

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL INGENIERIA AMBIENTAL



T E S I S

**Verificación de la calidad físico-química y bacteriológica del agua
de consumo humano de Tomaykichua, Ambo-Huánuco, abril a junio
2022**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autora:

Bach. Leticia Natividad CHAMORRO DIAZ

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL INGENIERIA AMBIENTAL



T E S I S

**Verificación de la calidad físico-química y bacteriológica del agua
de consumo humano de Tomaykichua, Ambo-Huánuco, abril a junio
2022**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

.....
Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
PRESIDENTE

.....
Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN
MIEMBRO

.....
Msc. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis
Padres, quienes han sido participes
de mi formación académica y me
mostraron el camino para ser mejor
persona cada día.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarnos en nuestra etapa de formación de profesionales, por permitir que nuestras decisiones sean las adecuadas y por acompañarnos todos los días de nuestras vidas.

A nuestros Padres, familiares por su apoyo incondicional, por sus sabios consejos; quienes a su vez son nuestro principal motivo para superarnos.

A los Docentes de la facultad de ingeniería en especial a la carrera profesional de Ingeniería Ambiental por sus enseñanzas y por compartir con nosotros sus experiencias y conocimientos como profesionales

RESUMEN

El presente trabajo de investigación nace con el propósito fundamental de poder determinar la calidad que tenga el agua de consumo humano de toda la población de Tomaykichua, provincia de Ambo, región Huánuco. Con lo dispuesto se cuenta con el desarrollo de 4 capítulos.

Problema de Investigación, Marco Teórico, Metodología y Técnicas de Investigación, Resultados y Discusión.

Para realizar este estudio, se ha tomado como referencia el Reglamento de Calidad de Agua para consumo humano (DS N° 031-2010-SA) y Estándares de Calidad Ambiental (DS N° 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable), en la toma de muestra se utilizó la Resolución Directorial N° 160-2015/DIGESA/SA. “Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano”,

En estos análisis que han sido llevados a cabo en las muestras de agua, en la pileta de un domicilio el primer día de muestra tomada mostró presencia contaminante de Fe con 0.335 ppm siendo su tolerancia 0.3 ppm, y así en los demás días de muestras tomadas.

No se encontró peligro respecto a coliformes ya que los totales de la captación son eliminados en la cloración. Los coliformes fecales no deben ser de problema ya que no se encuentran en la captación.

Palabras clave: Desinfección del agua, calidad, agua para consumo humano, contaminación de agua.

ABSTRACT

The present research work was born with the fundamental purpose of being able to determine the quality of the water for human consumption of the entire population of Tomaykichua, province of Ambo, Huánuco region. With the provisions, it has the development of 4 chapters.

Research Problem, Theoretical Framework, Methodology and Research Techniques, Results and Discussion.

To carry out this study, the Water Quality Regulation for human consumption (DS No. 031-2010-SA) and Environmental Quality Standards (DS No. 004-2017-MINAM, Category 1: Population and Recreational) have been taken as a reference. , Subcategory A: Surface Water destined for the production of drinking water), Directorial Resolution No. 160-2015/DIGESA/SA was used in the sampling. "Protocol of procedures for the taking of samples, preservation, conservation, transport, storage and reception of water for human consumption",

In these analyzes that have been carried out on the water samples, in the sink of a home the first day of the sample taken showed the contaminant presence of Fe with 0.335 ppm, its tolerance being 0.3 ppm, and so on the other days of samples taken.

No danger was found regarding coliforms since the totals of the catchment are eliminated in the chlorination. Fecal coliforms should not be a problem since they are not found in the catchment.

Keywords: Water quality disinfection, water for human consumption, water contamination.

INTRODUCCIÓN

Se tiene conocimiento que desde hace un tiempo el mundo viene atravesando un problema muy importante en cuanto a la escasez del agua, la mayoría de la población a nivel mundial es consciente de ello y de muchas de sus complicaciones. Por lo que “la excesiva presión sobre una fuente de agua puede conducir a su desaparición.” (Costa Posada et al., 2020)

Esto nos muestra que se está haciendo un uso excesivo de nuestro recurso finito, el es indispensable para nuestra existencia, pero así es como estamos logrando la escasez de la misma sin que importe poco o nada.

Aunque muchos gobiernos no lo quieran admitir, mucho de este problema se debe al alto nivel de sobrepoblación que venimos atravesando en todo el mundo. Así lo expone Luna, Díaz y Alcalde, (2018) “Los estados deben asumir su responsabilidad y diseñar políticas que modifiquen el rumbo actual, así mismo la escasez de agua y su contaminación es otra grave consecuencia de la sobrepoblación.”

Cuando se habla sobre la cloración, se entiende que en la actualidad se hace uso del método analítico el cual elimina todo rastro de coliformes totales y fecales del recomendado por la Organización Mundial de la Salud. El uso correcto del DPD (mezcla sólida homogénea la cual se usa para determinar la presencia de cloro libre en aguas), este reactivo se presenta en forma de polvo.

Comúnmente, para poder determinar si el agua es de buena calidad lo podemos notar en su buen y agradable sabor. En la investigación se realizó análisis en el laboratorio para los parámetros físico-químicos en la Universidad Nacional Agraria de la Selva y para el caso de los parámetros bacteriológicos en el laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Huánuco.

Se hicieron uso de material de vidrio y plástico en el caso de frascos muestreadores aparte de otros utensilios menores como por ejemplo las etiquetas y la cadena de custodia.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.	1
1.2. Delimitación de la investigación.	3
1.3. Formulación del problema.....	5
1.3.1. Problema general	5
1.3.2. Problemas específicos	5
1.4. Formulación de objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Justificación de la investigación	6
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6

CAPITULO II

MARCO TEÒRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	8
2.1.2.	Antecedentes nacionales	8
2.1.3.	Antecedentes internacionales.....	10
2.2.	Bases teóricas y científicas.....	11
2.2.1.	El Agua – Concepto.....	11
2.2.2.	Usos del agua	12
2.2.3.	Tipos de fuentes de agua	13
2.2.4.	Contaminación del Agua	15
2.2.5.	Potabilización del agua.....	16
2.3.	Definición de términos básicos	18
2.4.	Formulación de hipótesis	21
2.4.1.	Hipótesis general.....	21
2.4.2.	Hipótesis específica.....	21
2.5.	Identificación de variables.....	21
2.5.1.	Variable independiente.....	21
2.5.2.	Variable dependiente.....	22
2.5.3.	Variable interviniente	22
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	22

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	23
3.2. Nivel de investigación	23
3.3. Métodos de investigación.....	23
3.4. Diseño de investigación	24
3.5. Población y muestra	24
3.5.1. Población	24
3.5.2. Muestra	24
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	24
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	25
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	25
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	26
3.9. Tratamiento estadístico.....	26
3.10. Orientación ética, filosòfica y epistèmica.....	27

CAPITULI IV

RESULTADOS Y DISCUSIÒN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	28
4.1.1. Zona de influencia donde se desarrolló el proyecto.....	28
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	29

4.2.1. Calendario de trabajo de muestreo.....	29
4.2.2. Trabajos “in situ” desarrollados.....	30
4.2.3. Resultados Físico-Químicos.....	31
4.3. Prueba de Hipótesis.....	36
4.4. Discusión de resultados.....	36

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.

El problema del agua es la escasez debido a la sobrepoblación, cada año se incrementa más la población de tal manera que este necesita altos niveles de volúmenes de agua para la agricultura, la industria, la ganadería y sobre todo en la alimentación y aseo de las personas. A su vez, el calentamiento global y la contaminación antropogénica. Para la primera, hace que se incrementen mayores cantidades de vapor de agua manteniéndose en forma de nubes en nuestra atmósfera.

Se concluye que no sucede que el agua pueda acabarse, sino que ésta será inalcanzable para la mayoría de seres humanos creando un caos en la superficie terrestre. La única solución es limitar la explosión demográfica, pero para ello, es necesario tomar conciencia del problema tomando medidas extremas como lo hizo el ex presidente Alberto Fujimori en su gobierno. Lamentablemente no hay otra manera.

Cada año se reúnen los países en las famosas Conferencias “Cumbres de la Tierra” (COP’s), a tal punto que ya se está por la COP26 realizada en la ciudad de Glasgow – Escocia desde el 31 de octubre al 12 de noviembre del año 2021 en la conferencia se ha tratado temas sobre la lucha contra el cambio climático y otros. Pero, siempre se firman papeles, se llenan de promesas y muy poco se hace para remediar el problema ambiental generado por la avaricia de las grandes potencias.



Fig. 01 COP26 en Glasgow, Escocia

En el Perú, los que tienen que soportar con los escasos del agua ya sea por el cambio climático o no, son los pueblos pobres y marginados por muchos años por los gobiernos de turno, sin embargo; ellos de alguna manera solucionan su problema abasteciéndose de un puquial o pozo de afloramiento, lo tratan con un desinfectante previo a fin de contar con un agua que minimice el problema. Es el caso de la presente tesis que toma como referencia la población de Tomaykichua en la provincia de Ambo Región Huánuco para verificar la calidad

del agua que está consumiendo, comparando sus parámetros de calidad con los dados por la OMS según sus guías, las cuales han sido publicadas a nivel mundial.

1.2. Delimitación de la investigación.

La investigación está delimitada bajo los siguientes aspectos:

- a) **Territorial.** Para llevar a cabo esta investigación se ha tomado a la localidad de Tomaykichua, provincia de Ambo, región Huánuco. Está ubicada cerca de 20 km de la ciudad capital de la región Huánuco, a una altitud de 2040 m.s.n.m. y coordenadas de ubicación: 10°04'50"S y 76°13'20"O. Los lugares que destacan por su legado cultural histórico y natural son: La casa de la Perricholi, la hacienda Cachigaga donde se procesa la caña de azúcar y el ayuntamiento.
- b) **Social.** Con esta investigación, los moradores de la ciudad de Tomaykichua aseguran un abastecimiento de agua garantizando la salud y tranquilidad cumpliendo con la Constitución Política del Perú que las personas puedan vivir una forma libre y saludable.
- c) **Económico.** Las personas tendrán la oportunidad de desarrollar sus actividades en forma normal, especialmente la agricultura, dentro de lo económico con un agua que garantice la calidad y la mejor oferta en los mercados de sus productos.
- d) **Temporal.** Los meses de abril a junio del 2022, son los escogidos para desarrollar la investigación por ser inicio del verano en donde no se perciben lluvias fuertes que alteran los resultados.



Fig. 02 La casa de la Perricholi



Fig. 03 Ayuntamiento de Tomaykichua

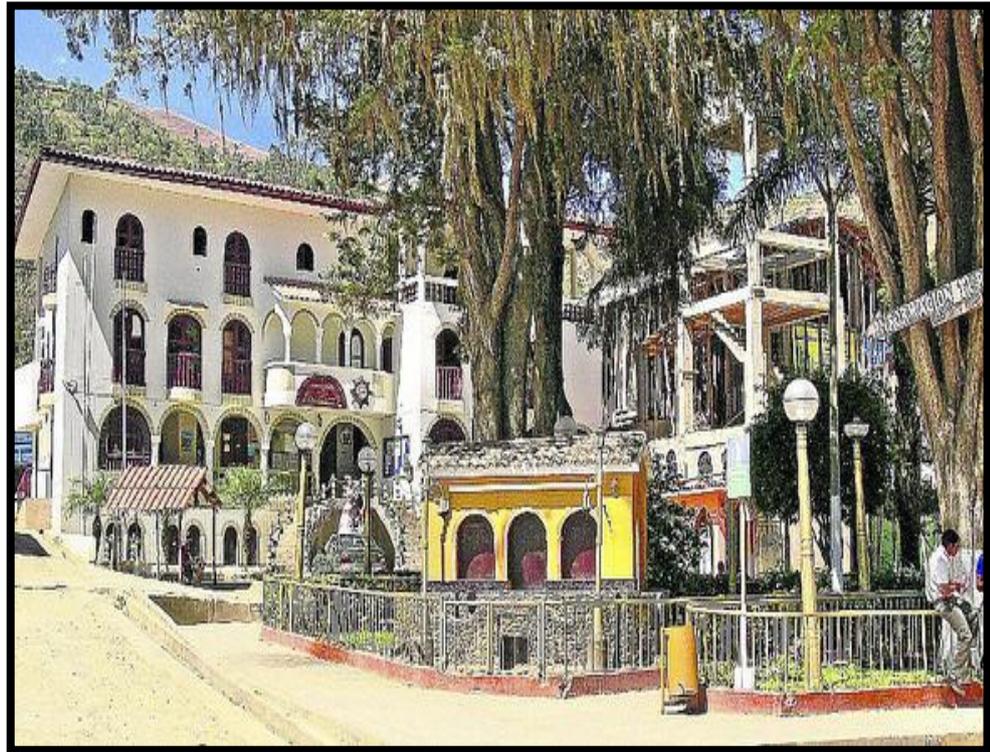


Fig. 04 Plaza de Armas de Tomaykichua

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Es apta la calidad del agua que consume la población de Tomaykichua entre los meses de abril a junio del 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los parámetros físico - químicos del agua de consumo humano en Tomaykichua entre los meses de abril a junio del 2022?
- ¿Cuáles son los parámetros bacteriológicos del agua de consumo humano en Tomaykichua entre los meses de abril a junio del 2022?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Investigar la calidad de agua que está consumiendo la población de Tomaykichua entre los meses de abril a junio del 2022.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad físico química que está consumiendo la población de Tomaykichua entre los meses de abril a junio del 2022.
- Determinar la calidad bacteriológica que está consumiendo la población de Tomaykichua entre los meses de abril a junio del 2022.

1.5. Justificación de la investigación

La investigación presentada es de gran importancia porque si se cuenta con agua de baja calidad, esta logra contribuir a la transmisión de distintas enfermedades estomacales y diarreicas en la población infantil, ay que estos son los que se ven fácilmente vulnerados.

Gracias a esta investigación podemos comprobar con los monitoreos propuestos, la concentración de cada parámetro tanto físico - químicos como bacteriológicos con valores que exigen como límites máximos permisibles de acuerdo a las normas del país y comprobar que el agua que consume una población cumple o no con estas exigencias.

Es necesario crear conocimiento de contaminación y cuidados de este recurso hídrico dentro de la población de Tomaykichua para contar con un manejo adecuado y preservación de este recurso a través del tiempo, asegurando a si la buena salud de sus moradores.

1.6. Limitaciones de la investigación

- Poco interés por parte de las autoridades al no capacitar a la JASS preferentemente, con el manejo correcto y oportuno del agua que consume la población.
- Manejo del monitoreo periódico y constante de la línea de distribución de agua hacia la ciudad de Tomaykichua.

- No se cuenta con equipos adecuados por parte de la universidad, lo que tiene que desembolsar costos elevados tanto en análisis como en monitoreos de las muestras de agua.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.2. Antecedentes nacionales

“Evaluación de las características del agua para consumo humano, en pozos tubulares y su incidencia en la salud, en los asentamientos humanos Los Olivos y Los 4 suyos, distrito de Calleria, departamento Ucayali, 2018” (Dávila e Inuma, 2019)

En este estudio se evaluó la calidad del agua para consumo humano, realizándose análisis físico químicos y microbiológico a las muestras de agua de pozos y de las viviendas. Los resultados se compararon con los establecidos por el reglamento para agua de consumo humano del MINSA. Donde los parámetros físicos fueron aceptables a excepción del color, en cambio en los parámetros microbiológicos se evidenció presencia de coliformes termotolerantes. Concluyendo que los pobladores están recepcionando agua no apta para consumo humano, sin embargo, son conscientes de los daños a la salud, por ello hierven el agua como medida de prevención, pero eso no es suficiente ya que se presentan casos de enfermedades diarreicas agudas en los pobladores más vulnerables, como son los niños.

“Captación de agua de niebla y análisis de la calidad para consumo humano en el asentamiento humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016” (Pérez, 2019)

En esta investigación se utilizó un sistema denominado “neblinómetro” para captar agua de la niebla y determinar su calidad para agua de consumo humano. Estos tres neblinómetros constan de postes de madera para dar estabilidad, mallas, canaleta de aluminio para recepcionar el agua, la que es interceptada por la malla, estos son enviados por una manguera hacia un balde de más o menos 20 litros de capacidad para su acopio de agua captada. Se estudió estas aguas durante 6 meses determinando sus características organolépticas y microbiológicas, comparando los resultados con el reglamento de calidad del agua para consumo humano. Estos resultados arrojaron valores menores a los límites máximos permisibles entre los meses de julio y setiembre, mientras que en el resto de meses los valores exceden los límites, esto es debido a la suspensión que hay alrededor de las heces de las aves y el polvo. Este método de captación de agua de niebla es una salida para solucionar la escasez de agua en el lugar, pero no es apta para consumo humano de forma directa.

“Calidad ambiental y tratamiento de agua de quebradas destinadas al consumo humano. Una revisión sistemática” (Quispe, 2020)

En este trabajo se revisó sistemáticamente 21 artículos de investigación, analizando la tendencia tales como: calidad físico químico del agua de quebradas, calidad microbiológica del agua de quebrada y tratamiento de potabilización; en todos concluye que es pertinente realizar un tratamiento convencional.

“Análisis físico y químico del agua potable del distrito Laredo – Trujillo 2017” (Torres, 2019)

En este trabajo se realizó la evaluación física y química del agua potable que consumen los habitantes del distrito de Laredo en Trujillo, tomándose

muestras de diferentes viviendas elegidas en orden aleatorio. Los resultados físicos evaluados fueron las características organolépticas; mientras que en los análisis químicos se evaluaron alcalinidad, dureza total y cloruros, encontrándose dentro los parámetros máximos permitidos. Esto conllevó a conclusión que esta agua potabilizada se encuentra idóneo para el consumo.

2.1.3. Antecedentes internacionales

“Calidad del agua para consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución, y consumo en el cantón La Maná, provincia Cotopaxi” (Duarte, 2019)

En esta investigación se aplicó encuestas y entrevistas, a la población y a los encargados de la planta potabilizadora de agua. Se realizó la evaluación física – químico y microbiológico, comparando los resultados con los índices norteamericanos NSF y Dinius, y el índice colombiano ICAUCA. De los cuales no se obtuvieron los resultados de un agua apta para consumo humano en cada una de las etapas considerándola de mala calidad.

“Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida La encrucijada, Chiapas, México” (Faviel, Infante y Molina, 2020)

En este trabajo de investigación se evaluó la calidad, disponibilidad y accesibilidad de aguas de pozos y agua embotellada mediante entrevistas domiciliarias a los pobladores y medición de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. El resultado obtenido en las encuestas arrojó la información sobre los pobladores, los cuales perciben una variación del sabor del agua para los meses de escaseo de agua en los pozos que los que tienen acceso al agua entubada. Los resultados fisicoquímicos presentaron valores altos con presencia de coliformes fecales.

“Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en el municipio de San Roque, Antioquía”. (Londoño, 2020)

Para el caso de este estudio, se evaluó la calidad de agua que es de consumo humano de la zona urbana, el cual tiene un sistema de potabilización y en la zona rural donde se abastecen de agua superficial cruda. Se analizaron las muestras de agua potable y agua superficial cruda, obteniendo resultados en donde indicaron que el agua potable si cumple con los valores regidos por el reglamento del Ministerio de salud y medio ambiente sin embargo el agua superficial cruda evidenció presencia de coliformes totales y E. coli entre otros metales pesados. Se aplicaron métodos físico químicos y microbiológicos indicando que el agua de la zona urbana si es apta para consumo mientras que, en la zona rural, suele no serlo, por lo que esto vendría a ser de riesgo en cuanto a salud de la población. El estudio otorga unas recomendaciones para solucionar las necesidades básicas insatisfechas al acceso del agua potable.

“Calidad de agua para consumo en tres localidades de la provincia de Chaco, Argentina” (Gonzáles, 2018)

En este estudio se determinó la situación del agua que consumen sus pobladores en tres localidades. Se tomaron muestras de agua de lluvia, subterránea y de río para analizarlas en el laboratorio, luego se determinó los niveles de arsénico y microorganismos presentes. Los resultados evidenciaron valores que excedían los límites máximos permisibles establecidos por el Código Alimentario Argentino y la presencia de E. Coli en las tres muestras de agua.

2.2. Bases teóricas y científicas

2.2.1. El Agua – Concepto

Es un compuesto químico cuyo nombre proviene del latín *acuo*. Este se caracteriza por ser un líquido que carece de sabor y de olor, completamente transparente.

“El agua, alimento esencial para los animales incluido el hombre, frecuentemente actúa como vehículo de transmisión de microorganismos entéricos”. (Apella, 2005)

Cada molécula de agua que tiene se encuentra compuesta por la unión de 2 átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Henry Cavendish el año 1782 determinó que la separación entre ambos átomos de hidrógeno es de $104^{\circ}27'$. Si tuviera otro ángulo de separación de estos átomos, el agua se tornaría totalmente diferente en sus propiedades físicas y químicas que incluso no serviría para beberla. Existe una proporción de 88,8 % de oxígeno y 11,2 % de hidrógeno en el agua líquida y, sólo una pequeñísima cantidad en forma iónica hidrógeno y oxígeno que se producen por disociación a una determinada temperatura.



2.2.2. Usos del agua

- a) **Uso doméstico.** Se usa en nuestra alimentación, la limpieza, lavado de ropa, y aseo personal.
- b) **Uso urbano.** Aseo de las calles de pueblos y grandes ciudades, riego de parques y jardines y otros como negocios y usos de interés general, etc.
- c) **Uso en la actividad agropecuaria.** Para el agro, generalmente se emplea para riego de campos agrícolas. En el caso ganadero, comúnmente para la alimentación de los mismos animales y su limpieza de establos y entre más instalaciones.

- d) **Uso en la industria.** Generalmente se identifica para los procesos de fabricación que se requieren para la producción de bienes, por ejemplo en la panificación.
- e) **Uso en las hidroeléctricas.** Producción de energía eléctrica convirtiéndola a partir de la energía potencial o de altura.
- f) **Deporte y Diversión.** Utiliza los ríos, mar, piscinas y lagos, para un gran número de deportes: windsurf, natación, esquí acuático, etc.

2.2.3. Tipos de fuentes de agua

Dado que gran parte del agua de la tierra procede de océanos los cuales constan del casi 70% de superficie, la cual viene siendo excesivamente salada para ingerirlo comúnmente, pero aun disponemos de zonas en la tierra las cuales podemos disponer de agua dulce.

- a) **Aguas atmosféricas.** En este caso mencionamos al agua que se ha vaporizado en la atmósfera estando en la tierra, la cual pasó a ser lluvia. En este proceso del agua, este se convierte de salado a dulce y tiende a almacenarse en distintos lugares del mundo, estas suelen ser usadas para suministro de agua potable los cuales por lo general se usan en los cultivos. “Mediante la aplicación de la condensación pasiva, la humedad relativa de 90-100% se capta como agua atmosférica entre 10 y 4 L·m²·día⁻¹. La condensación activa y la humedad relativa entre 30-70% desarrolla prototipos, como el Higroiman CP-HID-03, que inducen el punto de rocío, obteniendo hasta 1.98 L·m²·día⁻¹ de agua”. (Bautista, 2013)
- b) **Aguas subterráneas.** Bajo tierra existe una enorme fuente de agua dulce. Tenemos a la fuente más grande de agua dulce, que es el agua subterránea, esta también viene a ser la segunda en la categoría general de agua, ya que lo es porque el primer lugar la ocupa el agua de los océanos. Se sabe por

lógica sobre el agua salada que esta no puede ser consumida por las personas o los animales, esto también ocurre para el caso de agua dulce, pero, también tenemos otro porcentaje de aguas dulces y esta puede ser desalinizada y refinada más fácilmente, esta se llama agua subterránea, esto con el fin de poder distribuir agua potable segura para la población.

- c) **Aguas superficiales.** Para este caso nos referimos a “ríos, lagos, arroyos y manantiales naturales, estos se consideran como fuentes de agua superficial, ellos constituyen la última fracción de una gran cantidad del agua dulce de la Tierra (0.0014 %). Se conoce de la existencia de millones de lagos de agua dulce, extensos kilómetros de ríos y arroyos en todo el planeta, pero, aun así, las fuentes de agua que se menciona, solo es una cantidad muy mínima de agua dulce. Pero aun así estas son de una gran importancia. Nosotros consumimos como agua potable gran parte de lo que procede del agua dulce. Es así que el agua superficial continuará como una de nuestras fuentes más importantes de agua dulce”. (Japac, 2016)
- d) **Aguas provenientes de glaciares.** Al referirnos al cambio climático rápidamente recordamos este es un tema de gran importancia referente a los problemas que incluye, sobre todo el derretimiento en los cascos polares y junto a ellos la disminución de sus barreras de hielo en todo el ártico. Tanto el agua subterránea y el hielo se encargan de conformar la segunda fuente más grande de agua dulce en toda la tierra, esto constituye casi el 2% de agua en todo el planeta. Se conoce que poder usar el agua, tanto subterránea y la del mar es muy complicado, lo mismo sucede con el agua de los glaciares, si bien se conoce que es difícil, tampoco significa que sea imposible lograr potabilizarlos.

2.2.4. Contaminación del Agua

Dentro de los diferentes medios de contaminación del agua se considera al empeoramiento respecto a la calidad de nuestro más importante recurso, es por ello que este vendría a ser una gran amenaza latente para la salud de todo el planeta y aquellos que habitamos en él.

Se considera como las causas principales para contaminación del agua:

- a) **Vertido de contaminantes en el agua:** estos también suelen originarse por la producción industrial como a su vez de los desechos de basura que se obtiene por la simple actividad humana diaria. Hoy en día el humano tiene una dura batalla contra la contaminación en la cual se enfrenta a los microplásticos.
- b) **El calentamiento global** es quien perturba la armonía que tienen los océanos. Para esto, tenemos como uno de los tantos efectos a la pérdida de oxígeno que ocurre en el agua la cual pone en riesgo la existencia de la biodiversidad.
- c) **La deforestación** se incluye dentro de las causas que alimentan la contaminación en hay en el agua. Considerado a la aparición de sedimentos como el efecto más nocivo sobre la tala de árboles el cual tiene como fin el agua que tenemos en todos los océanos y ríos, esto hace que la calidad del mismo sea dañina para el planeta que habitamos.
- d) **Aguas fecales:** La ONU dio aviso de alerta que gravemente nuestros mares y océanos están viéndose comprometidos con la presencia de más del 80% que aguas residuales que llegan a estos sin depurar.
- e) **Tráfico marítimo:** Esta es considerada como una de las causas principales para la contaminación por plásticos, esto se debe a la acción provocada por los barcos pesqueros y petroleros, la cual perjudica gravemente a los mares

y/u océanos ya que es ahí donde llega gran parte de los residuos que estos lanzan y así se provoca una contaminación muy nociva.

- f) **Los derrames de combustible** forman parte de las causas más típicas y recurrentes respecto a la contaminación del agua. A su vez, se puede provocar filtraciones las cuales dan a parar en el mar, los cuales son ocasionados por el traslado y acopio de petróleo.

2.2.5. Potabilización del agua

La potabilización es la interacción o los ciclos a los cuales se somete el agua para que así este logre ser consumida por las personas sin que pueda convertirse en un riesgo para el bienestar de los mismos.

El lograr la potabilización de este líquido, o a lo que también se refiere, poder convertirla en agua que sea bueno para el uso del humano, significa exponer al agua bruta a una cantidad de procesos físicos y químicos encadenados para poder eliminar los minerales, minerales orgánicos y cualquier contaminante biológico que se encuentre presente en el agua el cual pueda representar un gran riesgo para la salud de la población.

Red de abastecimiento de agua: Este es un proceso de potabilización del agua es el cual conforma la red o el sistema de abastecimiento de agua potable, este logra dirigir el recurso hídrico que será de uso doméstico. Conforman las siguientes fases:

- **Captación:** el agua bruta suele originarse en las aguas superficiales como los lagos, ríos, acequias, etc o en las aguas subterráneas de los manantiales y pozos. Mientras mayor sea su calidad se requerirá menores tratamientos en lo que respecta a la potabilización a ejecutar.
- **Potabilización:** Esto se ejecuta en las plantas potabilizadoras, lo cual se denomina como conjunto de tratamientos y estos hacen que el agua pueda

volverse apta para el consumo masivo de los seres humanos y así beberse con la garantía de calidad respectiva.

- **Almacenamiento:** Se acopia en depósitos que son protegidos, que son correctamente conservados y respectivamente limpios. Comúnmente se elaboran depósitos que se encuentran elevados para lograr reforzar su distribución mediante la gravedad iniciando en el depósito de almacenamiento de agua tratada.
- **Distribución y transporte:** Variedad de conductos de transporte que son formadas por tuberías a presión o canales cubiertos bajo tierra los cuales transportan el agua hacia depósitos urbanos y/o generalmente a las redes de distribución.
- **Vigilancia y control:** se elaboran análisis químicos y biológicos de distintos parámetros del agua, así se logra asegurar tanto la calidad y potabilidad en la salida de la planta y en otros puntos de la red de distribución.

Proceso de potabilización del agua

Para el proceso de potabilización del agua, este se realiza en la estación de tratamiento de agua potable o reconocida con sus siglas "ETAP" las cuales generalmente se refiere a las instalaciones de las plantas potabilizadoras, aquí se somete al agua bruta a una variedad de etapas las cuales tienen la finalidad de exterminar a toda sustancia que no sea apta para consumo del humano.

El tratamiento de aguas se logra ejecutar debido a distintos procesos encadenados, estos dependen de ciertos caracteres del agua a tratar. Por lo general son las siguientes fases:

- **Pre-tratamiento del agua:** se lleva a cabo el primer cribado que sirve para expeler los sólidos de numeroso tamaño los cuales están presentes en el agua. Para separar la arena que pueda tener el agua se utiliza la ayuda del

desarenador, así se logra evitar dañar las bombas que se tiene en la planta potabilizadora. La pre-desinfección es comúnmente usada en esta etapa para lograr de eliminar sustancias orgánicas que puedan quedarse.

- **Coagulación-Floculación:** estas bombas son de una baja presión y conducen al agua hacia una cámara para la mezcla, es ahí donde se agregan los agentes que logran potabilizar el agua. Es aquí donde se adecua el pH por medio de la adición de ácidos o de álcalis el cual se agrega al agua agentes coagulantes.
- **Decantación:** en el decantador se logra desunir por gravedad a las partículas, las cuales están suspendidas al trasportar agua. En el fondo logran quedarse los sedimentos nocivos más pesados, es ahí que al final logran eliminarse.
- **Filtración:** Para poder extinguir los sedimentos que suelen ser los más pesados, se debe cruzar el agua por un medio poroso.
- **Desinfección:** por último, para lograr eliminar cualquier virus o bacteria que aun exista debemos añadir cloro.
- **Análisis:** cuando ya haya culminado el proceso en la ETAP, suele ser de suma importancia gestionar y efectuar distintos análisis al agua y así asegurar que el proceso de potabilización haya sido triunfante. Para cada país, el agua potable debe cumplir como norma reglamentaria vigente las siguientes características: incolora, inodora e insípida.

Tal que ha venido mencionándose con anterioridad, en el proceso de la potabilización de agua varía en función de las condiciones naturales del territorio, logrando así hacerlo dificultoso y de muy alto costo si en la fuente de agua se logra detectar la presencia de sales y/o metales pesados.

2.3. Definición de términos básicos

- **Acidez.** Cuando el líquido estudiado muestra valores de 1 a 6.9 de potencial en hidrógeno.
- **Acuífero.** Depósito natural del agua por afluencia o condensación.

- **Agua apta para consumo humano.** Agua de uso masivo uso de la población terrestre, el cual comúnmente se utiliza en cualquier actividad que estos realicen para su vida diaria.
- **Agua atmosférica.** Es el agua que otorga la propia atmósfera, la cual se cuenta suspendida y no ha tocado el suelo.
- **Agua cruda.** Nos referimos al agua que carece de algún tratamiento y no tiene red de distribución.
- **Agua natural.** Agua que logra llegar de ríos, lagunas, acuíferos y todo aquel que circula encima de la tierra.
- **Agua potable.** Es el agua que satisfactoriamente suele ser consumida sin que cause riesgo para la salud.
- **Agua subterránea.** Este es el agua que está ubicado debajo la superficie que hay en el suelo.
- **Agua superficial.** Por el contrario, al anterior término, este se refiere al agua que circula sobre la superficie del suelo.

Agua tratada. Es el agua que ha recibido diversos procesos para que sea provechosa en el consumo humano.

Análisis físico y químico del agua. Es conjunto de técnicas y métodos que determinan las características y composición física y química del agua.

Análisis microbiológico del agua. Unión de operaciones con el rumbo a definir los microorganismos que son existentes en la muestra que se toma del agua.

- **Basicidad.** Sinónimo de alcalino cuando se alcanza un potencial de hidrogeno entre 8 a 14.
- **Basura.** Sinónimo de residuos sólidos, material desechado por el ser humano después de haberle dado uso.

- **Cloración.** Es el método que comúnmente se usa para la desinfección con cloro activo.
- **Cloro Residual.** Es el cloro remanente en el agua potable, el cual se usa para eliminar microorganismos.
- **Coliformes fecales.** Son los microorganismos que provienen de la actividad biológica humana y animal.
- **Coliformes totales.** Son los microorganismos provenientes de la naturaleza.
- **Efluente.** Salida de líquidos y sólidos después de haberse procesado la materia orgánica.
- **Inertes.** Productos o residuos no tóxicos ni peligrosos para la salud humana por no haber recibido transformaciones físico químicas ni biológicas.
- **u) Límites máximos permisibles.** Estos son los valores máximos que se permiten en los parámetros respecto a la calidad del agua.
- **Lixiviados.** Líquidos liberados en un vertedero por descomposición de la materia orgánica o dilución de rocas o metales.
- **Manantial.** Agua que sale del suelo o de entre las rocas de forma natural.
- **Metales pesados.** Son elementos que se encuentran en muy pequeñas cantidades y requieren tratamientos especiales para eliminarlas.
- **Parámetros físicos.** Son las características físicas que son aptas de percibir los diferentes sentidos, como el sabor, olor, textura y color.
- **Parámetros microbiológicos.** Estos se encargan de indicar la presencia de microorganismos patógenos, estos pueden evidenciar al agua que es de uso para el ser humano.
- **Parámetros químicos.** Son las características químicas de los elementos a estudiar.
- **pH.** potencial de hidrogeno que sirve para medir la acidez y basicidad de cualquier solución

- **Reservorio.** Depósito para almacenar agua.
- **Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.** Instalaciones físicas que trabajan de manera mecánica para transportar agua desde su captación hasta su consumo.
- **Toma de muestra de agua para consumo humano.** Técnica por el cual se sustrae en un depósito cierto volumen de agua para ser llevada a analizar determinado si es apta para su consumo.
- **Vertido.** Deposición de los resultados en un lugar de desechos determinado por la contaminación del material.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La calidad del agua de consumo humano de Tomaykichua en Ambo – Huánuco entre los meses de abril a junio del 2022 es apta para el consumo de sus habitantes.

2.4.2. Hipótesis específica

- La concentración de minerales evidenciados en el agua que consume la población de Tomaykichua determinaran la calidad físico - química.
- La presencia o ausencia de microorganismos en el agua que consume la población de Tomaykichua determinaran la calidad microbiológica.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

La variable independiente son los parámetros físicos y químicos como: la temperatura, turbiedad, pH, dureza, conductividad, color, sólidos disueltos totales; y los parámetros microbiológicos como son: coliformes totales y coliformes fecales.

2.5.2. Variable dependiente

- La variable dependiente es la calidad actual del agua de consumo en Tomaykichua.

2.5.3. Variable interviniente

- La variable interviniente es la contaminación del agua y las precipitaciones.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

La definición operacional determinará la medición de las variables en esta investigación como son los parámetros físico – químicos con indicadores: Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Mg, Na, K., pH, temperatura y, conductividad eléctrica y los parámetros microbiológicos con indicadores que son los coliformes termo tolerantes y totales. Además, los procedimientos que se utilizarán y los valores que puedan tomar.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación para este trabajo es prospectivo, seccional y descriptivo. Dado que actualmente los habitantes de la región de Tomaykichua, Ambo - Huánuco consumen agua que tiene los datos o valores del muestreo que reflejan la evolución natural de la calidad del agua, estos datos se recopilieron utilizando las propias mediciones del investigador para estimar, describir y verificar la condición del problema.

3.2. Nivel de investigación

El presente trabajo de acuerdo con el propósito de investigación que se realiza es de tipo Aplicativo.

3.3. Métodos de investigación

Dado que está dirigido a verificar la hipótesis general y específicas, así como el conjunto de objetivos, este trabajo se desarrollará de acuerdo con la metodología del método cuantitativo.

En este trabajo se utiliza el método cuantitativo para evaluar los valores o datos obtenidos para cada variable utilizando instrumentos de medición

adecuados, para probar la hipótesis general y específicas, realizando las mediciones numéricas, de conteo y estadísticas, para determinar con precisión las variables a determinar la calidad del agua doméstica en Tomaykichua, Ambo - Huánuco.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación de este trabajo es no experimental, debido a que no se manipularán las variables, y son resultado de la observación, donde se describe, relaciona y finalmente se compara los resultados.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población que se tomará en esta investigación es el agua de consumo de los pobladores de Tomaykichua, Ambo - Huánuco.

3.5.2. Muestra

Las muestras son las porciones de agua colectadas en los monitoreos.



Fig. 06 Tesista recolectando las muestras de la captación del sistema de agua

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Primero, se determinó el área de estudio. Entonces usamos los instrumentos para la respectiva toma de muestras, esto nos ayudará a recoger

los datos, llevar un registro de los principales puntos de monitoreo que serán llevados posteriormente al laboratorio para sus análisis físico – químico y bacteriológico.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Se hará uso del documento que acredite el uso de diversos equipos e instrumentos tanto para la toma de muestra y como para el análisis de la calidad del agua que consume Tomaykichua, Ambo – Huánuco junto con los métodos apropiados de recolección, transporte y almacenamiento que se utilizarán para obtener muestras aptas.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Parámetros de calidad y límites máximo permisibles

El agua potable, también llamada para consumo humano, debe cumplir con las disposiciones legales nacionales, a falta de éstas, se toman en cuenta normas internacionales. Los límites máximo permisibles (LMP) referenciales (**) para el agua potable de los parámetros que se controlan actualmente, se indican en el cuadro siguiente.

LIMITES PERMISIBLES REFERENCIALES DE PARAMETROS DE AGUA	MAXIMO (LMP) DE LOS CALIDAD DEL PARAMETRO	P	LM	Referencia
Coliformes totales, UFC/100 mL		0 (ausencia)		(1)
Coliformes termotolerantes, UFC/100 MI		0 (ausencia)		(1)
Bacterias heterotróficas, UFC/mL		500		(1)
pH		6,5 – 8,5		(1)
Turbiedad, UNT		5		(1)
Conductividad, 25°C uS/cm		150		(3)
		0		

Color, UCV – Pt-Co	20	(2)
Cloruros, mg/L	250	(2)
Sulfatos, mg/L	250	(2)
Dureza, mg/L	500	(3)
Nitratos, mg NO ₃ -/L (*)	50	(1)
Hierro, mg/L	0,3	0,3 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Manganeso, mg/L	0,2	0,2 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Aluminio, mg/L	0,2	(1)
Cobre, mg/L	3	(2)
Plomo, mg/L (*)	0,1	(2)
Cadmio, mg/L (*)	0,0	(1)
	03	
Arsénico, mg/L (*)	0,1	(2)
Mercurio, mg/L (*)	0,0	(1)
	01	
Cromo, mg/L (*)	0,0	(1)
	5	
Flúor, mg/L	2	(2)
Selenio, mg/L	0,0	(2)
	5	

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se analizarán los datos o valores obtenidos de las variables y serán relacionados con los estándares ambientales aplicables, con los Estándares de Calidad Ambiental, las normas de calidad del agua para agua de consumo humano y las recomendaciones de la OMS.

3.9. Tratamiento estadístico

Los datos obtenidos de cada una de las variables medidas serán exportadas al software Microsoft Excel para el tratamiento de estadístico respectivo.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El método utilizado no afecta la ecología del lugar muestreado, por el contrario, servirá como un medio para mejorar la calidad de vida de los habitantes al saber el estado de la calidad del agua que consumen.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Zona de influencia donde se desarrolló el proyecto

La presente investigación se llevó a cabo en la ciudad-districto de Tomayquichua provincia de Ambo, región Huánuco entre los meses de abril, mayo y junio del 2022. “Esta localidad se ubica a cerca de 19 km de la capital de la región Huánuco y a 4,5 km de la capital de provincia Ambo. Cuenta con una altitud de 2041 m.s.n.m. entre las coordenadas 10°04'50"S; 76°13'20"O". (Tomayquichua, s.), datos obtenidos que determinan la ubicación exacta del punto problema cual es determinar la calidad de agua potable que esta población está consumiendo corriendo riesgos de salud si se presentan descuidos en el manejo del recurso hídrico.



Fig. 07 Vista panorámica de Tomayquichua

Para lograr obtener resultados correctos y no erróneos, se ha podido realizar una limpieza profunda previamente a la obtención de las muestras en el grifo/caño que se encuentra en la vivienda, esta consistió en lavar en tres veces consecutivas el frasco, luego con un mechero a gasolina se tuvo que calentar para, finalmente tomar la muestra. Se tuvo que etiquetar para ser transportado al laboratorio con la respectiva Cadena de Custodia, este con el fin de poder garantizar los análisis.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Calendario de trabajo de muestreo

Se realizaron 6 veces el muestreo, cada quince días, dentro de los meses determinados del año 2022:

4 de abril del 2022

19 de abril del 2022

4 de mayo del 2022

19 de mayo del 2022

3 de junio del 2022

18 de junio del 2022

4.2.2. Trabajos “in situ” desarrollados.

Para esta parte, se pudo obtener las muestras en los puntos determinados, lo cual se llevó a cabo los determinantes “in situ” siguientes:

GPS: se pudo determinar donde se ubicaba la zona a muestrear. Se identificó y marcó cada punto de muestreo, es así como se determinó.

Termómetro: aquí se pudo determinar si hay una alta variación que pueda afectar su composición o precipitación de las muestras. Con el pH-metro se pudo ver la acidez de la muestra la cual se mantuvo en casi la mayoría de los muestreos.

Nos referimos a la temperatura como el parámetro importante, sobre todo en la solubilidad de gases, disolución de sales y, en determinar la acidez del agua. A altas temperaturas de descargas pueden producir daños en la flora y fauna acuática, esta gestiona la aceleración en las reacciones químicas la cual conlleva en la producción de precipitaciones y diluciones que logran menorar la presencia de oxígeno y aceleran el crecimiento excesivo de vegetación acuática (eutrofización).

pH-metro: su uso es de suma importancia ya que los valores que alcance el pH pueden hacer que el agua no pueda, en su gran mayoría de veces, usarse ni para la agricultura y con mayor razón ni para el consumo humano. Consideran como valores normales de 6 a 9.

Medidor de cloro libre o residual: Nos referimos a un colorímetro que puede detectar la existencia de cloro presente en las muestras, normalmente en las zonas de consumo (piletas); si por el caso fuera 0.5 ppm de cloro residual esta se podría considerar apta para uso humano. Para el caso, también se puede considerar valores normales entre 0.3 ppm a más.

Por último, también se tomó en cuenta el uso de guantes de látex y lentes de uso especial para el trabajo de cloración

4.2.3. Resultados Físico-Químicos

Tabla 01 Análisis físico-química de la captación potrero armatanga y pileta.

	FECHA	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
CAPTACIÓN	04/04/2022	VND	0.018	0.179	VND	0.095
	19/04/2022	VND	0.016	0.168	VND	0.098
	04/05/2022	VND	0.020	0.167	VND	0.087
	19/05/2022	VND	0.029	0.155	VND	0.090
	03/06/2022	VND	0.036	0.136	VND	0.088
	18/06/2022	VND	0.038	0.120	VND	0.060
PILETA	04/04/2022	VND	0.029	0.335	VND	0.390
	19/04/2022	VND	0.022	0.299	VND	0.345
	04/05/2022	VND	0.030	0.310	VND	0.307
	19/05/2022	VND	0.029	0.325	VND	0.315
	03/06/2022	VND	0.031	0.333	VND	0.320
	18/06/2022	VND	0.039	0.310	VND	0.303

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede apreciar cómo se indican los valores que se ha podido obtener en los análisis, estos en su mayoría se encuentran por debajo de los que se exige para el Cd, Cu, Fe, Pb y Zn con valores máximos permisibles del D. S. 031-2010-SA referidos a la calidad del agua de Consumo Humano o menos del punto de detección del Equipo de Absorción Atómica; es por eso, que se descartan en el presente estudio.

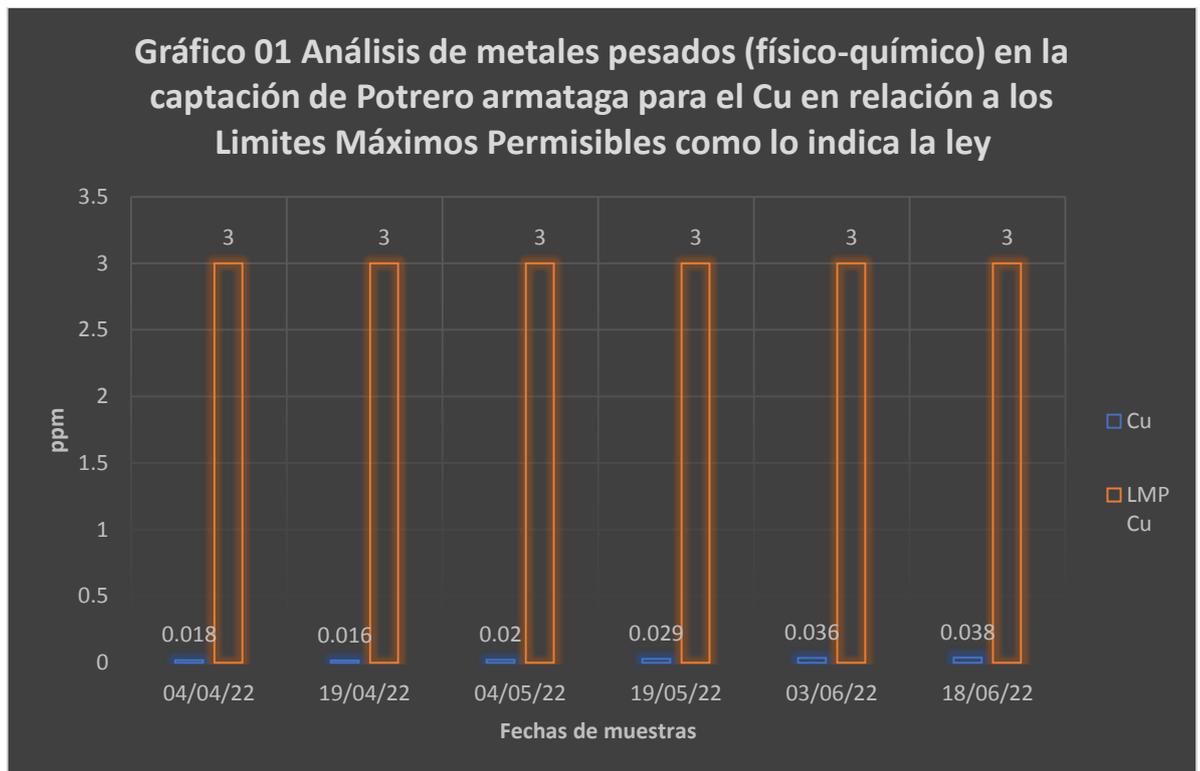


Gráfico 02 Análisis de metales pesados (físico-químico) en la pileta de Potrero armataga para el Cu en relación a los Limites Máximos Permisibles como lo indica la ley

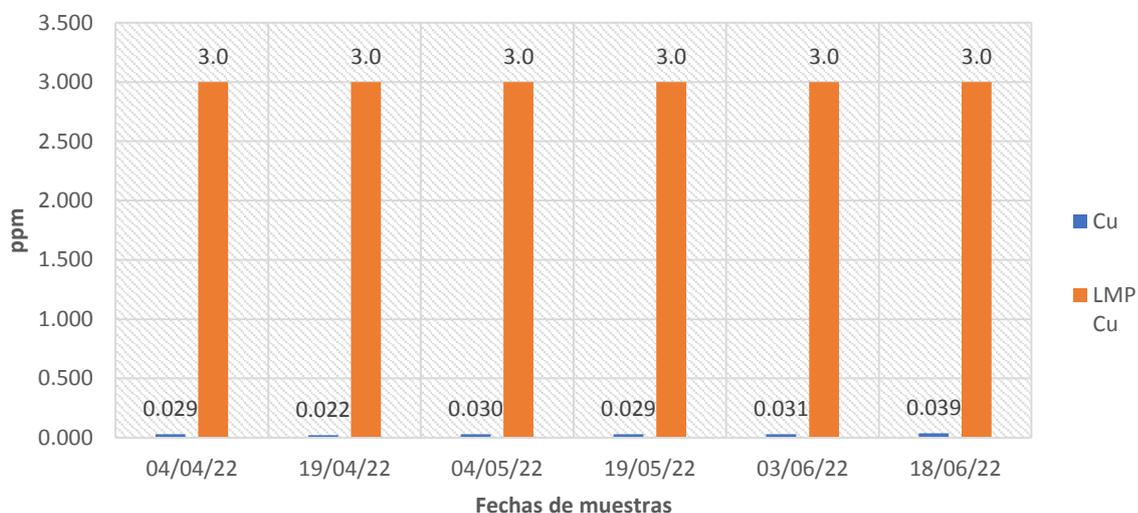


Gráfico 03 Análisis de metales pesados (físico-químico) en la captación de Potrero armataga para el Fe en relación a los Limites Máximos Permisibles como lo indica la ley



Gráfico 04 Análisis de metales pesados (físico-químico) en la pileta de Potrero armataga para el Fe en relación a los Limites Máximos Permisibles como lo indica la ley

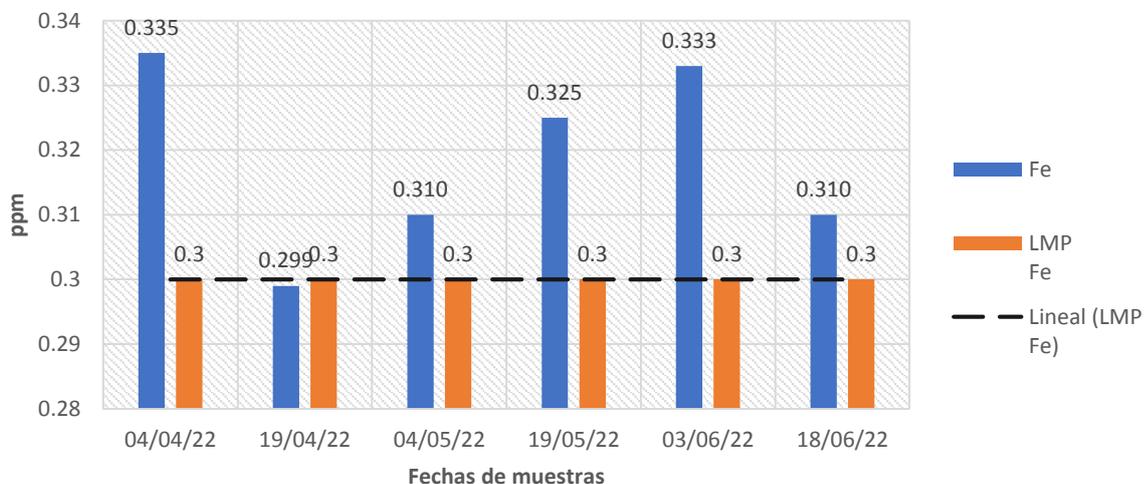


Gráfico 05 Análisis de metales pesados (físico-químico) en la captación de Potrero armataga para el Zn en relación a los Limites Máximos Permisibles como lo indica la ley

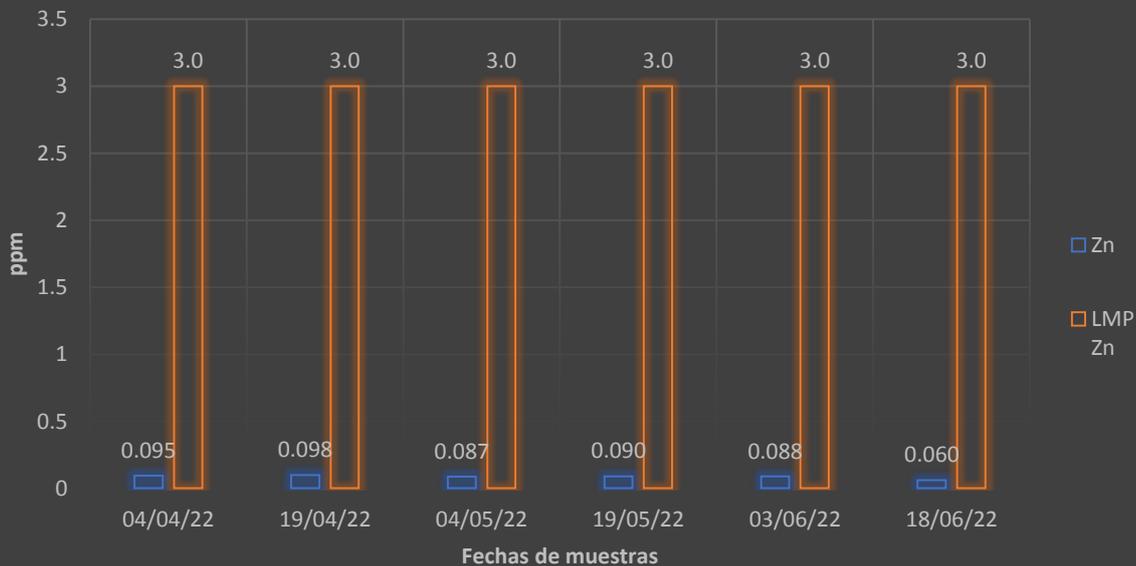
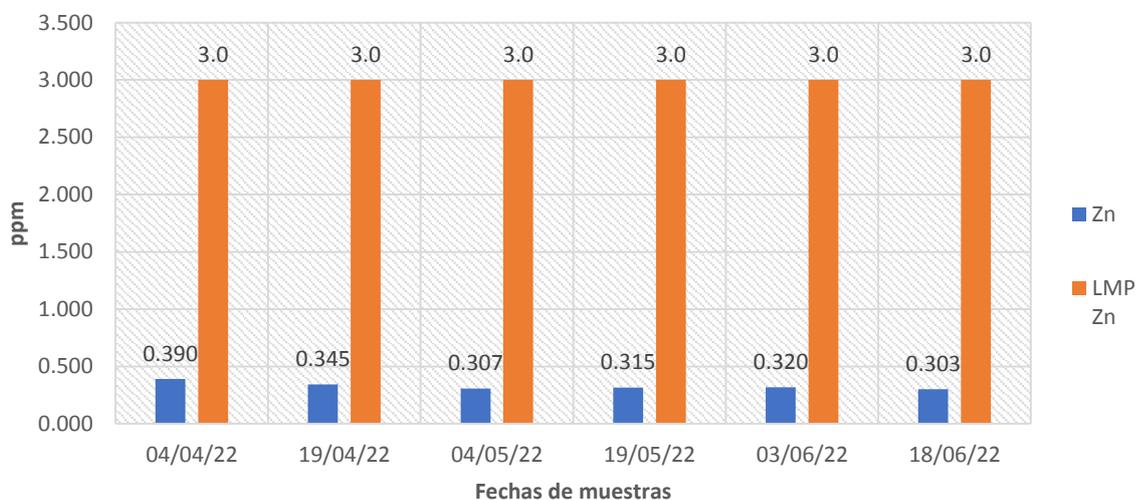


Gráfico 06 Análisis de metales pesados (físico-químico) en la pileta de Potrero armataga para el Zn en relación a los Limites Máximos Permisibles como lo indica la ley



En el gráfico 1 y gráfico 2 vemos que los resultados obtenidos en la captación y pileta respecto a Cu se encuentran por debajo de los LMP, aunque vemos un ligero aumento de la captación hacia la pileta, pero este sigue siendo adecuado.

El gráfico 3 y gráfico 4 muestran los niveles de Fe que se han obtenido en la captación y pileta respectivamente, este último muestra un aumento respectivo, sobrepasando así los LMP. Es así, por lo que podemos asumir que en el sistema de abducción se haya una parte metálica y como se encuentra enterrada no es detectable visiblemente.

Respecto al gráfico 5 y 6, vemos que tanto en la captación y pileta los resultados son favorables y están por debajo de los LMP, pero de igual manera podemos ver que hay un ligero aumento en la pileta, también deducimos que es por la misma razón que en los gráficos 3 y 4, pero estos siguen siendo aptos para el consumo humano.

4.3. Prueba de Hipótesis

Cuando se inició la investigación se dio como hipótesis a “**La calidad del agua de consumo humano de Tomaykichua en Ambo – Huánuco entre los meses de abril a junio del 2022 es apta para el consumo de sus habitantes**”

Una vez concluido la investigación, y según lo que respecta a la calidad del agua para consumo Humano, teniendo como referencia el Reglamento de la Calidad para el agua de Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, el cual se basa en las normas dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), al realizarse los análisis respectivos de las muestras tomadas, se pudo determinar que la hipótesis planteada es completamente válida.

4.4. Discusión de resultados

Tabla 02 Análisis bacteriológico de la captación y pileta de potrero armatanga

Fecha	Coliformes Totales, NMP/100 mL		Coliformes Fecales, NMP/100 mL	
	Captación	Pileta	Captación	Pileta
04/04/22	309	0	280	0
19/04/22	318	0	293	0
04/05/22	301	0	260	0
19/05/22	305	0	272	0
03/06/22	312	0	276	0
18/06/22	310	0	260	0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 02, la cual respecta a los análisis bacteriológicos se puede observar un incremento de contenido de coliformes fecales y coliformes totales respecto a la captación, esto se debe a que una parte de la línea de conducción se encuentra expuesta a la naturaleza, es así que en consecuencia de esta exposición los animales de pastoreo que son comunes en toda esta zona al hacer sus deposiciones, esto de alguna manera llega a dar en contacto con el agua, por lo que de esta manera los resultados de análisis respecto a la investigación se

han visto aumentadas en la zona de captación. Es así que, al verificar los resultados en lo que respecta a la pileta son muy distintos a la captación, esto debido a que cuando el agua pasa por el reservorio este es clorado y es así que el rastro de coliformes se extingue y es por eso que ya en la pileta no se ha encontrado coliformes, lo cual se considera como agua de buena calidad de acuerdo a las normas vigentes con respecto a los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA y con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua del D.S. N° 004-2017-MINAM.

CONCLUSIONES

Los análisis que se han llevado a cabo para las muestras, respecto a los parámetros físico-químico en el Laboratorio Químico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en la ciudad de Tingomaria y bacteriológico en el Laboratorio de la Dirección Regional de Salud en la ciudad de Huánuco, estos han podido determinar que el agua que se encuentran consumiendo los pobladores de Tomayquichua tiene en su mayoría propiedades libres de contaminantes tóxicos o dañinos lo que la hace bebible asegurando una buena calidad de vida de los moradores que se encuentran en esta parte del país.

Con respecto a la Tabla 01, hemos podido apreciar que los elementos Cu y Pb tienen valores no detectables, esto se debe a que en las muestras recolectadas y analizadas no hay rastro de dichos elementos o están en muy bajas cantidades por lo que se hacen imperceptibles, de igual forma estos se encuentran por muy debajo de los LMP como lo indica la ley.

RECOMENDACIONES

La recomendación son directamente a las autoridades de Tomayquichua como a las JASS y sobre todo a las autoridades mayores como la SUNASS, la Municipalidad, la ANA es que sigan con el control de las aguas subterráneas, y no olvidar que especialmente en destinar parte del presupuesto que asigna el gobierno central en obras de remodelación/reconstrucción de todo el sistema de abastecimiento de agua para evitar que el Fe se filtre de esas tuberías antiguas a las piletas que van directo a los pobladores, no descuidarse de la cloración de estas aguas que es la única manera de preservar la salud de su pueblo en especial de la niñez y los de avanzada edad que son los de mayor riesgo de contraer malestares gastro intestinales con graves consecuencias.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Apella, M. C., & Araujo, P. Z. (2005). Microbiología de agua. Conceptos básicos. *Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación del agua*, 33-50.
- Bautista-Olivas, A. (2013). ¿Puede utilizarse el agua atmosférica para el consumo doméstico y universal? *Agro Productividad*, 6(3).
- Costa Posada, C., Domínguez Calle, E., Gonzalo Rivera, H., Vanegas Sarmiento, R. (2020). El índice de escasez de agua ¿Un indicador de crisis ó una alerta para orientar la gestión del recurso hídrico? *Revistas UNIANDES*, 105. <https://doi.org/10.16924/revinge.22.12>
- Dávila, D. e Inuma, D. (2019). "Evaluación de las características del agua para consumo humano, en pozos tubulares y su incidencia en la salud, en los asentamientos humanos Los Olivos y Los 4 suyos, distrito de Calleria, departamento Ucayali, 2018". <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4248>
- Duarte (2019). "Calidad del agua para consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución, y consumo en el cantón La Maná, provincia Cotopaxi"
- Faviel, Infante y Molina (2020). "Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida La encrucijada, Chiapas, México"
- JAPAC, Junta Municipal de agua potable y alcantarillado de Culiacán (1 abril 2016). "*El agua dulce puede provenir de diferentes fuentes sobre la Tierra*" <https://japac.gob.mx/2016/04/01/cuales-son-las-cuatro-fuentes-de-agua-dulce/>
- Londoño (2020). "Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en el municipio de San Roque, Antioquía"

- Luna, L. B., Díaz, J. F., & Alcalde, L. H. (2018). La sobrepoblación: efectos. *Revista de Investigaciones de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 5(2), 119-132
- Oscoco, G. (2020). Determinación de la calidad de agua subterránea para consumo humano. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1465>
- Pérez (2019). “Captación de agua de niebla y análisis de la calidad para consumo humano en el asentamiento humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016”
- Quispe, F. (2020). “Calidad ambiental y tratamiento de agua de quebradas destinadas al consumo humano. Una revisión sistemática”. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26201>
- Rodríguez, Asmundis, Ayala y Arzú (2018). “Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina)”
- Torres (2019). “Análisis físico y químico del agua potable del distrito Laredo – Trujillo 2017”
- González, M., Mallou, F., Trinelli, M., et al. (2018). Calidad de agua para consumo en tres localidades de la provincia de Chaco, Argentina. *4to Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos*.

ANEXOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531
 analisis@sucosunasa@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			LITICIA CHAMORRO DIAZ				PROCEDENCIA		PASCO						
DATOS DE LA MUESTRA			PH	T° (°C)	C.E. (uS/cm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)
Código de Laboratorio	Tipo	Código del Solicitante													
M 0014	AGUA	MUESTRA N° 1	8.75	26.70	47.91	VND	0.016	0.168	0.040	VND	0.098	2.106	0.642	5.879	0.040
M 0015	AGUA	MUESTRA N° 2	8.69	26.70	47.63	VND	0.043	0.136	0.076	VND	0.063	2.350	0.655	5.522	0.021
M 0016	AGUA	MUESTRA N° 3	8.61	26.70	47.40	VND	0.040	0.129	0.036	VND	0.020	2.795	0.510	5.496	0.017
M 0017	AGUA	MUESTRA N° 4	8.55	26.70	47.59	VND	0.022	0.299	0.075	VND	0.345	2.603	0.497	5.411	0.044

MUESTREO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO N° 001-0648340
 TINGO MARIA, 19 DE ABRIL 2022



Dr. HUGO ALFREDO HUAMÁN YUPANQUI
 Jefe (a) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





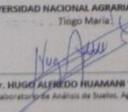
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531
 analisis@sucosunasa@hotmail.com



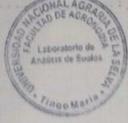
ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			LITICIA CHAMORRO DIAZ				PROCEDENCIA		PASCO						
DATOS DE LA MUESTRA			PH	T° (°C)	C.E. (uS/cm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)
Código de Laboratorio	Tipo	Código del Solicitante													
M 0014	AGUA	MUESTRA N° 1	8.70	26.70	47.91	VND	0.018	0.179	0.042	VND	0.095	2.110	0.661	5.998	0.044
M 0015	AGUA	MUESTRA N° 2	8.68	26.70	47.63	VND	0.048	0.142	0.077	VND	0.058	2.370	0.659	5.530	0.020
M 0016	AGUA	MUESTRA N° 3	8.65	26.70	47.40	VND	0.040	0.127	0.040	VND	0.092	2.845	0.530	5.506	0.014
M 0017	AGUA	MUESTRA N° 4	8.61	26.70	47.59	VND	0.029	0.335	0.088	VND	0.390	2.600	0.580	5.422	0.052

MUESTREO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO N° 001-0648266
 TINGO MARIA, 4 DE ABRIL 2022



Dr. HUGO ALFREDO HUAMÁN YUPANQUI
 Jefe (a) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO


PERÚ Ministerio de Salud
 Dirección Regional de Salud Huánuco
 Laboratorio Referencial Regional




"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS REG.:021 - 2022- LMAA-LRRSP- HCO

SOLICITANTE : POTRERO ARMATANGA
 DISTRITO : TOMAYQUICHUA
 PROVINCIA : AMBO
 DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 19-04-22 HORA 10:20 a.m. **FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 19-04-22 HORA: 02:10 p.m. **MUESTRA TOMADA:** INTERESADO
MUESTRA PRESERVADA SI (X) NO ()

RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N° DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS			
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	PH	Cl	Coli. T. NMP/100ml	Coli Term. NMP/100ml	E.coli P/A	Bact. Heterot. UFC/ml
POTRERO ARMATANGA	CAPTACION	SUPERFICIAL	48	28	16	0	0	6.5	0	318	293	Presencia	122
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES RM 031-2010 (LMP)				1500	1000	5	15	6.5-8.5	0.5	0	0	A/P	500

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Total	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Coliforme Fecal	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Escherichia coli	Método de Filtro de Membrana ISO 9308-1:2014 y la ISO 11133:2014.
Bacterias Heterotrofas	Método de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005.

Huánuco, 20 de Abril de 2022.

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
 LABORATORIO REGIONAL REGIONAL

 Mg. Mgs. María Virginia Cárdenas Almaya
 CUP 4543
 Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C: 20146045881
 Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261


PERÚ Ministerio de Salud
 Dirección Regional de Salud Huánuco
 Laboratorio Referencial Regional




"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS REG.:021 - 2022- LMAA-LRRSP- HCO

SOLICITANTE : POTRERO ARMATANGA
 DISTRITO : TOMAYQUICHUA
 PROVINCIA : AMBO
 DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 04-04-22 HORA 11:30 a.m. **FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 04-04-22 HORA: 01:40 p.m. **MUESTRA TOMADA:** INTERESADO
MUESTRA PRESERVADA SI (X) NO ()

RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	N° DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS			
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	PH	Cl	Coli. T. NMP/100ml	Coli Term. NMP/100ml	E.coli P/A	Bact. Heterot. UFC/ml
POTRERO ARMATANGA	CAPTACION	SUPERFICIAL	39	26	14	0	0	6.5	0	309	280	Presencia	110
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES RM 031-2010 (LMP)				1500	1000	5	15	6.5-8.5	0.5	0	0	A/P	500

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Total	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Coliforme Fecal	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Escherichia coli	Método de Filtro de Membrana ISO 9308-1:2014 y la ISO 11133:2014.
Bacterias Heterotrofas	Método de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005.

Huánuco, 05 de Abril de 2022.

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
 LABORATORIO REGIONAL REGIONAL

 Mg. Mgs. María Virginia Cárdenas Almaya
 CUP 4543
 Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C: 20146045881
 Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

PARÁMETROS DE CALIDAD Y LÍMITES MÁXIMO PERMISIBLES

El agua potable, también llamada para consumo humano, debe cumplir con las disposiciones legales nacionales, a falta de éstas, se toman en cuenta normas internacionales. Los límites máximo permisibles (LMP) referenciales (**) para el agua potable de los parámetros que se controlan actualmente, se indican en el cuadro siguiente.

LIMITES PERMISIBLES REFERENCIALES DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA	MAXIMO (LMP) DE LOS PARÁMETRO	P	LM	Referencia
Coliformes totales, UFC/100 mL	0	(ausencia)	0	(1)
Coliformes termotolerantes, UFC/100 mL	0	(ausencia)	0	(1)
Bacterias heterotróficas, UFC/mL	500		500	(1)
pH		- 8,5	6,5	(1)
Turbiedad, UNT			5	(1)
Conductividad, 25°C uS/cm		0	150	(3)
Color, UCV – Pt-Co			20	(2)
Cloruros, mg/L			250	(2)
Sulfatos, mg/L			250	(2)
Dureza, mg/L			500	(3)
Nitratos, mg NO ₃ -/L (*)			50	(1)
Hierro, mg/L			0,3	0,3 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Manganeso, mg/L			0,2	0,2 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Aluminio, mg/L			0,2	(1)
Cobre, mg/L			3	(2)
Plomo, mg/L (*)			0,1	(2)

Cadmio, mg/L (*)	03	0,0	(1)
Arsénico, mg/L (*)		0,1	(2)
Mercurio,mg/L (*)	01	0,0	(1)
Cromo, mg/L (*)	5	0,0	(1)
Flúor, mg/L		2	(2)
Selenio, mg/L	5	0,0	(2)

PANEL FOTOGRAFICO

Foto N°1 Punto de Captación de agua



Foto N°2 Recolección de Muestra de Agua Potable de Parte Alta



Foto N°3 Recolección de Muestra de Agua Potable de Parte Media



Foto N°4 Recolección de Muestra de Agua Potable de Parte Baja

