientes docentes:

Dr. César Cáceda Quiroz	Presidente
Dra. Angela Choque Miranda	Secretaria
MSc. Luis Lloja Lozano	Vocal

Acto seguido, se dio lectura a la Resolución correspondiente y del mismo modo se dio lectura al Artículo 22 del Reglamento de Grados y títulos de la Facultad de Ciencias.


Acto seguido, el presidente del jurado instó a la Bachiller: Dayana Wendy Mamani Condori, a exponer la tesis titulada: Evaluación de la calidad de agua para consumo humano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna, para optar el Título Profesional de Biólogo Microbiólogo.

Siendo las 11:10 horas, la tesista concluye su exposición, luego se procedió a la formulación de las preguntas por parte de los miembros del jurado calificador. Terminando este proceso, se invitó a que los miembros del jurado emitan su calificación dio el siguiente resultado: Aprobado por unanimidad, con el calificativo de Quince (15), de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

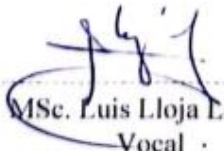
Siendo las 11:30 horas, se dio por concluido el acto de sustentación de la tesis, firmando los señores miembros del jurado calificador, en señal de conformidad.



Dr. César Cáceda Quiroz
Presidente



Dra. Angela Choque Miranda
Secretaria



MSc. Luis Lloja Lozano
Vocal


CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Luis Lloja Lozano en calidad de asesor acreditado por la RESOLUCIÓN DE FACULTAD N° 10376-2022-FACI-UN/JBG, en relación con la tesis titulada: Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna, presentada por la Bachiller Dayana Wendy Mamani Condori, como parte de los requisitos para obtener el Título profesional de Biólogo Microbiólogo.

Después de haber seguido las pautas establecidas en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, y tras realizar una revisión exhaustiva utilizando el software de similitud textual TURNITIN, se ha determinado que el nivel de similitud es del 9%, dentro del rango permitido.

Por lo tanto, certifico que el grado de similitud de la tesis es conforme con los estándares permitidos, lo que permite continuar con los procedimientos necesarios para su publicación en el repositorio institucional.

Este certificado se emite con el propósito de facilitar la continuación de los trámites para la obtención del Título profesional.



Firma de asesor
MSc. Luis Lloja Lozano
e

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y por haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Martina Condori Ramos y Julián Mamani Mamani, quienes con su esfuerzo y amor me han permitido cumplir un sueño más, agradecerles por inculcarme el ejemplo de perseverancia y valentía frente a las adversidades.

A mi hermano Eyneer Kenedy Mamani Condori por su apoyo moral y motivación para continuar adelante y ser partícipe de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la fortaleza durante todo el camino, a mis padres y hermano por la motivación constante todos aquellos que fueron un apoyo en el transcurso de mi etapa formativa.

Al Abg. Walther Salluca Feliciano, por creer en mí y darme la confianza con cada palabra de motivación para seguir adelante y cumplir con mis objetivos a pesar de las adversidades.

A la Blga. Karen Suhelen Yana Añamuro, por despertar el interés en el tema de calidad de agua para consumo humano. Gran amiga y ser humano.

Al M.Sc. Luis Lloja Lozano, por su apoyo durante el desarrollo y culminación de la presente tesis

RESUMEN

El estudio tuvo como finalidad “Determinar la calidad de agua para consumo humano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna.”

La metodología con la que se desarrolló fue de nivel descriptivo, diseño no experimental y enfoque cuantitativo, con una población y muestra que se integró por muestras de agua cruda del canal Irabalaco, el cual tiene licencia para uso poblacional de 11,09 l/s. La técnica empleada fue la observación y el análisis documental.

Se determinó que en las muestras de agua de consumo humano de la provincia de Tarata los resultados de los parámetros fisicoquímicos y de los parámetros microbiológico se encuentran dentro del límite máximo permisible y parámetros de metales se identificó que el Arsénico transgrede lo premisible, según el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, llegando a la conclusión de que el agua para consumo humano en la provincia de Tarata no es apta para el consumo de la población, debido a que uno de los parámetros trasgrede los Límites Máximo Permisible (LMP).

Palabras clave: agua, calidad, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

The purpose of the study was to “Determine the quality of water for human consumption in the district of Tarata, province of Tarata, department of Tacna.”

The methodology with which it was developed was type, descriptive level, non-experimental design and quantitative approach, with a population and sample that will be made up of raw water samples from the Irabalaco irrigation canal, which is licensed for population use of 11 .09 l/s. The technique used was observation and documentary analysis.

It was determined that in human consumption water samples of the province of Tarata the results of the physicochemical parameters, microbiological parameters they are within the Maximum Permissible Limits (LMP) and total metal parameters it was identified that Arsenic transgresses the LMP. According to the regulation of water quality of human consumption D.S. N° 031-2010- SA, reaching the conclusion that water of human consumption in the province of Tarata it is not suitable for population consumption because one of the parameters transgresses the maximum permissible limits.

Keywords: water, quality, physicochemical parameters.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Enunciado del problema.....	13
1.2. Hipótesis.....	14
1.3. Objetivo.....	14
1.4. Antecedentes.....	14
1.5. Fundamento teórico.....	22
1.6. Variable y operacionalización.....	32
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
2.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación.....	33
2.2. Población.....	33

2.3. Muestra.....	34
2.4. Procesamiento y Análisis de Datos	37
III. RESULTADOS	38
DISCUSIÓN.....	45
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de Operacionalización.....	32
Tabla 2 Procesamiento de las muestras	37
Tabla 3 Parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del distrito de Tarata.	38
Tabla 4 Parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del distrito de Tarata.	40
Tabla 5 Parámetros de metales en el agua para consumo humano del distrito de Tarata...	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del distrito de Tarata.	38
Figura 2 Parámetros de metales en el agua para consumo humano del distrito de Tarata .	41

I. INTRODUCCIÓN

El suministro de agua potable y segura es esencial para el bienestar humano y el desarrollo sostenible. La calidad del agua destinada al consumo humano es un aspecto crítico que afecta directamente la salud de la población. En este contexto, el presente estudio se enfoca en determinar la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Tarata, ubicado en la provincia de Tarata, en el departamento de Tacna.

Este estudio busca llenar un vacío en la investigación actual al evaluar de manera exhaustiva la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Tarata. Los resultados obtenidos tendrán implicaciones significativas para la toma de decisiones en salud pública y podrían contribuir a la implementación de medidas efectivas para garantizar el suministro de agua potable y segura a la población local.

Asimismo, el desarrollo se dio en base a la siguiente estructura:

En primer lugar se plasmó la introducción, el problema, hipótesis, objetivos, antecedentes y las variables, así como la operacionalización de estas.

Luego, se describieron los métodos y materiales empleados, tal como el tipo, nivel y diseño del estudio, población y muestra.

Finalmente se plasmaron los resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones.

1.1. Enunciado del problema

El crecimiento de la población de Tarata, ha ejercido una presión significativa sobre el suministro de agua local, cabe mencionar que la infraestructura existente es inadecuada para atender la demanda actual, dejando insatisfecha a la población. El sistema de suministro de agua se ve aún más comprometido por el deterioro de la infraestructura y la tecnología de desinfección obsoleta, lo que pone a los usuarios en peligro de comprometer la calidad del agua. La estructura de hormigón armado, construida entre dos canales pertenecientes a las Comisiones de Irrigación de Yunga y Lupaja, habría sido construida alrededor de 2008.

La ausencia de un sistema de medición y regulación del flujo de agua y un sistema de captación obstruido son problemas estructurales notables se debe tener en cuenta que una pendiente deficiente provoca acumulación de arena en el desarenador, mientras que la falta de un sistema de molienda de sólidos dificulta la conducción de agua cruda, no encontrándose la única falencia, cabe mencionar que el sistema de captación también carece de una cerca perimetral, lo que lo expone a la proliferación de vegetación y posible contaminación fecal del ganado cercano. Todos estos factores impactan negativamente en la potabilidad del agua.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) cada año, el agua potable contaminada cobra la vida de 485,000 personas debido a enfermedades diarreicas. El arsénico, el fluoruro y los nitratos se encuentran entre los peligros químicos más importantes presentes en este tipo de agua. Sin embargo, la creciente presencia de nuevos contaminantes como pesticidas, productos farmacéuticos, microplásticos y sustancias de perfluoroalquilo y polifluoroalquilo (PFAS) está causando inquietud pública. El acceso al agua potable es crucial para la salud pública, ya sea que se utilice para recreación, producción de alimentos, fines domésticos o para beber. Mejorar el suministro, el saneamiento y la gestión del agua también puede ayudar a estimular el desarrollo financiero y disminuir al ras los niveles de escasez en las naciones. El impacto del agua en la salud humana no puede exagerarse. El hecho de que promueva o dificulte la propagación de agentes causantes de

enfermedades depende completamente de su calidad. Como tal, el acceso al agua potable limpia es un determinante clave de la salud pública.

¿Cómo es la calidad de agua para consumo humano en el distrito de Tarata, Provincia de Tarata, departamento de Tacna?

1.2. Hipótesis

La calidad del agua para consumo humano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna, no es apta para consumo humano.

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo general

Determinar la calidad de agua para consumo humano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna.

Determinar los parámetros de coliformes totales y termotolerantes del agua para consumo humano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna.

Determinar los parámetros de metales en el agua para consumo humano del distrito de Tarata, provincia de Tarata, departamento de Tacna.

1.4. Antecedentes

Los antecedentes de la presente investigación giran en torno a la evaluación del análisis del agua para consumo humano en el ámbito nacional e internacional y local, los cuales se tomaron en consideración y se citará a continuación:

1.4.1. Antecedentes internacionales

Santos (2020), en su trabajo: Evaluación de calidad físico – química y biológica del agua potable de la ciudadela San Miguel, Canton Montalvo – Provincia de los Rios, tuvo como objetivo garantizar la seguridad del agua potable para consumo humano en la ciudadela San Miguel del cantón Montalvo quien realizó una evaluación exhaustiva. El análisis incluyó parámetros físicos, químicos y biológicos, y se recomendaron medidas de prevención y control con base en los hallazgos dentro de las cuales se recogieron un total de 12 pruebas de grifos conectados a la red de repartición de agua bebible de Montalvo, y para el estudio de las muestras se manejaron métodos de colorimetría e inoculación con placa Petri-film para contrastar la calidad del agua se utilizó el Índice de Riesgo para la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCACH) y la normatividad ambiental vigente. Como resultado se demostró que el agua potable de la Ciudadela San Miguel Montalvo supera los límites aceptables establecidos por la norma INEN 1108 y normas de calidad ambiental (TULSMA) para cinco parámetros químicos analizados mediante técnicas colorimétricas. De estos parámetros, el cromo y el fluoruro fueron los más preocupantes, ya que se excedieron en la mayoría de las muestras. Sin embargo, el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) arrojó que beber agua de la ciudadela de San Miguel en el cantón Montalvo presenta un riesgo bajo en promedio y monitorear regularmente la calidad del agua potable.

Cobeña (2020), en su trabajo: Estudio de los factores que afectan la calidad del agua de la planta de tratamiento ubicada en “La Palmas”, para consumo humano de la población del cantón Mocache, provincia de los Ríos y la vulnerabilidad frente al Cambio Climático, en el período 2019, tuvo como objetivo principal exponer la problemática de la falta de control exhaustivo de este informe examina la calidad del agua suministrada por la planta de tratamiento Las Palmas en el cantón Mocache perteneciente a la provincia de Los Ríos en el país de Ecuador, teniendo como objetivo descubrir los factores que dificultan el control de calidad y, al mismo tiempo, proporcionar información sobre la cobertura del suministro de agua en el área. La metodología se basó en datos reales y fuentes para respaldar la información presentada. El informe incluyó estadísticas actualizadas y cifras de estudios

anteriores, que revelaron que la calidad del agua para consumo humano no cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108. Factores como aspectos administrativos, económicos y de recursos humanos limitaron la adquisición de materiales para llevar a cabo análisis de agua e impidió la implementación de un laboratorio acreditado por SAE. Las muestras de agua anteriores indicaron que los organoclorados superaron los estándares de regulación para el consumo humano. Aunque la cobertura total de abastecimiento de agua ha aumentado de 2009 a 2018, una parte considerable de la población aún carece de acceso a agua potable segura por lo que muchos se vieron obligados a comprar agua embotellada o quedan vulnerables por falta de recursos económicos. Se recomienda tomar medidas para mejorar la calidad del agua y asegurar el acceso a toda la población.

Betancourt (2019), en su trabajo: Análisis de calidad de agua en Colombia a partir del Irca obtenido para diferentes casos de estudio, tuvo como objetivo principal realizar una evaluación integral de la calidad del agua potable disponible en Colombia para el año 2016. En el estudio se utilizó varias herramientas analíticas y fuentes de datos para identificar los niveles de riesgo en diferentes municipios del país en el que se presentaron propuestas de medidas para mejorar la calidad del agua en áreas donde no es apta para el consumo humano. La metodología empleada para este proyecto implicó la obtención de información de múltiples fuentes, incluyendo el Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Sistema Único de Información (SUI) y plataforma WEB SIVICAP, el estudio se centró en cuatro estudios de casos con diferentes niveles de riesgo, y los datos obtenidos se analizaron en todas las plataformas e informes descritos anteriormente. Además, el proyecto revisó la normativa internacional para optimizar el monitoreo de la calidad del agua para consumo humano, finalmente concluyó que la calidad del agua potable en Colombia en el año 2016 presentó diferentes niveles de riesgo en los municipios de todo el país. Los datos recuperados de la plataforma SIVICAP WEB proporcionaron la información más coherente y relevante dentro del análisis. Se encontró que ciertas agencias de monitoreo y control tenían deficiencias, lo que provocó que se sugirieran remedios para mejorar la calidad del agua en áreas donde no cumple con los estándares de consumo humano. La

inadecuada calidad del agua en ciertas regiones de Colombia genera riesgos para la salud de la población, por lo que es imperativo implementar medidas encaminadas a reducir el número de municipios cuya calidad del agua no alcanza los requerimientos físicos mínimos.

Cabarcas y Medina (2019), en su trabajo titulado: Evaluación del índice de calidad del agua para consumo humano en el Departamento del atlántico, Colombia. El objetivo principal de este estudio fue evaluar la aptitud del agua para el consumo humano en el departamento del Atlántico. Para lograr esto, se recolectaron muestras de los veintitrés municipios de la región y se evaluaron varios parámetros físicos, químicos y microbiológicos para establecer un Índice de Riesgo de la Calidad del Agua. Los datos de las muestras recolectadas fueron georreferenciados para facilitar la creación de mapas de riesgo y ofrecer recomendaciones para áreas donde la calidad del agua podría presentar riesgos para la salud. La metodología implicó seguir la Resolución 0811 de 2008 y recolectaron tres muestras de cada municipio. Se analizaron parámetros críticos en las muestras, considerándose un total de dieciocho parámetros. Posteriormente, se calculó el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua de cada municipio y los resultados georreferenciados se plasmaron en un mapa de riesgo mediante el programa ArcGIS. En general, el estudio reveló que la calidad del agua en varios municipios del departamento del Atlántico fue insatisfactoria para el consumo humano tanto en 2016 como en 2018, aunque hubo una mejora notable en 2018 en comparación con el año anterior. El avance en la mejora de la calidad del agua potable estuvo directamente relacionado con la implementación de procedimientos de mantenimiento por parte de la empresa de tratamiento y distribución de agua. Esto estaba de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007, que también incluía la identificación de peligros potenciales para la salud en ciertas áreas. Utilizando el software ArcGIS, se elaboró un mapa de riesgos para resaltar las áreas dentro de la región que se consideraron seguras para el consumo de agua potable.

1.4.2. Antecedentes nacionales

Suarez et al (2021), en su trabajo Calidad de agua y nivel de satisfacción en la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Agraria de la selva. El estudio

llevado a cabo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Huánuco, Perú, entre julio de 2019 y enero de 2020, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del sistema de abastecimiento y medir el nivel de satisfacción de la comunidad universitaria participante. Se evaluó el Índice de Calidad del Agua (ICA) de las quebradas Cochero, Córdova y Naranjal durante las temporadas de estiaje y avenida, conforme a las normativas del ECAs y del LMP, clasificando su calidad como "Buena" para el consumo humano. Un 35.50% de los encuestados expresaron insatisfacción con la calidad del agua proveniente de las quebradas, mientras que un 16.02% manifestaron estar satisfechos con ella. Respecto al sistema de abastecimiento, un 42.42% mostraron insatisfacción con su cuidado, mientras que un 3.90% estuvieron totalmente satisfechos con el mantenimiento. Se concluyó que el agua de las quebradas Cochero, Córdova y Naranjal es adecuada para el consumo humano. Además, se observó una correlación media positiva entre la satisfacción de la comunidad universitaria y la calidad del agua, indicando que no hay una asociación estadística entre ambas variables.

Merino y Areche (2021), en su trabajo Caracterización de fuentes de agua para consumo humano de los centros poblados del Distrito de Acoria, provincia de Huancavelica; tuvieron como objetivo analizar las propiedades químicas, físicas y microbiológicas de las fuentes de agua destinadas al consumo humano. La muestra de la investigación fueron 18 fuentes de agua en 10 distritos del distrito de Acoria. Utilizaron métodos descriptivos para obtener los objetivos específicos del estudio, mientras que la recolección y el análisis de datos se apegaron a los protocolos de monitoreo ambiental y la legislación pertinente. Los resultados indicaron que algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las fuentes de agua superaron los límites establecidos para el ECA Categoría 1: Población y Recreación, Subcategoría A, A1. La investigación identificó que la Dureza Total de la fuente de agua de Alalapuquio en el centro Alhuara, por ejemplo, excedía el límite establecido. De igual forma, el ECA de sulfatos para la fuente de agua Yaulipuquio del municipio Alhuara superó los parámetros químicos evaluados. El análisis también descubrió que el ECA para coliformes totales en varias fuentes de agua, incluidas Llocllapata y Accopuquio en las ciudades de Yañacc y Ayaccocha, respectivamente, estaban por

encima de los niveles recomendados. En particular, las fuentes de agua de Huayllaccasa y Alalacpuquio en los centros de las ciudades de Ccasipata y Alhuara, respectivamente, han informado niveles de *Escherichia coli* por debajo del recuento permisible. Por otro lado, Paltamachay 1, Paltamachay 2, Paltamachay 3 en la localidad de Motoy, la fuente de agua Caquihuaycco en la ciudad de Muquecc Bajo, y las fuentes de agua Alalacpuquio y Amaru en la zona urbana de Pallalla habían superado el límite de formas parásitas.

Pérez y Valenzuela (2021), en el trabajo titulado: Determinación de la calidad de agua para el consumo humano en el sistema de potabilización del caserío de Ventanillas – distrito de Magdalena – Cajamarca. El agua es un recurso indispensable para la supervivencia humana, ya que satisface necesidades básicas como la alimentación, el saneamiento y la salud en general por lo que la investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua para uso humano en la planta de tratamiento del Distrito Caserío en Ventanillas del Magdalena – Cajamarca, por lo que se realizaron una evaluación exhaustiva de los subsistemas de suministro de agua, incluidas las etapas de toma, depósito y distribución. Se realizaron varias pruebas y se enviaron muestras a múltiples laboratorios, incluida la Universidad del Norte, la Dirección Regional de Salud y el Laboratorio Regional de Agua para su análisis. Los resultados fueron comparados con los estándares de calidad ambiental establecidos en el Decreto N° 004-2017 del Ministerio del Ambiente y los estándares de calidad del agua para consumo humano establecidos en el Decreto N° 031-2010 SA del Ministerio de Salud. A pesar de cumplir con los estándares de purificación requeridos, la presencia de coliformes termotolerantes superó los límites máximos permisibles para uso humano, lo que lo hizo inseguro.

Torres (2020) en su trabajo titulado: Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor – Moyobamba. La investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua para consumo humano en la zona densamente poblada de Pomalca del distrito de Soritor-Moyobamba. Durante un período de cuatro meses, el estudio analizó la dispersión de elementos fisicoquímicos y la biología del agua en tres puntos. Se tomaron muestras de agua de la salida del embalse, la primera y última red domiciliaria de octubre a

enero. La evaluación incluyó parámetros como cloro residual, turbidez, coliformes termotolerantes, coliformes totales, *Escherichia coli* y bacterias heterótrofas. El coeficiente de determinación fue un método eficaz para medir los cambios de turbidez. Los resultados mostraron que durante los primeros tres meses, los niveles de turbidez, cloro residual, bacterias heterótrofas, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* superaron los límites máximos permitidos para el consumo humano. Sin embargo, después de la cloración en el cuarto mes, todos los parámetros cumplieron con los límites máximos. El análisis de dispersión pudo predecir con precisión las fluctuaciones de turbidez causadas por patrones de lluvia variables, pero es necesario un monitoreo constante de la calidad del agua para garantizar agua potable segura para el consumo humano.

1.4.3. Antecedentes locales

Espinoza (2022), en su trabajo titulado, Control de calidad del tratamiento y distribución de agua potable para consumo humano en el distrito de Calana – Tacna. Este informe detalla la permanencia de la Oficina de Prestación de Servicios de Saneamiento (OPSS) de la Municipalidad Distrital de Calana. El objetivo del proyecto Servicios de Saneamiento fue supervisar y regular de forma eficaz todo el ciclo de gestión del agua, desde su captación y potabilización hasta su almacenamiento y distribución. La Oficina de Prestación de Servicios de Saneamiento tuvo el compromiso de brindar servicios de agua y saneamiento en todo el distrito, para lograr este objetivo, la oficina diseñó estrategias, sincronizar, implementar y monitorear la recolección de agua desde la fuente, la purificación y distribución del agua, así como la gestión de aguas residuales, su trabajo es garantizar el acceso al agua potable para todos. El río Caplina es la principal fuente de agua para el servicio de saneamiento del Valle de Tacna, fluyendo a través de la infraestructura de canales correspondiente en los distintos atributos del río son bien conocidos debido a los altos niveles de sulfatos, cobre y otros metales, la fuente de agua en cuestión mostró características de pH ácido. Además, el caudal de agua es mínimo, con un promedio de 0,650 m³/s. La presente investigación reveló que los niveles de pH, turbidez y cloro residual superan los Límites Máximos Permisibles de calidad organoléptica, según lo establece el Anexo II del Decreto Supremo N° 031-2010-SA

- Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano. En cuanto a los parámetros relacionados con Coliformes Totales y Coliformes termotolerantes, se requiere mayor análisis, ya que son microorganismos capaces de soportar altas temperaturas, este organismo se ha adaptado para ajustarse a los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Anexo I, en cuanto a parámetros microbiológicos, la regulación de la calidad del agua para consumo humano se encuentra contenida en el documento oficial DS N° 031-2010-SA.

Dueñas y Moreno (2021), en su trabajo titulado: Evaluación hidrogeoquímica y de calidad de aguas, de la parte alta de la cuenca del río Sama – Tacna, para identificar fuentes de consumo humano. Este estudio se llevó a cabo en la región alta de la cuenca del río Sama, situada en el departamento de Tacna. Su objetivo principal fue realizar una evaluación hidrogeológica e hidroquímica para identificar fuentes de agua subterránea que pudieran ser utilizadas tanto para consumo humano como agrícola en la zona. De esta manera, se buscaba ofrecer alternativas para abordar la preocupación de los habitantes respecto a la disponibilidad de agua. La región alta de la cuenca del río Sama incluye las subcuencas Alto Sama y Salado, con una extensión aproximada de 1209.55 km². Sus coordenadas geográficas oscilan entre los paralelos 17°12' y 17°36' de Latitud Sur y los meridianos 69°50' y 70°16' de Longitud Oeste. Esta área alcanza alturas máximas de 5350 m.s.n.m., con una precipitación media anual de 200 mm, y se encuentra en el dominio morfoestructural de la Cordillera Occidental. El estudio formo parte de los proyectos de investigación del Programa de Hidrogeología del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), y presenta una caracterización hidrogeológica de las diversas formaciones geológicas mediante el mapeo geológico y estructural de la región, el inventario de fuentes y datos de permeabilidad.

Mamani y Chambilla (2019), en su trabajo: Análisis fisicoquímico y biológico del agua para consumo humano en el distrito de Huanuara. Los ríos que fluyen a través de las tres cuencas de la región de Tacna, Locumba, Sama y Caplina, mostraron variaciones en los niveles de contaminación natural, especialmente en arsénico, hierro y boro. Este estudio tuvo como objetivo determinar la concentración fisicoquímica y

microbiológica de la cuenca del río Locumba, específicamente en el área de captación del río Callazas, conocido como río Coranchay aguas abajo, en el distrito de Huanuara, provincia de Candarave y departamento de Tacna. Las aguas en la parte alta de la cuenca no mostraron signos de contaminación natural y se consideraron de buena calidad. La contaminación se concentró más abajo, donde se detectaron niveles elevados de arsénico y boro. Fue evidente que cualquier fuente de agua en las partes bajas, como los manantiales, se alimentó de filtraciones desde zonas más altas. Los análisis realizados confirman la presencia de arsénico (0,5 ppm) y boro (3 ppm) en niveles moderados, en promedio.

Quenta (2019), en su trabajo titulado, Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del agua de mesa embotellada que se expenden en la ciudad de Tacna, planteó como objetivo evaluar los aspectos sensoriales, microbiológicos y fisicoquímicos del agua de mesa embotellada en la ciudad de Tacna, para lograr esto, empleó un diseño experimental aleatorio, que constaba de siete tratamientos de varias marcas de agua embotellada y repeticiones según el tipo de medición. Después del análisis, descubrió que la mayoría de las características fisicoquímicas estaban en línea con las regulaciones nacionales, mientras que una muestra tenía un pH fuera del rango aceptable, en cuanto a los parámetros microbiológicos no estaban a la altura de los estándares para bacterias heterótrofas en dos muestras, pero todas cumplieron con los requisitos para coliformes y Pseudomonas. En cuanto a las características sensoriales, el sabor fue el único factor que mostró diferencias en aceptabilidad, pero no en color.

1.5. Fundamento teórico

Calidad de agua para consumo humano

Numerosos factores influyen en la calidad del agua, incluido el uso de la tierra, la producción industrial y agrícola, los procesos de tratamiento antes de ser liberada a las fuentes de agua y la cantidad de agua presente en ríos y lagos, que en última instancia determina su capacidad de purificación. Sorprendentemente, menos del 10% del agua utilizada en los países en desarrollo se trata, lo que da como resultado que una gran mayoría del líquido se vierte en ríos, lagos o mares, lo que en última

instancia conduce a la contaminación y sus consecuencias asociadas. El problema de menor accesibilidad al agua no se refleja plenamente en las estimaciones de disponibilidad de agua. Dado el terrible estado de la calidad del agua en muchas partes del mundo, está claro que existe una necesidad apremiante de recursos que aborden este problema. (Torres y Coronación, 2021).

El 23 de abril de 2021, se emitió la Resolución Ministerial N° 451-2021/MINSA, mediante la cual se dio aprobación a la Directiva Sanitaria N° 132-MINSA/2021/DIGESA. Esta directiva tiene como objetivo establecer las pautas para llevar a cabo la vigilancia de la calidad del agua destinada al consumo humano en las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPRESS). El contenido completo de esta directiva se encuentra incluido en forma de anexo en la mencionada Resolución Ministerial. Según (El Peruano, 2021).

El tema de la calidad del agua a escala global está adquiriendo progresivamente mayor importancia debido a la creciente población y el aumento de las actividades humanas en todo el mundo, combinados con los efectos potenciales del cambio climático, el ciclo hidrológico del agua está en riesgo. Nuestro planeta está cubierto principalmente de agua, con un asombroso 70% de su superficie compuesta por este elemento que sustenta la vida. Sin embargo, sólo una pequeña fracción de esta es agua dulce, representando sólo el 2,5% de la cantidad total. De esta cantidad, el 70% está encerrado en glaciares congelados, dejando la porción restante disponible para su uso en diversas formas. Como resultado de las alteraciones en nuestro entorno, la disponibilidad de recursos líquidos ha disminuido. (Burillo, 2022).

Dimensión 1: Parámetros fisicoquímicos

El grado de absorción de oxígeno disuelto, sujeto a circunstancias predeterminadas, es indicativo del grado de oxidación de la materia orgánica biodegradable en el agua.

Indicador: Sólidos disueltos totales

La medida de materia disuelta en el agua se denomina sólidos disueltos o salinidad total. Este valor puede tener múltiples fuentes tanto en

aguas superficiales como subterráneas. El límite máximo aceptable para el agua potable se fija en 500 ppm, un dato único. El hecho de no verse solo no resulta adecuado para evaluar la pureza del agua. La ósmosis inversa se destaca como uno de los procedimientos empleados para su purificación, entre diversas alternativas. Además, la cantidad de sólidos totales abarca tanto las partículas disueltas como aquellas en suspensión. (Burillo, 2022)

Indicador: Color

El color del agua es el resultado de la presencia de sustancias pigmentadas suspendidas en ella o disueltas en ella. Estas sustancias pueden incluir materia orgánica que ha surgido de la descomposición de la vida vegetal, junto con una variedad de otros materiales y compuestos. Los cuerpos de agua suelen contener metabolitos orgánicos de forma natural. Además, cuando hay sales solubles de Fe y Mn presentes en aguas subterráneas y superficiales poco oxigenadas, se puede producir una coloración distinta en el agua. (Burillo, 2022)

Indicador: Turbiedad

Cuando la luz se ve obstaculizada, en lugar de transmitida, se debe a una propiedad óptica conocida como turbidez. Este fenómeno es causado por sólidos en suspensión, que principalmente dispersan la luz que atraviesa un líquido. La cantidad de luz dispersa aumenta con mayores niveles de turbidez. Si bien no es un indicador definitivo de un contaminante específico, la turbidez ofrece información útil sobre el nivel general de contaminación de la muestra de agua. (Hanna, 2019)

Indicador: Conductividad

La capacidad de una solución acuosa para conducir electricidad se mide por su conductividad o conductancia específica. Esta capacidad aumenta cuando la solución contiene electrolitos. (Carbotecnia, 2021)

Indicador: Temperatura

La medición de la temperatura del agua se logra al observar cómo las capas superficiales del agua absorben radiación. Cualquier variación de temperatura puede tener un impacto en la solubilidad de las sales y los gases

en agua. En general, los cambios de temperatura pueden afectar todas las propiedades del agua, abarcando aspectos químicos y microbiológicos. (Torres & Coronación, 2021)

Indicador: pH

El pH es una medida empleada para evaluar el grado de acidez o alcalinidad del agua, el cual se deriva al tomar el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno presentes. El agua que tiene un valor de pH de 7,0 a 25 °C se considera neutra, y esto se observa comúnmente en el agua pura. Sin embargo, diversos factores como el agua de lluvia, que contiene dióxido de carbono de la atmósfera, o los metales de las tuberías dificultan que el agua destinada al consumo humano alcance este valor. Como resultado, el agua puede poseer una propiedad ligeramente ácida. (Aconsa, 2021)

Indicador: Dureza

Las sales de calcio y magnesio, particularmente el cloruro y el sulfato, son los principales responsables de la dureza del agua. Sin embargo, la presencia de carbonato y bicarbonato de calcio y magnesio también puede causar dureza temporal. (Aconsa, 2021)

Indicador: Alcalinidad

La capacidad del agua para contrarrestar la acidez se denomina alcalinidad. La alcalinidad denota la presencia de hidróxidos (OH^-), bicarbonatos (HCO_3^-) y carbonatos (CO_3^{2-}) en el agua, y se mide en mg/L (ppm) de carbonato de calcio (CaCO_3). Esta propiedad del agua, a veces denominada capacidad amortiguadora del agua, la hace resistente a las alteraciones del pH cuando se agrega ácido.

Indicador: Sulfatos

Debido a su naturaleza soluble en agua, los sulfatos se encuentran frecuentemente en la naturaleza en forma de sales y, por lo tanto, están ampliamente distribuidos, están presentes en cuerpos de agua naturales en concentraciones variables. Estos sulfatos son principalmente el resultado de la disolución de las tizas que se encuentran en el suelo y en las aguas

subterráneas. Varios minerales como la epsomita, la barita y la tiza los contienen de forma natural. Además, la industria química los emplea en la creación de fertilizantes, pesticidas, tintes, jabón, papel, vidrio, medicamentos y otros productos. (Burillo, 2022)

Indicador: Cloro residual libre

El cloro se presenta como un poderoso agente bactericida y viricida en la mayoría de los casos, mostrando una eficacia notable. Además, posee la ventaja de proporcionar un efecto residual que perdura en el tiempo. Esta característica es fácilmente cuantificable y controlable. La presencia de cloro residual en el agua desinfectada desempeña un papel crucial al resguardarla de posibles contaminaciones bacterianas. Importante destacar que las concentraciones de cloro utilizadas para la desinfección son completamente seguras para los organismos vivos presentes en el agua, asegurando su inocuidad. (Burillo, 2022)

Indicador: Magnesio

El magnesio es un elemento que suele estar presente en el agua potable, aunque en concentraciones variables dependiendo de la fuente de agua y de las condiciones geológicas locales. En su forma disuelta, el magnesio puede provenir de diversos minerales presentes en el suelo y las rocas a través de los cuales el agua se filtra. Su presencia en el agua potable puede tener beneficios para la salud, ya que el magnesio es un mineral importante para diversas funciones del cuerpo humano, incluyendo la salud ósea, la función muscular y nerviosa, y la regulación de la presión arterial. Sin embargo, concentraciones excesivamente altas de magnesio en el agua potable pueden causar un sabor desagradable y tener efectos laxantes. Por lo tanto, es importante monitorear y controlar los niveles de magnesio en el agua potable para garantizar su seguridad y calidad.

Dimensión 2: Parámetros microbiológicos

Para garantizar el consumo humano seguro, el agua se somete a un análisis riguroso para detectar microorganismos que puedan representar una amenaza para la salud o indicar contaminación. Este procedimiento actúa como una medida de gestión de riesgos, permitiendo que los sistemas de control de seguridad alimentaria evalúen la seguridad de sus productos. Al evaluar los resultados del muestreo y análisis microbiano, se pueden tomar las medidas necesarias para garantizar la aceptabilidad del producto y la seguridad del proceso.

Indicador: Coliformes totales

Es posible hallar estas especies en las deposiciones y en entornos como agua con altos niveles de nutrientes, tierra y materia vegetal en proceso de descomposición. Sin embargo, hay algunas variedades que raramente se encuentran en las heces, prefiriendo en su lugar reproducirse en medios acuáticos (Burillo, 2022).

Indicador: Coliformes termotolerantes

Se trata de un conjunto de las bacterias que tienen la capacidad de tolerar temperaturas altas que se encuentra en grandes cantidades en el intestino y las deposiciones de seres humanos y animales. Su aparición señala que el agua de pozo está contaminada con heces o con residuos de aguas residuales, que tienen el potencial de causar enfermedades (Burillo, 2022).

Dimensión 3: Parámetros de metales

Los metales, un grupo denso y tóxico de elementos químicos, representan un peligro incluso en pequeñas cantidades, donde se incluyen mercurio, aluminio, cadmio, cobre, plomo, manganeso, arsénico y cromo. Como partes naturales de la corteza terrestre, no pueden degradarse ni eliminarse. Los seres vivos adquieren metales tanto de plantas como de animales, incorporándolos en cantidades modestas a través de su dieta, suministro de agua y exposición al aire. Algunos de estos elementos son vitales para los procesos metabólicos celulares;

sin embargo, niveles elevados pueden resultar perjudiciales al causar intoxicación.

Indicador: Antimonio

Es El antimonio es un metaloide que puede estar presente en el agua destinada al consumo humano, aunque en concentraciones muy reducidas. Su existencia en el agua puede derivar tanto de procesos naturales, como la erosión de minerales antimoníferos presentes en el suelo y las rocas, como de actividades antropogénicas, como la minería y la actividad industrial. Aunque el antimonio en pequeñas proporciones generalmente se considera inofensivo para la salud, niveles elevados pueden suponer un riesgo para el bienestar humano. La acumulación de antimonio en el organismo a lo largo del tiempo se ha asociado con diversos efectos perjudiciales para la salud, como trastornos gastrointestinales, daño hepático y renal, e incluso se han observado efectos carcinogénicos en estudios con animales. Por tanto, resulta esencial vigilar y controlar los niveles de antimonio en el agua potable con el fin de asegurar su seguridad y calidad.

Indicador: Arsénico

Como uno de los elementos más venenosos, el arsénico inorgánico se une naturalmente con el suelo en pequeñas cantidades. Los humanos pueden entrar en contacto con esta toxina a través de una variedad de medios, incluida la ingestión a través de los alimentos, el agua o el aire, así como la exposición dérmica a través del suelo o el agua que contiene arsénico Lenntech (s.f.).

La exposición prolongada a altos niveles de arsénico en el agua para consumo humano se ha asociado con diversos efectos adversos para la salud, incluyendo enfermedades cardiovasculares, trastornos del sistema nervioso, y diversos tipos de cáncer.

Indicador: Boro

Elemento químico número átomo 5, raro en la corteza terrestre, encontrado como polvo amorfo o cristalizado en forma de diamante, en ácido bórico y bórax, y utilizado en la fabricación de esmaltes y vidrio, como

catalizador industrial, en medicina y en la industria nuclear. La prolongada exposición a niveles elevados de boro en el agua para consumo humano puede ocasionar impactos negativos en la salud, incluyendo trastornos gastrointestinales, complicaciones renales y dermatitis.

Indicador: Cadmio

El cadmio puede estar presente en el agua debido a diversas fuentes, tanto de origen natural como causado por la actividad humana. De forma natural, el cadmio puede ser liberado al medio ambiente mediante procesos geológicos, como la erosión de suelos y rocas que contienen este metal. Presenta una composición química similar al zinc, el cadmio se acumula en los riñones, dañándolos y provocando presión arterial alta, destrucción del tejido testicular y destrucción de glóbulos rojos. Estas consecuencias resultan de la acumulación tóxica de cadmio dentro del cuerpo humano.

Indicador: Cobre

El cobre, un metal de transición y un metal no ferroso vital, cuenta con una plétora de propiedades ventajosas como la resistencia mecánica, física y química. Su abundancia y conductividad eléctrica también son factores que lo hacen altamente utilitario. Este metal fue uno de los primeros en ser explotado por los humanos. Además, el cobre se puede encontrar en varios tipos de alimentos, agua potable, debido a procesos geológicos o actividad antropogénica como la descarga de desechos industriales, domésticos y agricultura e incluso puede hallarse en la atmósfera. Debido a su prevalencia, absorbemos cantidades significativas de cobre diariamente a través del consumo y la respiración. Lenntech (s.f.)

Indicador: Mercurio

Es un metal de transición pesado y lustroso. Con su apariencia llamativa y su característica única de mantener un estado líquido a temperatura ambiente, es sin duda un elemento químico notable. Sin embargo, también es increíblemente peligroso. Mercurio tiene el número

atómico 80 y es uno de los pocos elementos selectos que aparecen en la tabla periódica (Espada, 2021).

Una vez en el agua, el mercurio puede transformarse en metilmercurio, una forma altamente tóxica que se acumula en los organismos acuáticos y puede biomagnificarse en la cadena alimentaria, representando un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

Indicador: Níquel

Se trata de un elemento en la tabla periódica con el símbolo Ni y el número atómico 28. Comparte similitudes en brillo y tono con la plata, pero se distingue por ser muy maleable, resistente y poco susceptible a la corrosión. En su forma mineral, el níquel se encuentra frecuentemente combinado con arsénico y azufre.

La presencia de níquel en el agua puede tener varios efectos, dependiendo de la cantidad presente y la duración de la exposición. A concentraciones elevadas, el níquel puede ser tóxico y representar un riesgo para la salud humana si el agua contaminada se utiliza como fuente de consumo.

Indicador: Plomo

Este metal en particular se ha utilizado desde la antigüedad debido a su abundante presencia en la Tierra y su bajo punto de fusión. Puede localizarse en cerusita, anglesita y galena, pero su rareza en la corteza terrestre la hace escasa.

La presencia de plomo en el agua puede tener efectos adversos para la salud humana, incluso en concentraciones muy bajas. La exposición prolongada al plomo puede causar daños en el sistema nervioso, riñones y otros órganos, especialmente en niños pequeños y fetos en desarrollo.

Indicador: Selenio

Es un mineral de origen natural que se encuentra extensamente repartido en la naturaleza, presente en la mayoría de las rocas y suelos. Se halla en asociación con minerales de cobre, plomo y níquel. El selenio en el

agua para consumo humano puede encontrarse de forma inorgánica por lo que puede llegar a ser fácilmente absorbido por el tracto digestivo.

Indicador: Talio

Es un metal de tonalidad blanco azulada, de consistencia suave, que se encuentra en pequeñas proporciones en la capa exterior de la Tierra. En su estado puro, carece de aroma y sabor, y puede hallarse en su forma sin mezclar o combinado con otros metales formando aleaciones. Una de las características que talio presenta es que es soluble en agua siendo residente en aguas subterráneas.

Indicador: Zinc

Se trata de un oligoelemento esencial para el mantenimiento de la salud humana. Dentro de los oligoelementos, su presencia en el cuerpo es secundaria únicamente a la del hierro. El zinc puede encontrarse en la red de distribución de agua debido a que algunas cañerías son revestidas con zinc para evitar la corrosión.

1.6. Variable y operacionalización

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Calidad del agua para consumo humano	Para examinar la calidad del agua, se emplea un proceso químico que implica la extracción de una muestra sustancial. El tamaño de la muestra requerida puede variar hasta 1,5 litros, dependiendo del alcance del análisis. Posteriormente, la muestra extraída se somete a evaluación para determinar su calidad. (2019)	El proceso consiste en estudiar los atributos fisicoquímicos y metales totales del agua para evaluar su limpieza, calidad y aptitud para el consumo humano.	1. Parámetros Físicoquímica	1.1. Sólidos disueltos totales	Nominal
				1.2. Conductividad	
				1.3. Temperatura	
				1.4. PH (potencial de hidrógeno)	
			2. Parámetros Microbiológico	2.1. Coliformes totales.	
				2.2. Coliformes termotolerante	
			3. Parámetros de Metales totales	3.1. Antimonio	
				3.2. Arsénico	
				3.3. Boro	
				3.4. Cadmio	
				3.5. Cobre	
3.6. Mercurio					
3.7. Níquel					
3.8. Plomo					
3.9. Selenio					
3.10. Talio					
3.11. Zinc					

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación

Este estudio es descriptivo, Cohen et al (2019) indica que se caracteriza en que los investigadores intentan dar respuesta a un problema conocido, así como responder a preguntas específicas. Entonces, en base a lo expresado por el autor, nuestro trabajo es de tipo descriptivo.

Nivel

El estudio se desarrolló con un nivel descriptivo, el cual se define como aquellas que se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad (Guevara, 2020).

Diseño

Este estudio tuvo un diseño no experimental, transaccional debido a que los datos a considerar pertenecieron a un espacio de tiempo específico por lo que su fin fue realizar la descripción de cada variable, analizando cómo es que influyen entre sí dentro de dicho tiempo.

De este tipo de diseño, Mata (2019) indica que se caracteriza por realizar un análisis deliberado de las variables sin manipularlas, siendo que no se realizan modificaciones de forma intencional en estas y solo son observados los fenómenos en su contexto habitual, Asimismo, su enfoque es cualitativo.

2.2. Población

Se realizó en la Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) donde el caudal promedio que ingreso fue de 17,48 l/s, como máximo de 18,03 y mínimo de 16,72 l/s.

La captación de agua cruda se ubica a la altura del canal de regadío Irabalaco, actualmente cuenta con una licencia para uso poblacional de 11,09 l/s emitida según Resolución Directorial N.º 937-2016-ANA/AAA IC-O por la Autoridad administrativa de agua Caplina - Ocoña de la Autoridad Nacional del Agua, agua que proviene de la represa de Jarumas I.

2.3. Muestra

Se recogió muestras de agua directamente de tres puntos distintos, (1) el área de captación de agua para consumo humano, (2) el reservorio y (3) última área residencial. Para los lineamientos de toma de muestra se consideró el DS N°160-2015/DIGESA/SA Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano, 8va Edición.

Todos los frascos con las muestras estuvieron debidamente etiquetadas de tal manera que se identifique su localización, fecha de recolección, fijador y datos de la persona responsable, se colocaron las muestras en una caja conservante con ice pack, con su respectiva cadena de custodia para monitoreo del agua posteriormente se procedió a embalar la caja para ser enviada.

Para la toma de muestra también se tomó en cuenta la técnica de muestreo 1 “Manual de Análisis Básicos de Calidad de Agua de Bebida” publicado por el CEPIS/OPS citado por (Aurazo, 2004).

La toma de muestra:

- Se evitó las zonas de agitación excesiva, teniendo en cuenta factores como la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia entre las orillas.
- La toma de muestra se realizó en el centro de la corriente, a una profundidad de 20 cm
- La dirección de la toma de muestra, se dio en sentido contrario al flujo del cuerpo de agua.
- Se dejó un espacio de aproximadamente el 1% de la capacidad del recipiente (espacio libre) para permitir la expansión de la muestra.

Para los parámetros fisicoquímicos:

- Se verificó la calibración adecuada del equipo multifuncional, por lo que se evitó sumergir el electrodo en el mismo cuerpo de agua receptor.

Para los parámetros microbiológicos:

- La toma de muestra se realizó a una profundidad de 20 a 30 cm. En el que se utilizó frascos de polietileno esterilizados para recolectar las muestras. La recolección de muestras se realizó con ayuda de una jarra dejando aproximadamente un tercio del frasco sin llenar para permitir la aireación y mezcla adecuada.

Para los parámetros de metales totales:

- Se empleó frascos de polietileno con cierre hermético y boca ancha, de un litro de capacidad, que estén limpios. Se abrió el frasco, se sumergió la jarra a unos 20 cm por debajo de la superficie del agua y luego se procedió a llenar el frasco con ello se agregó el preservante a la muestra.
- En el caso de la toma de muestra para analizar la presencia de mercurio y arsénico, se utilizaron frascos de polietileno con cierre hermético y boca ancha, también de un litro de capacidad, que hayan sido previamente limpiados. Con la ayuda de la jarra se sumergió a unos 20 cm por debajo de la superficie del agua y, a continuación, se procedió a llenar el frasco y la preservación adecuada. Las muestras se resguardaron en un cooler, manteniendo una temperatura de aproximadamente 4 °C con sus respectivas ice pack.

A continuación, se cerró el frasco de manera hermética y, como medida adicional de seguridad, se selló la tapa con cinta para prevenir derrames.

Antes de proceder a la recolección de muestras, fue necesario etiquetar los recipientes de manera clara y legible. Para ello, se empleó una etiqueta con la siguiente información, la cual será resguardada mediante cinta adhesiva transparente:

- Número de secuencia de la muestra, correspondiente al orden en que se toma.
- Código de identificación que hace referencia al punto o estación de muestreo.
- Origen fuente de la muestra.
- Descripción del lugar exacto donde se realiza el muestreo.
- Fecha y hora de la toma de la muestra.

- Detalles sobre la preservación llevada a cabo, incluyendo el tipo de preservante utilizado.
- Especificación del análisis necesario.

Para asegurar la adecuada preservación de las muestras, esencial seguir las siguientes pautas:

- Las muestras de agua que han sido recolectadas fueron almacenadas en cajas térmicas, conocidas como cooler, manteniendo la temperatura especificada para cada muestra en particular.
- En el caso de recipientes de polietileno, se tuvo especial cuidado al embalarlos, con el objetivo de prevenir roturas y derrames. Se utilizó hielo que fueron colocado en bolsas herméticas para evitar cualquier fuga en la caja que contenga las muestras de agua.
- Para análisis fisicoquímicos y determinación de metales totales, crucial entregar las muestras al laboratorio en el menor tiempo posible, dentro de las primeras 24 horas tras la recolección.
- Para análisis microbiológicos, se entregó las muestras al laboratorio en un plazo de hasta 6 horas después del muestreo debidamente refrigeradas.
- Al presentar las muestras en el laboratorio para su análisis, fue fundamental acompañarlas de los documentos correspondientes. Estos documentos incluyen la ficha de cadena de custodia y la ficha de muestreo, para transportar estos documentos dentro del cooler, se colocaron en un sobre plastificado para evitar daños.

Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Técnica

En la presente investigación se utilizó la técnica de la observación y análisis documental (Cohen, et al 2019).

Instrumento

En la presente investigación se aplico

- Ficha de recolección

- Cadena de custodia
- Equipo multiparámetro
- GPS

2.4. Procesamiento y Análisis de Datos

Se procesaron las muestras en el laboratorio acreditado por INACAL, SGS del PERÚ SAC y se envió vía aérea dentro del tiempo permitido, con su cadena de custodia respectivamente cumpliendo los estándares de calidad.

En la Tabla 2 se presentan los métodos de ensayo que se utilizaron para el procesamiento de muestras en el laboratorio de SGS del PERÚ SAC.

Tabla 2

Procesamiento de las muestras

Parámetro	Métodos de ensayo
Sólidos disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C, 23rd Ed.: 2017. Solids: Total Dissolved Solid dried at 180° C
Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222B, 23rd Ed., 2017. Membrane filter technique for members of the coliform group. Standart total Coliform Membrane Filter Procedure.
Coliformes termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222D, 23 rd Ed. 2017. Membrane filter technique for members of the coliform group. Thermotolerant Coliform Membrane Filter Procedure.
Metales totales	EPA-Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in wáter and wastes by inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015

Nota. Reproducido del Informe de ensayo MA2245043 Rev. 0 Laboratorio de ensayo SGS del Perú acreditado por INACAL.

Se emplearon cuadros estadísticos descriptivos para procesar los datos, que se incluyó análisis mediante grafico de barras simple de parámetros fisicoquímicos, metales totales, coliformes totales y termotolerantes. Estos diagramas tuvieron como finalidad realizar un contraste descriptivo con los valores de límites máximos permisibles de calidad del agua para consumo humano, y se determinó la calidad a través de los valores referenciales. Se utilizaron programas como Excel y Word para ayudar en el proceso.

III. RESULTADOS

Análisis de la calidad de agua

Tabla 3

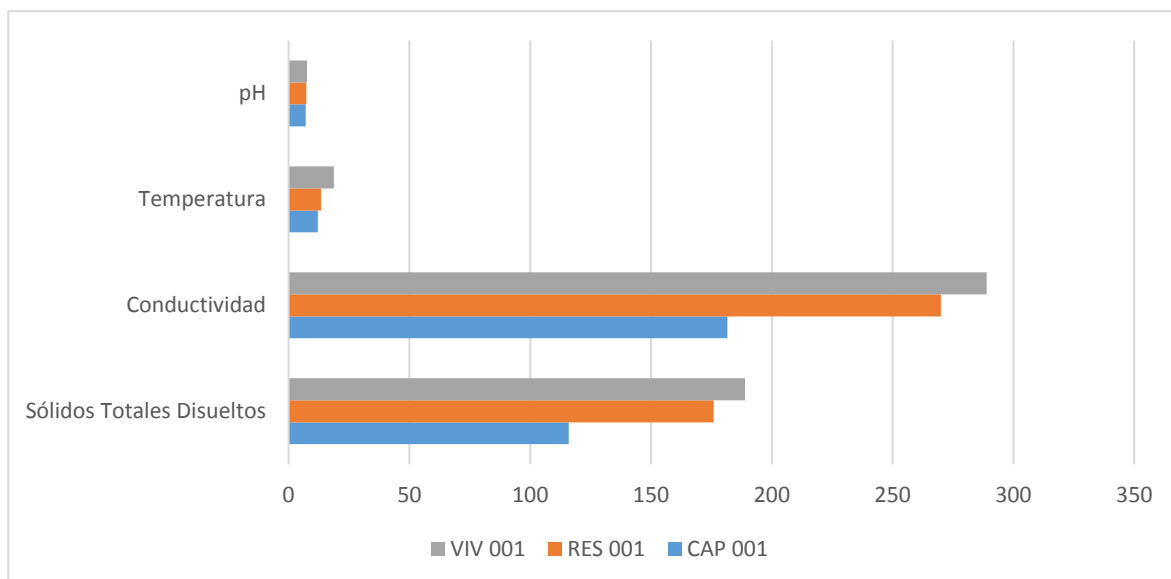
Parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del distrito de Tarata.

Parámetro analizado	Unidades	Captación 001	Reservorio 001	Vivienda 001
		Resultado \pm Incertidumbre		
Sólidos Totales Disueltos	Mg/L	116 \pm 27	176 \pm 40	189 \pm 43
Conductividad	μ S/cm	181,7	270	289
Temperatura	$^{\circ}$ C	12,1	13,4	18,7
pH	Valor de pH	7,11	7,38	7,58

Nota. Reproducido del Informe de ensayo MA2245043 Rev. 0 Laboratorio de ensayo SGS del Perú acreditado por INACAL.

Figura 1

Parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del distrito de Tarata.



Respecto a los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos, se tiene que los sólidos totales disueltos del agua para consumo humano del distrito de Tarata en los

tres puntos de muestra se tuvo resultados de (116 - 176 – 189 mg/L) lo cuales se encuentran en una concentración menor a 1 000 mg/L, el cual es bajo en función al límite máximo permitido por el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA. Teniendo en cuenta que, el efecto significativo del sólido en el agua es el sabor en caso se tenga una alta concentración, por ende, cuando existe un índice menor de 300 mg/L es considerado que el agua presenta un estado excelente y los humanos pueden consumirla, pero no es aceptable si el índice es mayor que el valor que el reglamento tipifica.

En la Tabla 3 se puede evidenciar que, la conductividad encontrada en la muestra de agua para consumo humano fue menor que 1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, índice tomado como referencia del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, como un valor límite de máximo permisible para agua potable, siendo el resultado en los tres puntos de muestreo de 181,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 289 $\mu\text{S}/\text{cm}$, teniendo en cuenta que este parámetro se encuentra asociado a la concentración de los sólidos totales disueltos.

Lo referente a la temperatura encontrada en los tres puntos de muestra del agua para el consumo humano tuvieron un valor de 12,1; 13,4 – 18,7 °C, representativamente pero su límite máximo no se encuentra definido por el D.S. N° 031-2010- SA, sin embargo, la OMS, hizo referencia que, cuando existe una alta temperatura del agua potencia las proliferaciones de microorganismos y podría incrementar el problema de sabor, color, olores, etc.

En función al pH encontrado en los tres puntos de muestra oscilaron entre 7,11; 7,38 – 7,58, teniendo en cuenta el Reglamento de la Calidad del agua para consumo

humano D.S. N° 031-2010- SA este se encuentra dentro del límite máximo permisible porque no supera el rango de 6,5 a 8,5.

Tabla 4

Parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del distrito de Tarata.

Parámetro analizado	Unidades	Captación	Reservorio	Vivienda
		001	001	001
Resultado ± Incertidumbre				
Coliformes Totales	UFC/100 mL	<1	<1	<1
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1	<1	<1

Nota. Reproducido del Informe de ensayo MA2245043 Rev. 0 Laboratorio de ensayo SGS del Perú acreditado por INACAL.

Respecto a los resultados obtenidos en los tres puntos de muestreo de los parámetros microbiológicos, se tiene que los coliformes totales del agua para consumo humano del distrito de Tarata se encontró por debajo del LMP del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, considerando que, se ha trabajado con la técnica filtro de membrana, además de tener en cuenta que a mayor profundidad existen menores presencias de coliformes y en una menor profundidad existe mayor presencia de coliforme.

Lo que respecta a los resultados obtenidos en los tres puntos de muestreo de los coliformes termotolerantes se obtuvo un valor por debajo de los LMP dicho rango no trasgrede los valores que figura en el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA.

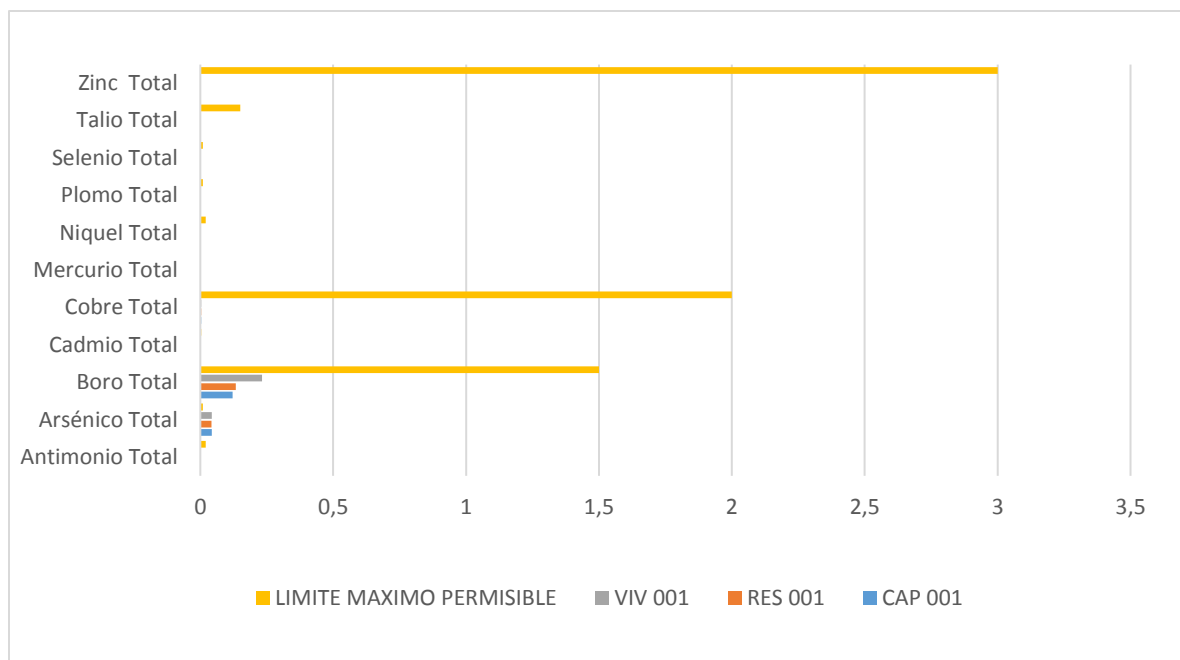
Tabla 5*Parámetros de metales en el agua para consumo humano del distrito de Tarata*

Metales totales	Unidad	Captación	Reservorio	Vivienda	Límite máximo permisible
		001	001	001	
Resultado ± Incertidumbre					
Antimonio Total	mg/L	0,00034 ± 0,00010	0,00034 ± 0,00010	0,00034 ± 0,00010	0,020
Arsénico Total	mg/L	0,0432 ± 0,0048	0,0425 ± 0,0047	0,043 ± 0,0047	0,010
Boro Total	mg/L	0,121 ± 0,015	0,133 ± 0,016	0,232 ± 0,028	1,500
Cadmio Total	mg/L	<0,00003	0,00006 ± 0,000010	0,00008 ± 0,000020	0,003
Cobre Total	mg/L	0,00322 ± 0,00081	0,00323 ± 0,00081	0,00331 ± 0,00083	2,000
Mercurio Total	mg/L	<0,00009	<0,00009	<0,00009	0,001
Niquel Total	mg/L	0,0008 ± 0,00020	0,0008 ± 0,00020	0,0008 ± 0,00020	0,020
Plomo Total	mg/L	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,010
Selenio Total	mg/L	<0,0013	<0,0013	<0,0013	0,010
Talio Total	mg/L	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,150
Zinc Total	mg/L	<0,0026	<0,0026	0,0030 ± 0,00030	3,000

Nota. Reproducido del Informe de ensayo MA2245043 Rev. 0 Laboratorio de ensayo SGS del Perú acreditado por INACAL.

FIGURA 2

Parámetros de metales en el agua para consumo humano del distrito de Tarata.



Respecto a los resultados de los tres puntos de muestreo de los parámetros metales totales, se encontró la presencia de antimonio en un valor 0,00034 por debajo de 0,020 mg/L siendo el LMP del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, según el rango encontrado no trasgrede el valor establecido para consumo humano.

Asimismo, el arsénico encontrado en los tres puntos de muestras fue de 0,0432 – 0,0425 – 0,0430 el cual se encuentra por encima de los Límites Máximo Permisibles del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, debido que, lo aceptable es 0,010 mg/L. Por lo tanto los valores encontrados en los tres puntos de muestreo, trasgrede el valor permitido por la norma establecida.

El boro encontrado en los tres puntos de muestras tuvo un valor de 0,121 – 0,133 – 0,232 mg/L teniendo un LMP de 1,500 mg/L determinado rango se encuentra en los índices aceptables, no encontrando alteración alguna.

El parámetro cadmio encontrado en los tres puntos de muestras fue de <0,00003 – 0,00006 – 0,00008 mg/L, margen que no supera el 0,003 mg/L LMP según el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, se debe tener en cuenta que, si se presenta un valor mayor de lo permitido puede generar en las personas vómitos, diarrea, daños en el hígado, etc.

Respecto las concentraciones de cobre encontrado en los tres puntos de muestras en las aguas para consumo humano fue de 0,00322 – 0,00323 – 0,00331, encontrándose por debajo del LMP no supera 2,000 mg/L determinado según el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, ello se puede deber a que, no existe mucho ingreso de metales.

Las concentraciones de mercurio encontrado en los tres puntos de toma de muestra de las aguas para consumo humano fueron de <0,00009 mg/L, encontrándose por debajo del valor 0,001 mg/L establecido por el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, por ende, si se evidencia la presencia de un nivel elevado de lo permitido puede ocasionar que la población se intoxique.

El parámetro níquel encontrado en los tres puntos de toma de muestra en el agua para consumo humano fue de 0,0008 mg/L, es decir, es de nivel bajo en referencia a 0,020 mg/L valor establecido por la normativa vigente.

Las concentraciones encontradas de plomo en los tres puntos de toma de muestras de aguas para consumo humano, fue de $<0,0006$ mg/L, es decir, fue de nivel bajo, no encontrándose alguna concentración mayor a $0,010$ mg/L, límite máximo permisible por el reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA.

Las concentraciones de selenio total encontradas en los tres puntos de toma de muestras de agua para consumo humano fue de $<0,0013$ mg/L lo cual fue menor a $0,010$ mg/L a lo permisible según el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA regula y las concentraciones de Talio total fueron de $<0,00006$ mg/L, también encontrándose por debajo de los límites máximo permisibles.

Por último, respecto a las concentraciones de zinc encontrado en los tres puntos de toma de muestras de agua para consumo humano fue de $<0,0026 - 0,0030$ es decir, son de nivel bajo, y no supera el valor en rango de $3,00$ mg/L siendo el límite máximo permisible del reglamento de calidad del agua.

DISCUSIÓN

Para el desarrollo de la discusión de resultados se utilizó datos de las muestras tomadas al agua para consumo humano de la provincia de Tarata, y se desarrolló en función a los objetivos planteados.

Referente a los resultados de los parámetros fisicoquímicos encontrados en el agua para consumo humano en el primer punto Captación 001 es la zona de captación de agua conocido como Irabalaco de obtuvo Sólidos Totales Disuelto 116 mg/L, Conductividad 181,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperatura 12,1 $^{\circ}\text{C}$ y finalmente el valor de pH 7,11. Por consiguiente los dos puntos de muestreo Reservoirio 001 y Vivienda 001 tres puntos de muestreo, en los sólidos totales disueltos fue de 176 – 189 mg/L, el parámetro conductividad encontrado fue de 270 – 289 $\mu\text{S}/\text{cm}$, su temperatura encontrada fue de 13,4 – 18,7 $^{\circ}\text{C}$ y el pH fue de 7,38 – 7,58. Mostrándose que los valores obtenidos están dentro de los valores aceptables contrastados con el D.S. N° 031-2010-SA; asimismo mencionar que la diferencia de valores respecto a los sólidos totales disuelto entre los tres puntos de muestreo probablemente deba a la geográfica de toda la planta de tratamiento de agua para consumo humano, desde la captación siendo el flujo de agua un caudal, mientras que en el reservorio no hay fluctuación de agua al igual que la red de distribución, es por ello que la concentración de sólidos totales disueltos haya sido mayor.

Con respecto a los resultados de los tres puntos de muestreo de los parámetros microbiológicos conformado por coliformes totales no se registró un valor por encima de los límites máximo permisibles, en cuanto a coliformes termotolerantes, teniendo en cuenta que se trabajó con la técnica filtro de membrana tampoco se ha registrado valores por encima de lo permisible. Sin embargo, estos resultados difieren con el estudio de Torres

(2020) quien concluyó que, durante los primeros tres meses, los niveles de turbidez, cloro residual, bacterias heterótrofas, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* superaron los límites máximos permitidos para el consumo humano. Sin embargo, después de la cloración en el cuarto mes, todos los parámetros cumplieron con los límites máximos. Mencionar que no se debería de clorar el agua con niveles de turbidez altos siendo tal vez causa de los resultados obtenidos en el estudio de Torres; el análisis de dispersión puede predecir con precisión las fluctuaciones de turbidez causadas por patrones de lluvia variables, pero es necesario un monitoreo constante de la calidad del agua para garantizar agua potable segura para el consumo humano. Asimismo, en parte guarda similitud con el estudio de Quenta (2019) quien concluyó que, los parámetros microbiológicos no estaban a la altura de los estándares para bacterias heterótrofas en dos muestras, pero todas cumplieron con los requisitos para coliformes y pseudomonas. En cuanto a las características sensoriales, el sabor fue el único factor que mostró diferencias en aceptabilidad, pero no en color. Los coliformes termotolerantes diferentes a *Echirichia coli* es posible que provenga de fuentes orgánicamente enriquecidas, por ejemplo, de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición. Sin embargo *E.Coli* es por contaminación fecal, encontrándose en heces de humanos o de animales de sangre caliente siendo responsable de enfermedades gastrointestinales. Cabe mencionar que Trigos (2017), no registro coliformes termotolerantes o fecales en el agua potable de sus muestras recolectadas en el sector centro y sur de Alto Puno, esto tal vez por una adecuada cloración de la misma, por conocimiento propio.

La ausencia de coliformes totales y termotolerantes, probablemente se debió a la desinfección de forma convencional que consiste en diluir una cantidad de cloro granulado para ser vertido directamente en los reservorios.

Por último, respecto a los resultados de los parámetros metales encontrados en el agua para consumo humano. Dentro de los metales, se determinó que arsénico trasgrede los límites máximo permisibles 0,0432 – 0,0425 – 0,0430 mg/L, considerando los tres puntos de muestreo, están por encima del valor permitido 0,010 mg/L. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que 150 millones de habitantes en 70 países diferentes vienen consumiendo agua con valores que trasgrede los límites establecidos, cabe mencionar que el arsénico es un metaloide con niveles altos en toxicidad que se encuentran distribuidos en la geosfera y corteza terrestre. Los humanos se encuentran expuestos al arsénico inorgánico (iAs) por medio de los alimentos y el agua, aclarando que el arsénico en los alimentos se presenta de forma orgánica, siendo este metabolitos metilados que el cuerpo elimina. El arsénico presenta un problema para la salud, por literatura conocemos que el arsénico inorgánico una vez que ingrese al torrente sanguíneo es dirigido al hígado a través del torrente sanguíneo en él se realiza una serie de reacciones metabólicas de reducción y metilación. Fano (2021) realizó un estudio sobre la exposición a arsénico en agua potable, metabolismo, y sus efectos sobre los resultados perinatales en Tacna, evaluó el riesgo en cuanto a la exposición de arsénico en agua potable a nivel urinario, en la población gestante de la provincia de Tacna, si bien no se encontraron efectos claros en cuanto a la exposición con los resultados perinatales, esto abre interrogantes del por qué a pesar de los altos niveles encontrados, Tacna presenta de los

pesos mayores al nacer y prevalencia más baja de nacimiento prematuro, es posible que estén involucrados factores genéticos

El derretimiento de aguas profundas, como manantiales, indica una filtración superior y un análisis confirma niveles moderados de contaminación por arsénico (0,5 ppm) y boro (3 ppm). A pesar que se tiene de conocimiento que Bangladesh y la India son países que presentan niveles altos de arsénico se ha encontrado que en países latinoamericanos como Argentina, Bolivia, Chile, México y Perú, también consumen agua por encima 0,010 mg/L de los límites máximo permitidos. Esto se puede deber a que por actividades antropogénicas como la minería o la refinación de metales por fundición, o al vulcanismo terciario y cuaternario que tiene lugar por la presencia de la cordillera de los Andes, cuya roca lixiviana las fuentes de arsénico, contaminando las principales cuencas que son utilizadas para el consumo humano, en caso de la Región de Tacna fuentes de agua contaminada como río Caplina, Locumba, Mure, Sama, Tambo, Uchusuma y Quilca-Chili-Vitor.

En Perú se ha encontrado altos niveles de arsénico en aguas superficiales, principalmente en regiones de Moquegua, Tacna, Lima y Puno; dentro de la Región de Tacna las provincias que presentan altos niveles de arsénico o que se haya realizado un reporte es en la misma provincia de Tacna y la provincia de Candarave, si bien existen evidencia de la exposición de arsénico en la población a través del consumo de agua, no se ha evaluado o realizado un estudio como afecta en la salud a través de los años en la población vulnerable. Los reportes de la Dirección Regional de Salud de Tacna, presenta concentraciones de arsénico en diferentes centros poblados de los diferentes distritos en las

4 provincias de la región de Tacna, por ejemplo los distrito de Cairani y Camilaca presentaron valores de 0,042 mg/L y 0,18 mg/L.

CONCLUSIONES

- Se determinó que los resultados de los parámetros fisicoquímicos, encontrados en las muestras de agua de consumo humano de la provincia de Tarata, se encuentran dentro de los límites máximo permisibles según el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, sin alteración alguna.
- Se ha logrado determinar que, según los resultados de los parámetros microbiológicos analizados de la muestra de agua para consumo humano de la provincia de Tarata, no superan el límite máximo permisible según el Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, teniendo el mismo resultado en las muestras tomadas.
- Se logró determinar que, según los resultados de los parámetros de los metales de las muestras analizadas de agua para consumo humano de la provincia de Tarata, se encuentran dentro del límite máximo permisible del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano D.S. N° 031-2010- SA, a excepción del arsénico presenta un valor elevado en los tres puntos de muestreo. Se ha logrado determinar que, el agua para consumo humano de la provincia de Tarata no es apta para ser consumida por su población, debido que su consumo atraerá diversas enfermedades afectando su salud física.

RECOMENDACIONES

Se sugiere a las autoridades del Distrito de Tarata, tomar las medidas correspondientes en cuanto la infraestructura de todo el sistema de agua para consumo humano, siendo deficiente en cuanto a la infraestructura deteriorada y no contar con un cerco perimétrico que evite la contaminación por actividad antropogénica.

Se sugiere a las autoridades del Distrito de Tarata, realizar un monitoreo de calidad de agua en época seca y húmeda para tener un registro de los niveles de parámetros que contiene el agua en referencia a lineamientos establecidos en el Reglamento de calidad de agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA), y puedan impulsar un proyecto de mejora a través de financiamiento externo si no existiese presupuesto con fondos municipales.

Se sugiere al personal correspondiente del distrito de Tarata, en conjunto con la Dirección regional de Salud (DIGESA), pueda evaluar y disminuir los niveles elevados de arsénico a través de métodos tipo filtradores, con el fin de no afectar la salud de la población que está expuesta a dicho consumo.

Se sugiere realizar el análisis de bacterias heterótrofas debido que estas son indicadoras de la calidad higiénico – sanitario del agua durante el proceso de desinfección, teniendo en cuenta que estos utilizan nutrientes orgánicos para su crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aconsa. (25 de mayo de 2021). *Aconsa, laboratorio especialista en análisis de agua*. Obtenido de Aconsa, laboratorio : <https://aconsa-lab.com/parametros-quimicos-calidad-agua-cuales-incluye-la-normativa/>

Aconsa. (25 de Mayo de 2021). *Parámetros químicos de la calidad del agua: ¿cuales incluye la normativa?* Obtenido de Laboratorio de microbiología Aconsa: <https://aconsa-lab.com/parametros-quimicos-calidad-agua-cuales-incluye-la-normativa/#:~:text=de%20consumo%20humano.-,Listamos%20par%20C3%A1metros%20f%20C3%ADsicos%20como%20el%20color%20el%20olor%20el%20sabor,cloro%20libre%20o%20combinado%20residual.>

Aurazo, M. (2004). *Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Obtenido de [http://www.elaguapotable.com/manual análisis básicos CA.pdf](http://www.elaguapotable.com/manual%20análisis%20básicos%20CA.pdf).

Betancourt, S. D. (2019). *análisis de calidad de agua en Colombia a partir del Irca obtenido para diferentes casos de estudio*. Obtenido de Universidad de los Andes: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/45772/u828053.pdf?sequence=1>

Bialab: Bolívar Industrial, Ambiental, Laboratorios S.A.S. (05 de Agosto de 2019). *Análisis de agua*. Colombia. Obtenido de <https://www.bialab.co/publicaciones/actualidad/analisis-de-agua-en-que-consiste-y-para-que-sirve>

Burillo, M. E. (2022). *Determinación de la callidad del agua subterranea para consumo humano e identificación de las fuentes de contaminación fijas del asentamiento humano Señor de*

los Milagros, distrito de Yarinacocha - Ucayali. Obtenido de Universidad Nacional de Ucayali:

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6460/B7_2023_UNU_AMBIENTAL_2023_T_ESTEPHANO-BURILLO_WINNIE-ROMERO_V1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cabarcas, R. L. & Medina, S. J. (2019). *Evaluación del índice de calidad del agua para consumo humano en el Departamento del atlántico, Colombia*. Obtenido de Universidad de la Costa: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/5351/EVALUACION%20DEL%20INDICE%20DE%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20PARA%20CONSUMO%20HUMANO%20EN%20EL%20DEPARTAMENTO%20DEL%20ATLANTICO%20DE%20COLOMBIA..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carbotecnia. (22 de Octubre de 2021). *Conductividad en el agua*. Obtenido de https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/que-es-la-conductividad-en-el-agua/#%C2%BFQue_es_la_conductividad

Cobeña, R. K. (Mayo de 2020). *Estudio de los factores que afectan la calidad del agua de la planta de tratamiento ubicada en “Las Palmas”, para consumo humano de la población del cantón Mocache, provincia de Los Ríos y la vulnerabilidad frente al Cambio Climático, en el periodo 2019*. Obtenido de Flacso - Ecuador: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/16522/5/TFLACSO-2020KACR.pdf>

Cohen et al. (23 de agosto de 2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* Obtenido de Clacso: http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf

Dueñas, O. K., & Moreno H.J.L., (Agosto de 2021). *Evaluación hidrogeoquímica y de calidad de aguas, de la parte alta de la cuenca del río Sama-Tacna, para identificar fuentes de consumo humano*. Obtenido de Boletín de la Sociedad Geológica del Perú: [https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/4240/1/Due% c3% blas-Evaluacion_hidrogeoquimica_calidad_aguas.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/4240/1/Due%c3%blas-Evaluacion_hidrogeoquimica_calidad_aguas.pdf)

El Peruano. (31 de Marzo de 2021). Aprueban la Directiva Sanitaria N° 132-MINSA/2021/DIGESA “Directiva Sanitaria para la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPRESS)”. *Normas legales*. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-la-directiva-sanitaria-n-132-minsa2021digesa-di-resolucion-ministerial-n-451-2021minsa-1940390-2/>

Espada, Blanca. (06 de Mayo de 2021). Mercurio: qué es, para qué sirve y características. *Metales*. Obtenido de <https://okdiario.com/curiosidades/caracteristicas-del-mercurio-767423>

Espinoza, O. R. (2022). *Control de calidad del tratamiento y distribución de agua potable para consumo humano en el Distrito de Calana- Tacna*. Obtenido de Universidad Jorge Basadre Grohmann: file:///C:/Users/peru/Downloads/TRABAJO%20INFORME%20_RUTH%20ESPINOZA.pdf

Fano, Sizgorich, D. A., (2021). *Exposición de arsénico en agua potable metabolismo y sus efectos sobre los resultados perinatales en Tacna, Perú*. Obtenido de la Universidad Cayetano Heredia https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/8952/Exposicion_FanoSizgorich_Diego.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Guevara et al. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. N.4 V.3. Obtenido de Revista RECIMUNDO: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Hanna. (29 de Marzo de 2019). Que es la turbidez. *Análisis de agua*. México, México. Obtenido de <https://hannainst.com.mx/blog/que-es-la-turbidez/>
- Lenntech, Water Treatment. (s.f.). *El Cobre*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cu.htm>
- Mamani, L. E., & Chambilla Q. V., (2019). Análisis fisicoquímico y biológico del agua para consumo humano en el distrito de Huanuara. *Revista del fondo editorial universitario Ciencia & Desarrollo*, 11(1), 67-70. <https://doi.org/https://doi.org/10.33326/26176033.2007.11.227>
- Mata, L. (30 de julio de 2019). *Diseños de investigaciones con enfoque cuantitativo de tipo no experimental*. Obtenido de Investigalia: <https://investigaliacr.com/investigacion/disenos-de-investigaciones-con-enfoque-cuantitativo-de-tipo-no-experimental/>
- Merino, B. A., & Areche, Q. R. (2021). *Caracterización de fuentes de agua para consumo humano de los centros poblados del Distrito de Acoria, Provincia de Huancavelica*. Obtenido de Universidad Nacional de Huancavelica: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a1d16d26-c445-44bf-807c-5d4018d39c27/content>
- Pérez, E. R., & Valenzuela, J. H. (2021). *Determinación de la calidad de agua para el consumo humano en el sistema de potabilización del caserío de ventanillas - distrito de Magdalena - Cajamarca*. Obtenido de Universidad Privada de l Norte:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28488/Tesis.pdf?sequence=11&isAllowed=y>

Quenta, C. C. (2019). *Evaluación de la calidad físicoquímica, microbiológica y sensorial del agua de mesa embotellada que se expenden en la ciudad de Tacna*. Obtenido de Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann: http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3592/1549_2019_quenta_caliza_ya_c_fcag_alimentarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salud, O. M. (21 de Marzo de 2022). *Agua para consumo humano*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Santos, A. R. (2020). *Eavluación de calidad físico- química y biológica del agua potable de la ciudadela San Miguel, Cantón Montalvo-Provincia de los Ríos*. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANTOS%20ANCHUNDIA%20ROSSANA%20MERCEDES.pdf>

Suarez, V. J., Ore, C. L., Loarte, A. W., & Oré, C. J. (2021). Calidad de agua y nivel de satisfacción en la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2019 . *Revista de investigación científica y tecnológica Llamkasun*, 2(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i1.27>

Trigos C. (2017). *Calidad bacteriológica y físico - química del agua de consumo humano del centro poblado de alto puno*. Arequipa. Obtenido de la Universidad Nacional de San Agustín.

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/8743/K4.1837.MG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, F. T., & Coronación, P. M. (2021). *Calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra*. Obtenido de Universidad Nacional de Huancavelica: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7684ecef-6b1e-4e8b-b713-12bd06b0c179/content>

Torres, P. J. (2020). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor - Moyobamba*. Obtenido de Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto: <file:///C:/Users/peru/Downloads/ING.%20SANITARIA%20-%20Jos%C3%A9%20Carlos%20Torres%20Paredes.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 01

IMÁGENES DE LOS PUNTOS DE

MUESTREO

PRIMER PUNTO DE MUESTREO *CAPTACIÓN 001*



SEGUNDO PUNTO DE MUESTREO *RESERVORIO 001*



TERCER PUNTO DE MUESTREO *VIVIENDA 001*



ANEXO N° 02

IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN

REALIZADA

TOMA DE MUESTRA



PRESERVADO Y CONSERVADO DE LA MUESTRA



ETIQUETADO Y SELLADO DE MUESTRAS



MONITOREO CON EL MULTIPARAMETRO EN CAMPO



ANEXO N° 03

IMÁGENES DE LA PLANTA DE

TRATAMIENTO

CANAL DE CAPTACION IRABALACO



ENTRADA DE AGUA CRUDA AL SISTEMA DE CONDUCCION: La entrada se encuentra bloqueada por arenas, no presenta un sistema de desbaste de sólidos.



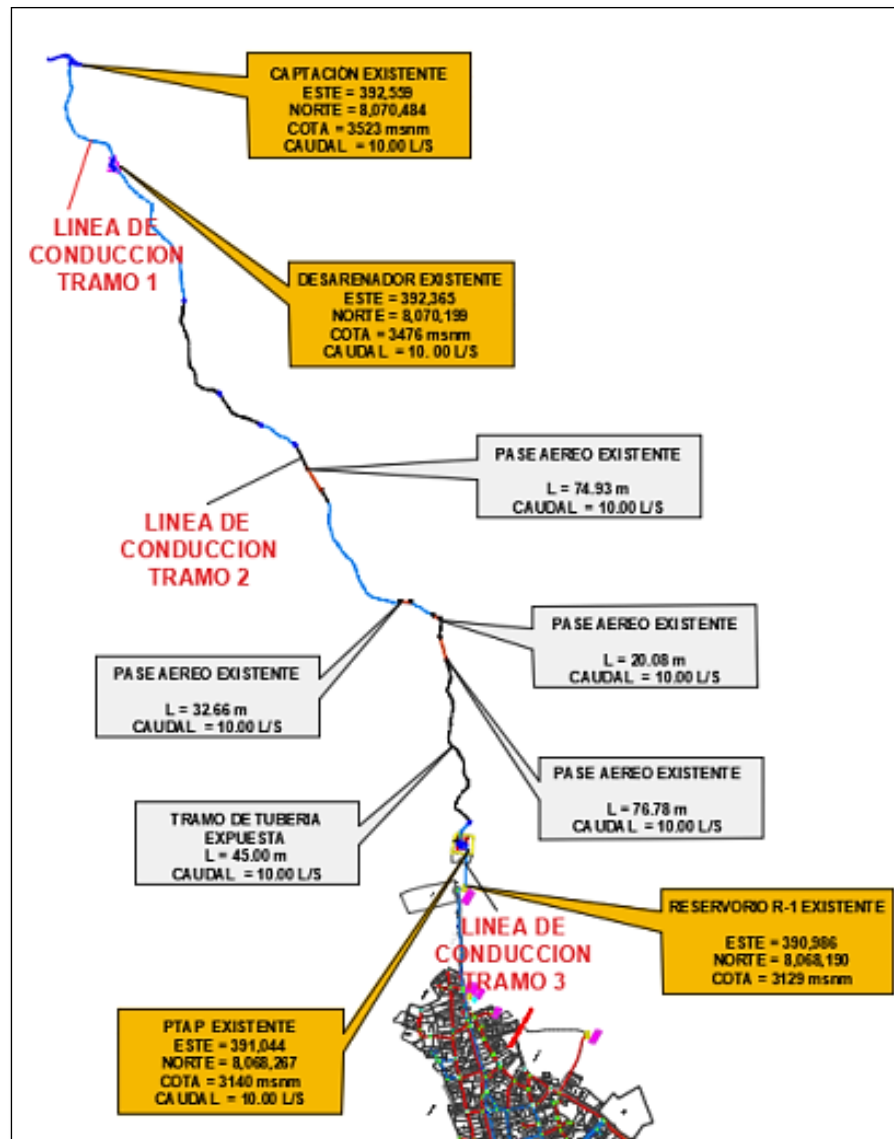
DESARENADOR: Tiene la estructura de ingreso dañada además no las válvulas están oxidadas



CONEXIÓN ENTRE DESARENADORES: La tubería PVC se encuentra expuesta sin ningún tipo de protección



LÍNEA DE CONDUCCIÓN



CÁMARA ROMPE PRESIÓN



PASE AÉREO: Se encuentra en buen estado



INGRESO DEL AGUA A LA PTAP: Con tubería PVC DN 200MM,
expuesta sin protección.



EQUIPO DE MEZCLA PARA LA DOSIFICACIÓN INOPERATIVA



INGRESO DE AGUA HACIA EL FLOCULADOR



FLOCULADOR 1 Y 2



SEDIMENTADORES



ANEXO N° 04

TABLAS DE LIMITES MÁXIMO

PERMISIBLES

D.S. N° 031-2010-SA

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

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	$\text{mg SO}_4^{2-} \text{ L}^{-1}$	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. Manganeso	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. Níquel	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
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrín	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

ANEXO N° 05

INFORME DE ENSAYO – RESULTADOS



**INFORME DE ENSAYO
MA2245043 Rev. 0**

CAL.GRAU NRO. S/N (FRENTE A LA PLAZA PRINCIPAL DE TARATA) TACNA - TARATA - TARATA

ENV / LB-351730-002

PROCEDENCIA : TARATA - TARATA - TACNA

Fecha de Recepción SGS : 24-11-2022

Fecha de Ejecución : Del 24-11-2022 al 29-11-2022

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
CAP 001
RES 001
VIV 001

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 05/12/2022

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Coordinador de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

**INFORME DE ENSAYO
MA2245043 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CAP 001	RES 001
FECHA DE MUESTREO					23/11/2022	23/11/2022
HORA DE MUESTREO					10:00:00	11:15:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA	AGUA DE BEBIDA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C_AQ	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	116 ± 27	176 ± 40
Análisis Microbiológicos						
Coliformes Totales	EW_APHA9222B_CX	UFC/100 mL	--	--	<1	<1
Coliformes Termotolerantes o fecales	EW_APHA9222D_CX	UFC/100 mL	--	--	<1	<1
Metales Totales						
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00034 ± 0.00010	0.00034 ± 0.00010
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0000	0.0001	0.0432 ± 0.0048	0.0425 ± 0.0047
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.121 ± 0.015	0.133 ± 0.016
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00006 ± 0.000010
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00322 ± 0.00081	0.00323 ± 0.00081
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0008 ± 0.00020	0.0008 ± 0.00020
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Talio 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

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					VIV 001
FECHA DE MUESTREO					23/11/2022
HORA DE MUESTREO					11:45:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C_AQ	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	189 ± 43
Análisis Microbiológicos					
Coliformes Totales	EW_APHA9222B_CX	UFC/100 mL	--	--	<1
Coliformes Termotolerantes o fecales	EW_APHA9222D_CX	UFC/100 mL	--	--	<1
Metales Totales					
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00034 ± 0.00010
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0000	0.0001	0.0430 ± 0.0047
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.232 ± 0.028
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00008 ± 0.000020
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00331 ± 0.00083
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0008 ± 0.00020
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0030 ± 0.00030

**INFORME DE ENSAYO
MA2245043 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

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

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Sólidos Totales Disueltos	mg Sólidos Totales Disueltos/L	3	<3	0 - 1%	96 - 104%		
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	1 - 4%	95 - 100%	95%	1%
Arsénico Total	mg/L	0.0001	<0.0001	1 - 3%	96 - 102%	103%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	95 - 97%	100%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0 - 7%	93 - 99%	98%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 3%	93%	92%	6%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	103%	99%	3%
Níquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1 - 2%	95 - 100%	94%	2%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1 - 4%	93 - 94%	93%	5%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 3%	97 - 105%	94%	3%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	7 - 8%	102 - 103%	102%	5%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 4%	97 - 102%	99%	0%



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2245043 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2540C_AQ	Arequipa	Sólidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C, 23rd Ed.:2017. Solids:Total Dissolved Solid dried at 180°C
EW_APHA9222B_CX	Cajamarca	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222B, 23rd Ed., 2017. Membrane filter technique for members of the coliform group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.
EW_APHA9222D_CX	Cajamarca	Coliformes Termotolerantes o fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222D, 23rd Ed., 2017. Membrane filter technique for members of the coliform group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)



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



**INFORME DE ENSAYO
MA2245043 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022