

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

Evaluación de la potabilización del agua que consume la población de Yarusyacán capital contrastando con la OMS, los ECAs Nacionales y el Reglamento del agua de consumo humano, febrero - abril 2022

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Jhon Carlos CARBAJAL MEJIA

Asesor: Mg. David Jhonny CUYUBAMBA ZEVALLOS

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la potabilización del agua que consume la
población de Yarusyacán capital contrastando con la OMS, los
ECAs Nacionales y el Reglamento del agua de consumo
humano, febrero - abril 2022**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN
PRESIDENTE

Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ
MIEMBRO

Mg. Edgar PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico con mucho cariño a mis queridos padres, nada de esto sería posible sin su apoyo y su presencia. Gracias por la seguridad y confianza para seguir adelante y el coraje para nunca caer. Durante estos años los desafíos fueron muchos y la paciencia enorme. Agradezco su extremada dedicación superando dificultades, para que realicemos nuestros sueños. También dedico a Dios por concederme salud y la oportunidad de tener logros en mi vida personal.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por haberme brindado la valiosa oportunidad de iniciar y concluir mi carrera profesional de Ingeniería Ambiental. Estoy seguro de haber realizado una gran labor que la sociedad sabrá agradecer.

Agradezco también a todos mis compañeros que me dieron la alegría con su amistad muy necesaria en mis momentos difíciles.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene un propósito fundamental determinar la calidad de agua de consumo humano de la población de San Francisco de Asís de Yarusyacán. Para ello se cuenta con el desarrollo de 4 capítulos:

- Problema de Investigación
- Marco Teórico
- Metodología y Técnicas de Investigación
- Resultados y Discusión

Se logró determinar que los pobladores de esta parte del país consumen un agua de buena calidad físico-química y bacteriológica y eso se refleja en la poquísima concurrencia a los centros de salud con enfermedades gastrointestinales por parte de los moradores.

En los análisis llevados a cabo en las muestras de agua, sobre todo en la pileta de un domicilio sólo mostró presencia contaminante el 05 de abril el Fe con 0.5632 ppm siendo su tolerancia 0.3 ppm siendo su promedio 0.3960 ppm.

Igual sucede con el Pb que alcanza un valor máximo 0.2167 ppm. Siendo su valor tolerante de 0.1 ppm y llegando a un promedio de 0.1696 ppm mientras duró la investigación.

No hay peligro de los coliformes ya que los totales de la captación son eliminados en la cloración. Los coliformes fecales no son problema ya que no se encuentran ni en la captación.

Palabras clave: Desinfección del agua, Agua rural, contaminación de agua.

ABSTRACT

The main purpose of this research work is to determine the quality of water for human consumption of the population of San Francisco de Asís de Yarusyacán. For this purpose, 4 chapters have been developed:

- Research Problem
- Theoretical Framework
- Methodology and Research Techniques
- Results and Discussion

It was determined that the inhabitants of this part of the country consume water of good physical-chemical and bacteriological quality and this is reflected in the very few visits to health centers with gastrointestinal diseases by the inhabitants.

In the analyses carried out on the water samples, especially in the pool of one home, only Fe showed contaminant presence on April 5th with 0.5632 ppm, with a tolerance of 0.3 ppm and an average of 0.3960 ppm.

The same happens with Pb, which reached a maximum value of 0.2167 ppm. Its tolerant value is 0.1 ppm, reaching an average of 0.1696 ppm during the investigation.

There is no danger of coliforms since the catchment totals are eliminated in the chlorination. Fecal coliforms are not a problem since they are not found in the catchment.

Keywords: Water disinfection, rural water, water contamination.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que soportará la humanidad en el futuro es, indudablemente, la escasez de agua, de tal forma que la demanda de este valioso recurso, no pueda ser completamente satisfecha. Pero poco se habla de la raíz del problema y este es netamente social.

Sucede que somos demasiados seres humanos en el planeta, de tal manera que ya se siente estos escasos conocida también “stress hídrico” o sea no hay suficiente recurso para cubrir el requerimiento.

Kelly Ann Naylor, directora Asociada de Agua, Saneamiento e Higiene de UNICEF afirma “Los niños y sus familias de las comunidades pobres y rurales son los que corren mayor peligro”.

La cloración, hoy por hoy, es un método analítico preferido para eliminar la presencia de coliformes totales y fecales del recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Un uso muy adecuado empleado es de DPD que es una mezcla sólida homogénea usada para determinar la presencia de cloro libre en aguas. El producto comercial de DPD se presenta en forma de polvo, en sachet’s especiales a fin de evitar el contacto con la radiación UV, y otros productos contaminantes.

El agua demuestra su calidad en el bueno y agradable sabor. Un agua con sabores raros (feos) es indicador de agua contaminada y hay que cuidarla. Los metales pesados, en muchos lugares del Perú también producen contaminaciones como el Pb, el Cd, el Bi, el As y el Sb. Otros metales son beneficiosos para la salud siempre que se encuentre en bajas concentraciones.

El uso de DPD es para la desinfección “in situ” y sólo requiere unos segundos para llevarlo a cabo, el más seguro y eficaz es el Laboratorio Químico como el empleado en la presente investigación.

El laboratorio empleado para la realización de la investigación es el de la Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo con Equipo de Absorción para los

elementos metálicos y el laboratorio de investigación de la Diresa - Pasco con los Tubos Múltiples para los coliformes totales y fecales.

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.

El autor

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
PRESENTACIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación Y Determinación Del Problema.....	1
1.2. Delimitación De la investigación.....	2
1.2.1. Espacial.....	2
1.2.2. Temporal.....	2
1.2.3. Social.....	2
1.3. Formulación Del Problema.....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación.	4
1.6. Limitaciones de la investigación.	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	7

2.1.2. Antecedentes internacionales	9
2.2. Bases Teóricas - científicas.	11
2.2.1. El Agua	11
2.2.2. Fuentes de abastecimientos de agua.....	12
2.2.3. Agua potable	13
2.2.4. Calidad potable del agua.....	15
2.2.5. Evaluación de la calidad potable del agua.....	15
2.2.6. Contaminación del agua.....	16
2.2.7. Impacto De la calidad del agua en la salud.....	16
2.2.8. Desinfección en plantas de tratamiento.....	17
2.3. Definición de términos básicos.	17
2.4. Formulación de hipótesis.....	18
2.4.1. Hipótesis general.....	18
2.4.2. Hipótesis específicas	19
2.5. Identificación de variables.	19
2.5.1. Variable dependiente.....	19
2.5.2. Variable independiente.....	19
2.5.3. Variable interviniente.....	19
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	19

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	21
3.2. Nivel de investigación.....	21
3.3. Métodos de investigación.	22
3.4. Diseño De investigación.....	22
3.5. Población y muestra.	22
3.5.1. Población	22
3.5.2. Muestra.....	23

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.6.1. Análisis de muestras.....	24
3.6.2. Instrumentos.....	24
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	26
3.8. Tratamiento estadístico.....	26
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	27

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	28
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	31
4.2.1. Calendario de trabajo de muestreo.....	31
4.2.2. Trabajos “in situ” desarrollados.....	31
4.2.3. Resultados físico-químicos.....	33
4.3. Prueba de hipótesis.....	35
4.4. Discusión de resultados.....	36

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis físico-química de la captación de malipuerto, ppm	33
Tabla 2. Variación de fe/sem y pb/sem en malipuerto; captación, ppm	35
Tabla 3. Variación de coliformes totales/sem y coliforme fecales/sem en malipuerto; captación	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plaza de armas de yarusycán.....	5
Figura 2. Ubicación del distrito de yarusycán	5
Figura 3. Sistema de abastecimiento de agua de san francisco de asis de yarusyacán	6
Figura 4. Molécula del agua	12
Figura 5. Planta de tratamiento de agua por gravedad	14
Figura 6. Hervir el agua, método doméstico de purificarla.....	14
Figura 7. Tesista mostrando la captación del sistema de agua	23
Figura 8. Moradora de yarusyacán recogiendo la muestra de agua	23
Figura 9. Tubos múltiples para análisis de coliformes	25
Figura 10. Equipo de absorción atómica empleado en análisis de metales en el agua	26
Figura 11. Panorámica de la localidad de san francisco de asis de yarusyacán	28
Figura 12. Panorámica de la zona del proyecto (yarusyacán).....	29
Figura 13. Pozo recolector del agua denominado “malipufigio”.....	30
Figura 14. Analista del laboratorio de la UNCP.....	30
Figura 15. Análisis de metales pesados (físico-químico) en la captación de malipufigio para el Fe	34
Figura 16. Análisis de metales pesados (físico-químico) en la captación de malipufigio para el Pb.....	34
Figura 17. Análisis de metales pesados (físico-químico)en la captación de malipufigio para el Cu.....	34
Figura 18. Análisis de metales pesados (físico-químico) en la captación de malipufigio para el Zn.....	35

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.

La cloración técnica empleada en la desinfección de aguas para consumo humano requiere el empleo del cloro por ser un insumo relativamente económico y eficaz al momento de eliminar microorganismos como coliformes totales y fecales.

Por otro lado, la efectividad de la cloración depende de algunos factores como el pH del agua, la dosificación de desinfectante, el tiempo de exposición del desinfectante, el pastoreo de animales, la calidad de las tuberías, etc.

El agua que consume Yarusyacán – Pasco proviene de aguas de manantial a 30 m sobre la ciudad y 4 360 m.s.n.m., siguiendo un trayecto de tuberías hasta llegar a un reservorio, por ello; la efectividad de cloración es importante para ser consumida por la población, cumpliendo con las normas peruanas contempladas en el Reglamento de la Calidad del agua para el Consumo Humano (MINSA, 2010) y las recomendaciones de Organización Mundial de la salud (OMS, 2011) con referencia los ECAs nacionales (MINAM 2017).

Entonces, el problema es determinar la calidad del agua que, a la fecha, está consumiendo la población de Yarusyacán.

1.2. Delimitación de la investigación.

Las principales delimitaciones a tener presente en el estudio están dadas por:

1.2.1. Espacial

Remarca la zona del estudio, el lugar elegido es el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán, provincia Pasco en el departamento de Pasco, una población pequeña de 4459 habitantes.

Que es suministra de agua para consumo humano a partir de un manantial que es almacenada en un reservorio para su desinfección con cloro, por descuidos y falta de capacitación al personal encargado de su funcionamiento y mantenimiento adecuado del reservorio, esta agua se ve expuesta a la presencia de sustancias nocivas y microorganismos dañinos para la población que la consume siendo causantes de muchas enfermedades gastrointestinales.

1.2.2. Temporal

La investigación se desarrolló desde febrero hasta abril del 2022.

1.2.3. Social

Este estudio propone determinar la potabilidad del recurso hídrico que consume la población de San Francisco de Asís de Yarusyacán, asegurando que cada habitante esté exento de contraer alguna enfermedad nociva para su salud, sobre todo los niños y los ancianos que constituyen una población muy vulnerable siendo este un aporte social muy destacado en la realización de esta tesis.

1.3. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general

¿Es de calidad potable el agua que consume la población del distrito de Yarusyacán – Pasco entre los meses de febrero a abril del 2022?

1.3.2. Problemas Específicos

1. ¿Qué valores tienen los parámetros físicos y químicos en el agua que consume la población del distrito Yarusyacán – Pasco entre los meses de febrero a abril del 2022?
2. ¿Qué valores tienen los parámetros bacteriológicos en el agua que consume la población del distrito Yarusyacán – Pasco entre los meses de febrero a abril del 2022?
3. ¿Los valores de los parámetros encontrados son determinantes para estar seguros de la relación con la salud de la población según el Reglamento de la Calidad del agua para el Consumo Humano (MINSA, 2010) y las recomendaciones de Organización Mundial de la salud (OMS, 2011) con referencia los ECAs nacionales (MINAM 2017)?

1.4. Formulación de Objetivos.

1.4.1. Objetivo General

Determinar la potabilidad del agua en el distrito Yarusyacán – Pasco entre los meses de febrero a abril del 2022 con el objetivo de preservar la salud y bienestar de los pobladores.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Determinar los parámetros físicos y químicos en el agua como: temperatura, pH; para su evaluación perteneciente al distrito de Yarusyacán – Pasco entre los meses de febrero a abril del 2022. Así como algunos metales pesados como el Pb, Cu, Fe, Zn, etc.

2. Determinar los parámetros bacteriológicos en el agua para su evaluación en el distrito de Yarusyacán – Pasco entre los meses de febrero a abril del 2022.
3. Contrastar los valores de los parámetros investigados con los dados por los organismos nacionales e internacionales para el agua de consumo humano (ECAs, OMS, Reglamento D. S N° 031- 2010-SA y los ECAs nacionales).

1.5. Justificación de la investigación.

En la actualidad el agua de consumo humano del distrito de Yarusyacán proveniente del manantial se encuentra haciendo uso de un reservorio, ubicado a una altura de 30 m sobre la localidad donde se encuentra un dosificador con cloro, el cual debido a un mal manejo que pueda darse en cualquier momento en la dosificación con el desinfectante por parte del personal encargado, el pH del agua, el tiempo de exposición, falta de mantenimiento de las tuberías y del propio reservorio, etc.

Es conveniente realizar este trabajo de investigación ya que permitirá evaluar los estándares de calidad de agua para consumo humano en el distrito de Yarusyacán – Pasco y de esta manera determinar si cumple, no cumple o hasta donde cumple con las normas reguladas por los organismos correspondientes para aguas de consumo humano.

Los pobladores del distrito de Yarusyacán – Pasco se verán beneficiados con este trabajo de investigación ya que así tendrán el conocimiento pertinente de lo que realmente están consumiendo de este recurso hídrico en su vida diaria, a su vez, se colaborará con las autoridades del distrito para poder tomar acciones en la remediación de algún problema con su plan de contingencia de sus presupuestos anuales considerados.

1.6. Limitaciones de la investigación.

Una de las limitaciones en la realización de este trabajo de investigación es la falta de equipos de laboratorio en la UNDAC para los análisis de agua correspondientes, por ello se recurrió a laboratorios externos como la UNCP (Universidad Nacional del Centro del Perú de Huancayo) y la Diresa - Pasco (Dirección Regional de Salud de Pasco).

Otra limitación encontrada es los altos costos de los análisis de laboratorio que normalmente deben hacerse por tratarse de la calidad de un agua natural empleada para consumo humano. Y, finalmente, el casi nulo apoyo por parte del personal municipal sustituido por personal del área de salud.

Figura 1. Plaza de Armas de Yarusyacán



Figura 2. Ubicación del Distrito de Yarusyacán

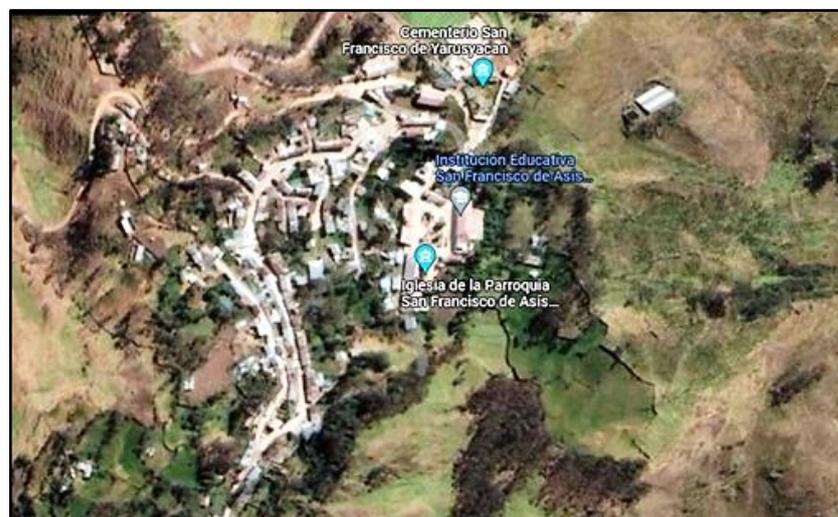
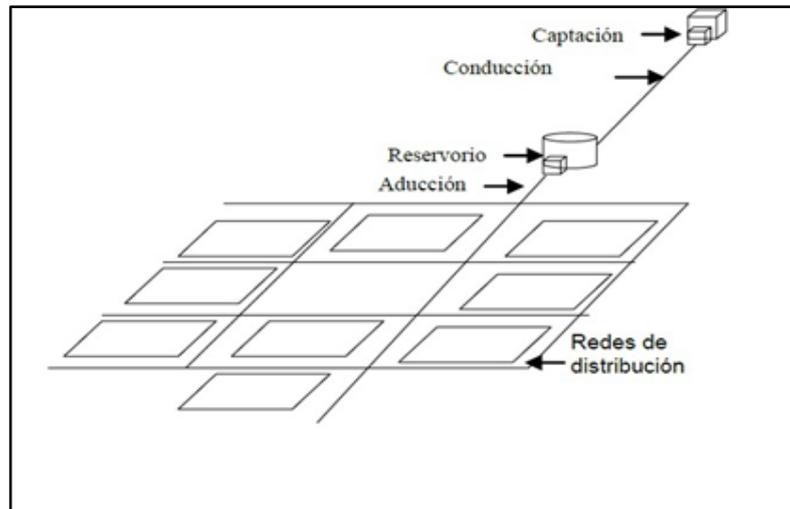


Figura 3. Sistema de abastecimiento de agua de San Francisco de Asis de Yarusyacán



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

2.1.1. Antecedentes nacionales

- **Garay, Guevara y Zurita (2019) “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca”**

En esta investigación del tipo analítico y descriptivo se demostró que el agua de consumo humano del caserío la Huaca perteneciente al distrito de Huabal en Jaén - Cajamarca y después de haber realizado los análisis físicos químicos y bacteriológicos en cinco puntos de muestreo, dieron como resultado la presencia excesiva de coliformes totales y termo tolerantes, por lo consecuente se concluyó que la población de dicho distrito se encuentra consumiendo agua no apta para la salud.

- **Jiménez, Llico (2019) “Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc aplicando el índice de calidad ambiental para agua, Cajamarca”**

En el trabajo mencionado, se realizó muestreos de agua en tres puntos de la cuenca del río: cabecera, parte media y parte baja en dos épocas del año: estiaje y de lluvia para evaluar la calidad del agua del río Muyoc en Cajamarca y si esta es buena o mala tanto para el riego de vegetales y para

la bebida de animales de la zona. Los resultados de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, fueron buenos para época de estiaje y excelente para épocas de sequía.

➤ **Reyna (2021) “Monitoreo de la calidad del agua en la ciudad de Pucallpa”**

En este estudio de investigación se introducen las estrategias utilizadas para diseccionar las fronteras físico-químicas realizadas en los centros de investigación de la calidad del agua de la Empresa Municipal de Agua Potable Alcantarillado de coronel Portillo Sociedad Anónima (EMAPACOP S.A.), su significado y los compromisos adquiridos.

➤ **Quispe y Herrera (2021) “Influencia de un sistema de eco-tratamiento de agua potable para mejorar la calidad de agua de consumo humano Nazca-2021”**

En esta investigación se demostró la efectividad del tratamiento de aguas por medio del coagulante natural Moringa Oleífera para así poder mejorar la calidad de agua de consumo humano.

Concluyendo que en dosis de 8g/L de coagulante natural alcanza una eficiencia del 72% en mejoras de la calidad del agua.

➤ **Yanna (2017) “Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, en el sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Azángaro Puno – 2017”**

Esta investigación se llevó a cabo en el sistema de abastecimiento de agua potable, la cual se encuentra ubicada en la localidad de Azángaro en Puno, se tomaron muestras de las galerías filtrantes, cámara de bombeo y en el reservorio para evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Se concluyó fisicoquímicamente que esta agua es apta para consumo humano a excepción por la dureza; y microbiológicamente estas aguas no son aptas para consumo humano ya que hubo presencia de bacterias

heterótrofas y coliformes totales que superaron los límites máximos permisibles.

2.1.2. Antecedentes internacionales

- **Baque, Simba, Gonzales, Suatunce, Diaz y Cadme (2016) “Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador”.**

En este estudio se evaluaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de consumo humano en el cantón Quevedo - Ecuador en época de lluvia y seca. Los resultados arrojaron que manganeso, oxígeno disuelto sobrepasan los límites máximos permisibles al igual que los coliformes fecales en época de lluvia. Por ello los autores del estudio determinaron que, debido a la alta contaminación de las aguas es recomendable la potabilización del agua para consumo humano.

- **Rincón (2017) “Evaluación de parámetros físico-químicos del agua en el proceso de potabilización del río Subachoque”.**

En esta investigación se ha evaluado la calidad de agua de río Subachoque en Cundinamarca Colombia y del agua tratada de la planta que suministra a la población. Se emplearon métodos electrométricos, fotométricos, y volumétricos para los análisis Físico químicos y la técnica de filtración de membranas para los análisis microbiológicos. Los resultados fisicoquímicos evidenciaron que la muestra del río cumple con la mayoría de los parámetros a excepción de sólidos y oxígeno disuelto, mientras que las muestras de agua tratada pudieron mejorar significativamente.

Los resultados microbiológicos cumplieron con los parámetros. Así, se evidenciando la efectividad del manejo de las autoridades para la reducción de la contaminación del río y mejoramiento en el tratamiento y distribución del recurso hídrico.

- **Acacio, Cancino y Molina (2018) “Caracterización de agua subterráneas en el municipio Buchivacoa (Venezuela) con fines de tratamiento”.**

En este trabajo de investigación se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas subterráneas de Buchivacoa para proponer así un esquema de tratamiento. Se tomaron muestras a los pozos para analizarlas y compararlas con todos los reglamentos establecidos para agua potable. En los resultados arrojaron niveles de altos de dureza, hierro y manganeso, mientras que para coliformes, E.coli, Salmonella, y esporas de bacterias fueron negativos. Por lo tanto, los autores sugieren un esquema de tratamiento de las aguas subterráneas con filtración, ablandamiento con resinas catiónicas, osmosis inversa y finalmente desinfección con cloro en solución.

- **Sánchez, Benavides, Chaves y Quirós (2020) “Calidad del agua para consumo humano en una comunidad rural: caso Corral de Piedra, Guanacaste, Costa Rica”**

En este estudio se evaluó la calidad de agua para consumo humano que se distribuye y abastece a toda la población de Corral de Piedra en Costa Rica. Según los criterios de calidad, para la mayoría de las muestras de agua de pozos se indican excelentes condiciones de calidad. Además, se detectó e identificó que el agua de pozo es del tipo bicarbonatada – cálcica realizando una caracterización hidro geoquímica mediante el diagrama de Piper.

- **Burgos, Estrada y Aléan (2018) “Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de abastecimiento para consumo humano de la comunidad de Jaraquiel, Córdoba”**

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo poder evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua que consume los pobladores de Jaraquiel. Para esto, se tomaron muestras de la bocatoma, entrada de acueducto y de las viviendas, por lo que se llegó a concluir que antes de la optimización de la infraestructura, estas aguas no eran aptas para el consumo humano.

Por consiguientes, después de la optimización de la infraestructura y luego de varios ajustes, los parámetros mejoraron por lo que se logró clasificar como agua apta para consumo humano.

2.2. Bases teóricas - científicas.

2.2.1. El Agua

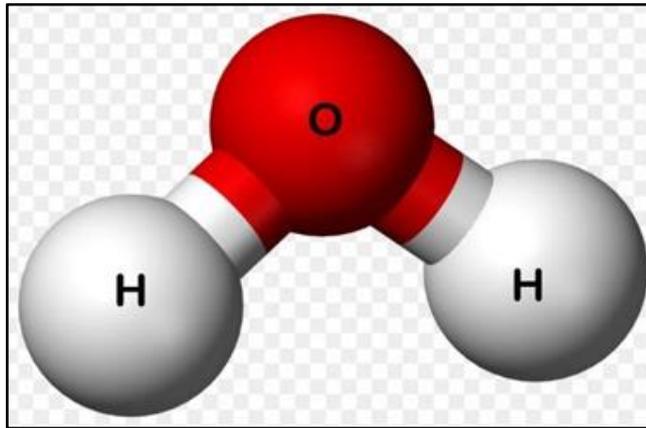
El agua es aquel recurso gratuito, natural y fundamental para el desarrollo de la vida en la Tierra, cuya estructura molecular está formada tanto por dos átomos de hidrógeno y como por una de oxígeno; por ende, su fórmula química es H₂O. Entonces, el agua viene a ser aquella sustancia química más copiosa de la tierra, al punto de ocupar más del 70% en toda la superficie terrestre en sus tres estados: líquido, sólido y gaseoso.

Podemos encontrarla en sus formas de agregación naturales en las nubes, la lluvia, la nieve, los ríos, lagos y mares; y de ella, además, están constituidos todos los organismos vivos y muchos compuestos naturales.

La carencia de agua es un fenómeno natural, sin embargo, esto es incluso un fenómeno impulsado por los propios humanos. Incluso si existiera suficiente agua dulce en todo el globo terráqueo para satisfacer las necesidades de cada humano existente, el cual es cerca de siete mil millones de personas, su disposición es desigual sea en el tiempo y/o el espacio, por lo que mucho de ello se derrocha es malgastado, contaminada y usado de una forma insostenible.

Es impropio el hablar sobre carencia de agua en sí, en cambio, hay una gran cantidad de países y/o territorios en el mundo que padecen y sufren la escasez de agua, esto se debe mucho a que el uso de este recurso hídrico ha incrementado más del doble en comparación con la tasa de incremento poblacional en este último siglo.

Figura 4. Molécula del agua.



La ONU (2005) informa que “Casi una quinta parte vive en regiones que sufren carencia de agua, y una cuarta parte más de la población total se enfrenta a deficiencias en el suministro de agua, ya que no cumple con el marco previsto para extraer agua de los cursos de agua y manantiales. Para algunos países, la escasez de agua es el problema más acuciante en términos financieros y humanos” debido a que corren el peligro que en un futuro no muy lejano se torne en un problema de vida o muerte los escasos de agua.

2.2.2. Fuentes de abastecimientos de agua

La clasificación de las fuentes de abastecimiento de agua depende de su punto de partida y de la sencillez de su tratamiento.

- a) Aguas subterráneas:** Son aquellas aguas dulces que se encuentran bajo la capa exterior de la tierra que posee poros y huecos de las rocas más resistentes.
- b) Agua de manantiales:** Son aquellas que nacen del subsuelo de manera espontánea y natural, presentan alto contenido de minerales y oligoelementos, que aportan un gran porcentaje de beneficios para la salud.
- c) Aguas superficiales:** Son aquellas que se aglomeran en la capa exterior de la tierra como son: ríos, lagos, océanos, presas y estanques. Son fuente de uso común para el humano, siendo esta una de las fuentes de agua más beneficiosa.

2.2.3. Agua potable

También se denomina agua para consumo humano que ha sido sometido a un tratamiento para que pueda beberse sin causar agravios sintéticos y/o irritación química, intoxicación o infección microbiológica para la salud. El agua potable debe estar libre de sustancias minerales o microorganismos que no sean seguros para la salud.

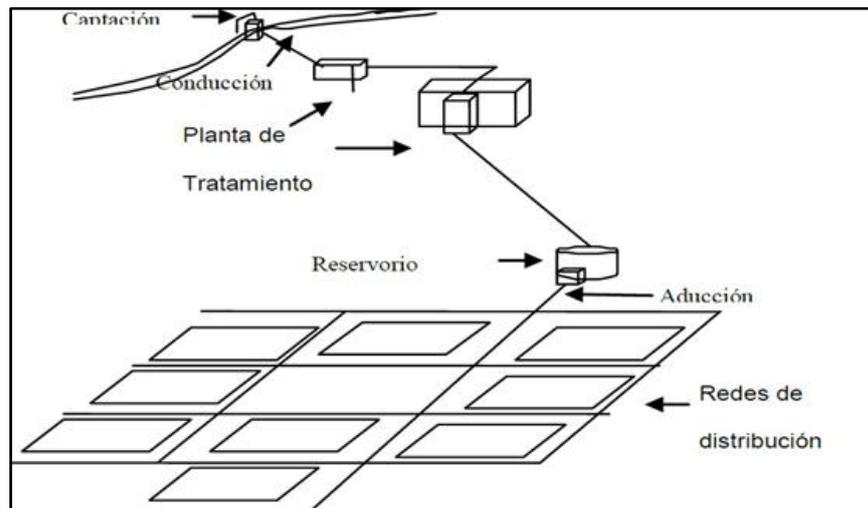
a) El proceso de potabilización

También conocida como proceso de potabilidad, esta es llevada a cabo en plantas de tratamiento de agua potable, en etapas hasta que logre ser bebible.

Este proceso está dado por los siguientes pasos:

- **Captación del agua desde fuentes de aguas naturales como son los ríos, lagos o embalses.** El agua se recoge a través de un conjunto de sifones eléctricos y durante su recorrido se separa a través de una progresión con redes de diversas dimensiones que retienen todo compuesto sólido.
- **Coagulación/floculación.** En este tratamiento se elimina el crecimiento de verde (algas), microorganismos, entre otras sustancias. Los elementos que son utilizados en esta etapa son los que posteriormente pueden crear olor y sabor al agua.
- **Sedimentación.** Aquí se logra eliminar todo flóculo por la actividad de gravedad.
- **Filtración.** El agua circula por un filtro o un medio poroso para así disminuir la turbidez del agua y por consiguiente los granos de los organismos parásitos.
- **Desinfección.** Esta consta de lograr la eliminación de todo microorganismo patógeno que pueda estar dentro del agua.

Figura 5. Planta de tratamiento de agua por gravedad.



En caso de que no sea posible encontrar agua potable, hay tratamientos no complicados que se encuentran al alcance de todos, los cuales pueden usarse en la potabilización del agua.

Esto incluye hacerlo hervir hasta llegar el agua al punto de ebullición antes de usarla, una interacción que garantiza el fin de los microorganismos patógenos que puedan hallarse en el agua, como virus y bacterias. Sin embargo, muchos de los metales pesados tienden a disolverse aún más por incremento de la temperatura y, el problema se solucionaría a medias.

Cuando el agua haya sido hervida, muy bien puede ser bebida o utilizada para lavar alimentos, ya que tiende a ser considerada como consumible.



Figura 6. Hervir el agua, método doméstico de purificarla.

2.2.4. Calidad potable del agua

Se refiere al conjunto de parámetros químicos, físicos y biológicos cuyos valores indican que el agua puede ser usada con fines domésticos principalmente.

Debe evaluarse su naturaleza desde antes de desarrollar el marco para distribución de agua, ya que el agua en la misma naturaleza contiene contaminantes que cambian según el tipo de fuente y cuando éstos superan los límites establecidos, el agua debe ser tratada antes de poder ser usada.

El agua potable debe ajustarse a parámetros físicos químicos y microbiológicos para determinarla como tal cumpliendo con las disposiciones legales nacionales.

2.2.5. Evaluación de la calidad potable del agua

El agua se recoge en recipientes esterilizados como muestras representativas de todo el recurso hídrico que conforma la población. Se presenta 2 tipos de calidad potable correspondiente a los impactos que puedan tener en el bienestar humano.

a) Calidad físico-química:

Existen elementos metálicos, provenientes de la disolución de las rocas que son muy tóxicos como el Pb, el Bi, As, Cd etc. La presencia de estos iones metálicos determina la calidad físico-química que afecta a la salud del ser humano en forma progresiva.

b) Calidad Bacteriológica:

Formada principalmente por la presencia de coliformes termo tolerantes (fecales) y totales.

Se establece en organismos nacionales e internacionales que se verifique en el agua para consumo humano con el propósito de asegurar su potabilidad bacteriológica, la ausencia de coliformes totales y fecales aseguran preservar la salud de los consumidores.

La Fundación Nacional de Salud (2013), en su “Manual Práctico de Análisis de agua” presenta un Patrón microbiológico de potabilidad en donde informa que en 100 ml de muestra debe haber ausencia completa de en la salida del proceso de desinfección. Sin embargo, se admite los coliformes totales presentes en muestras mensuales de 20.000 habitantes y de 5 % en todas las muestras cuando se trata mayor a 20.000 habitantes.

2.2.6. Contaminación del agua

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha mencionado al agua contaminada como; el agua que ha sufrido cambios en su composición con el resultado final de volverse inutilizable.

Actualmente, alrededor de 5 000.000 de personas en todo el planeta mueren por beber agua contaminada, circunstancia que es especialmente intensa en entornos de rechazo social, indigencia y marginamiento.

Por regla general, la contaminación del agua es debido a presencia de microorganismos como; virus, bacterias, parásitos, fertilizantes, pesticidas, plásticos, fármacos, nitratos, fosfatos, residuos fecales, incluso sustancias radiactivas e hidrocarburos. Por ello, se expone a un examen físico-químico y microbiológico.

2.2.7. Impacto de la calidad del agua en la salud.

Tener acceso al agua potable es importante para el bienestar, pero si se trata de agua contaminada, se convierte en una fuente de transmisión de infecciones y enfermedades que afectan a los más indefensos, los niños.

Estas enfermedades transmitidas por el agua, especialmente las gastrointestinales, logran ser las principales fuentes de mortalidad en numerosas naciones. Los niños pueden contraer estas enfermedades a través de la ingestión de agua contaminada y de la falta de ensayos de limpieza.

2.2.8. Desinfección en Plantas de Tratamiento

El desinfectante con efectividad demostrada, cuando de potabilizar el agua se trata, es el cloro en sus diferentes formas físicas: sólido, líquido y gaseoso; químicas:

2.3. Definición de términos básicos.

- **Agua cruda:** Es aquella que aún no ha podido recibir tratamiento alguno.
- **Agua de consumo humano:** Es aquella que está libre de contaminantes que no logren causar peligros a la salud.
- **Agua contaminada:** Es el agua que contiene sustancias nocivas para la salud de cualquier ser vivo.
- **Agua subterránea:** Es el agua que queda almacenada debajo de la superficie de la tierra por filtración.
- **Agua superficial:** Son las aguas que se encuentran circulando en la superficie de la tierra como son: ríos, lagunas y mares.
- **Agua de manantiales:** Es un agua que nace naturalmente en la superficie de la tierra.
- **Agua potable:** Es un agua que pasa por tratamientos químicos y bacteriológicos para que garanticen su inocuidad a la salud de los seres humano.
- **Calidad del agua:** Conjunto de características que habitan en él agua.
- **Análisis físico:** Conjunto de métodos o técnicas para estudios de las propiedades físicas.
- **Análisis químico:** Conjunto de métodos o técnicas para estudios de la composición de la materia en estudio.
- **Análisis microbiológico:** Conjunto de métodos o técnicas para determinar agentes microorganismos presentes en una muestra.
- **Desinfección:** Procedimiento para eliminar microorganismos.
- **Cloración:** Tratar con cloro a las aguas para hacerlas aptas para consumo.

- **Cloro residual:** Es el cloro activo que queda en el agua potable para eliminar microorganismos.
- **Coliformes totales:** Son los microorganismos provenientes de la naturaleza.
- **Coliformes fecales:** Son los microorganismos que provienen de la actividad biológica humana y animal.
- **Muestreo:** Seleccionar parte representativa de una población para poder estudiar sus características.
- **Estándares de calidad ambiental:** Son los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente fijados por el MINAM.
- **Guías OMS:** Son las publicaciones de esta organización que establece normas reguladoras de la calidad del agua.
- **Inocuo:** Que no hace daño.
- **Parámetros físicos químicos:** Es la caracterización de elementos contaminantes como metales pesados.
- **Parámetros microbiológicos:** Estos indican la clara existencia de microorganismos patógenos el cual puede contener el agua de consumo humano.
- **Manantial:** Es una fuente de agua de origen natural que brota de la superficie de la tierra.
- **Reservorio de agua:** Depósito para almacenar agua.

2.4. Formulación de Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis General

La evaluación físico-química y bacteriológica del agua de consumo humano en el distrito de Yarusyacán – Pasco nos permitirá determinar la calidad potable del agua que se distribuye a las viviendas de cada uno de los pobladores del distrito.

2.4.2. Hipótesis Específicas

1. La concentración de minerales presentes en el agua de consumo humano que se distribuye en el distrito de Yarusyacán – Pasco determinan la calidad físico-química.
2. La presencia de agentes microbiológicos en el agua de consumo humano que se distribuye en el distrito de Yarusyacán - Pasco determinan su calidad biológica.

2.5. Identificación de Variables.

2.5.1. Variable dependiente

Es el grado de potabilización o calidad de agua que consumen los pobladores del distrito de Yarusyacán – Pasco.

2.5.2. Variable independiente

Son los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua.

2.5.3. Variable interviniente

Es la temperatura del agua y la acidez.

Relación de variables: $Calidad=1/f$ (parámetros físico-químicos y bacteriológicos) La calidad potable del agua está en función indirecta a la presencia de los contaminantes físicos-químicos y bacteriológicos.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.

Las variables del presente trabajo de investigación son:

a) Físico-químicos:

Cd, Cu, Fe, Pb, Zn. Se eligieron estos parámetros tal como lo recomienda el Reglamento del Agua de Consumo Humano del DS 031.

b) Microbiológicos:

Coliformes termo tolerantes o fecales y coliformes totales. De igual manera, son valores que nos proporciona el Reglamento de Agua de Consumo Humano.

c) Además:

pH, Temperatura y cloro residual en pileta. La cuantificación de cada una de las variables se realizó en el equipo de Absorción Atómica de la UNCP SpecktrAA y los Tubos Múltiples de la Diresa Pasco.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación de este trabajo es sin intervención, prospectivo porque la tendencia es mejorar la cantidad y calidad de agua para el futuro de la población, transversal porque es una investigación observacional que evalúa valores de parámetros recopilados durante un tiempo de una población y descriptivo; ya que los valores obtenidos son reflejo de lo que sucede en forma natural y nada tiene que ver la intervención del ser humano quién sólo se limita en recolectar datos.

3.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación de este trabajo es de carácter explicativo ya que se va a hallar, indagar o encontrar la relación causa – efecto de la calidad del agua de consumo humano en el distrito de Yarusyacán – Pasco; dándole un enfoque cuantitativo porque se necesitará de la estadística para procesar los datos. En otras palabras, el ser humano, toma datos que la naturaleza lo ofrece.

Es una investigación Ex Post facto, en el que el investigador procede de un hecho ya sucedido.

3.3. Métodos de investigación.

Dado que se busca comprobar la hipótesis establecida, así como los objetivos trazados, el presente trabajo será elaborado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo.

El enfoque cuantitativo evalúa los valores o datos obtenidos de cada parámetro empleando los instrumentos de medición como el pH-meter, el termómetro, el Equipo de Absorción atómica y los tubos múltiples, para probar la hipótesis y realizar la medición numérica, conteo y el uso de la estadística descriptiva, estableciendo con exactitud los parámetros que determinan la calidad del agua de consumo humano actualmente en el distrito.

3.4. Diseño de investigación.

El diseño de la investigación es del tipo no experimental, no hay manipulación de las variables por parte del investigador, sólo se observa, describe, relaciona y compara; usando el enfoque cuantitativo con ayuda de la estadística descriptiva para procesar los datos o los valores.

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población

La población está constituida por el agua del recurso hídrico que consumen los pobladores del distrito Yarusyacán – Pasco.

Se considera una población Infinita ya que la Captación alimenta constantemente al sistema con agua subterránea en forma de afloramiento la que no requiere un sistema de bombeo sino sólo la gravedad.

Figura 7. Tesista mostrando la captación del sistema de agua.



3.5.2. Muestra

Las muestras son las cantidades específicas recolectadas en cada monitoreo siguiendo los protocolos adecuados de muestreo y transporte.

- 1 L para los parámetros físico y químicos.
- $\frac{1}{4}$ L para los parámetros bacteriológicos.

Figura 8. Moradora de Yarusyacán recogiendo la muestra de agua.



3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas empleadas para la recolección de datos son los recomendados por las normas dadas por el gobierno peruano.

3.6.1. Análisis de muestras

Para los análisis físicos-químicos las muestras son enviadas al laboratorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú de Huancayo mientras que para los análisis microbiológicos al laboratorio de la Dirección Regional de Salud de Pasco. Los monitoreos del agua de consumo humano establecen criterios fundamentales para identificar los parámetros que determinan su calidad, puntos de muestreo, formas de toma de muestras, conservación, así como la cadena de custodia con toda la información técnica de las muestras.

3.6.2. Instrumentos

El presente documento ha establecido los criterios básicos en el desarrollo de monitoreo del agua, en el cual se considera pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios. Por lo que de esta manera se pueda permitir la incorporación del aseguramiento y control en la calidad del monitoreo.

Se utilizará el documento que establece el uso de los diferentes equipos de análisis de calidad de agua de consumo humano y de la manera correcta de recolección, transporte, conservación con la finalidad de obtener muestras aptas para su análisis en los laboratorios correspondientes.

a) Técnica analítica biológica con tubos múltiples

Esta técnica es de mayor uso, todo laboratorio de biología hace uso para determinar los coliformes fecales y totales en muestras de agua.

En esta técnica (tubos múltiples), se cultiva las bacterias que están presentes en el agua en un tubo de ensayo e inocula a un el número adecuado de tubos. Los tubos que dieron positivo son empleados para determinar estadísticamente el número más probable (NMP/100 mL de muestra) de bacterias presentes en la muestra.

El método de los tubos múltiples se suele emplear en todo tipo de muestras de agua como en agua limpia coloreada o agua turbia que contenga aguas residuales o lodos de aguas residuales, lodo o partículas de suelo siempre que las bacterias estén dispersas.

En teoría, esta técnica es lo suficientemente sensible para medir bajas concentraciones de bacterias en muestras de agua, pero se deben usar recipientes grandes capaces de contener grandes cantidades de muestra como tubos o recipientes de cultivo. Sin embargo, la capacidad máxima comúnmente utilizada es de 10 ml.

Figura 9. Tubos múltiples para análisis de coliformes.



b) Técnica analítica de metales pesados.

Esta técnica hace uso del Equipo de Absorción Atómica.

La absorción atómica es la técnica más común para la detección de metales en muestras de, agua, suelo, aire, muestras minerales, alimentos, productos químicos, aleaciones, fundiciones, etc. Hace uso de una lámpara de cátodo hueco la que emite un haz luminoso de diferentes longitudes de onda. Seleccionada la longitud de onda de trabajo, se mide la cantidad de energía absorbida en Absorbancia.

El resultado se obtiene ayudado de una curva patrón previamente preparado

Figura 10. Equipo de Absorción Atómica empleado en análisis de metales en el agua.



3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Los datos o valores obtenidos de los muestreos, se analizan y relacionan con los criterios ambientales actuales, que se contrastaran con los Estándares de Calidad Ambiental, Reglamento de Calidad del Agua de Consumo Humano y lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud. (Guías OMS).

3.8. Tratamiento Estadístico.

Las diferentes tablas obtenidas serán sometidas al software Microsoft Excel 2021 para dar alcances estadísticos del contenido de los metales pesados y coliformes, evaluando si los pobladores del distrito están consumiendo agua de buena calidad, según los puntos de muestreo que son: en la vivienda del poblador más alejado al reservorio y al punto de captación del recurso hídrico. Para ello, es suficiente el empleo de la Estadística descriptiva por la naturaleza de la investigación.

Eso, se puede observar con la prueba de Hipótesis del CAP IV. La metodología empleada es la comparación de medias con los valores dados por los organismos internacionales [el Reglamento de la Calidad del agua para el Consumo Humano (MINSA, 2010) y las recomendaciones de Organización

Mundial de la salud (OMS, 2011) con referencia los ECAs nacionales (MINAM 2017) (OMS) y nacionales (DIGESA)].

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.

La metodología utilizada no afecta la ecología del lugar de influencia, al contrario, está se comportará como un medio de mejora de la calidad de vida de los pobladores del distrito de Yarusyacán – Pasco al poder fijar actualmente la calidad del agua de consumo humano. Del mismo modo, esta investigación cumple con los requerimientos del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería.

La ética y epistemología (Romero, 2016) son disciplinas filosóficas orientadas a corregir y observar los resultados de la investigación lo que se hace en el presente trabajo. Sin embargo, debemos tener en cuenta que la epistemología es una cantidad de razonamientos lógicos y también una cantidad de análisis de datos teóricos o empíricos.

En conclusión, la investigación se amolda a la orientación ética filosófica y epistémica exigida.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.

Cada 15 días se monitoreó el agua de consumo humano de la localidad de Yarusyacán una zona enclavada en los andes peruanos con las coordenadas; $10^{\circ} 35', 0.5.37''$ S; $76^{\circ} 14' 11.31''$ W

Figura 11. Panorámica de la localidad de San Francisco de Asis de Yarusyacán



Figura 12. Panorámica de la zona del proyecto (Yarusyacán)



Los monitoreos se realizaron comenzando con la zona más alta (fuente o captación) del proyecto luego se continuó con la salida del reservorio para finalizar en una pileta de la red de distribución de la Familia de la Sra Martha Cabello Rivera – Jr San Martín con Jr. Huariaca -Yarusyacan.

La captación se realiza en la zona denominada Mulipuquio, que corresponde al Anexo Los Ángeles del Distrito de Yarusyacán región Pasco y tiene como coordenadas: 10°30'34". 11° S; 76° 12 '3". 29° W.

Se aprovecha el afloramiento permanente de agua subterránea para abastecer de agua natural a la ciudad para ello se cuenta con un pozo recolector de concreto al ras del suelo y el agua es conducida por tubería abductora hasta el reservorio. La abducción del agua continúa por entubado hasta la red de distribución.

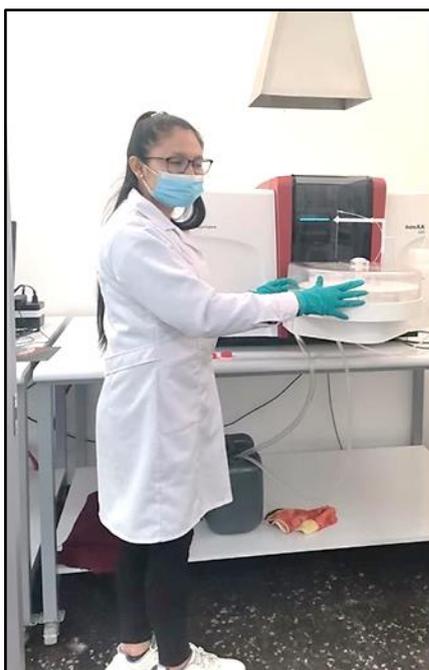
Figura 13. Pozo recolector del agua denominado “Malipugio”.



En la red de distribución se tuvo que seleccionar el domicilio de la parte más baja de la localidad. El muestreo se llevó a cabo cumpliendo las normas que determinan los protocolos correspondientes.

Para los análisis bacteriológicos se tuvo que recurrir al Laboratorio de la Diresa – Pasco y para los análisis físico-químicos, al laboratorio de Química de la Universidad Nacional del Centro del Perú de la ciudad de Huancayo.

Figura 14. Analista del Laboratorio de la UNCP.



En el caño de la vivienda, para evitar resultados erróneos se realizaron cada vez una limpieza profunda que consistió en lavar por 3 veces consecutivas el frasco, luego con un mechero a gasolina se tuvo que calentar para, finalmente tomar la muestra.

Se etiquetó y se transportó hacia el laboratorio con la respectiva Cadena de Custodia a fin de garantizar los análisis.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1. Calendario de trabajo de muestreo

Se realizaron 10 veces el muestreo, el martes de cada semana, del año 2022:

- 08 de febrero de 2022
- 15 de febrero de 2022
- 22 de febrero de 2022
- 01 de marzo de 2022
- 08 de marzo de 2022
- 15 de marzo de 2022
- 22 de marzo de 2022
- 29 de marzo de 2022
- 05 de abril de 2022
- 12 de abril de 2022

4.2.2. Trabajos “in situ” desarrollados.

Se tomaron muestras de cada punto y se llevaron a cabo las siguientes determinaciones “in situ”:

- **EI GPS:**

Se determinó la ubicación de la zona de muestreo. Se hizo una sola determinación marcando con pintura cada punto de muestreo Para mantener constantes las concentraciones y composición.

Las muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico se transportan herméticamente cerrados con su cadena de custodia.

- **El termómetro:**

Determina si hay alta variación podría alterar la composición o precipitación de las muestras. Con el pH-metro se determinó la acidez de la muestra la que se mantuvo prácticamente en todos los muestreos.

La temperatura es un parámetro importantísimo sobre todo en la solubilidad de los gases, en la disolución de las sales y, en la determinación de la acidez de las aguas.

Por lo que se considera si son muy elevadas temperaturas en las descargas producen daños a la flora y la fauna acuática, acelerar constantemente las reacciones químicas produciendo precipitaciones y diluciones que pueden disminuir la presencia de oxígeno y acelerar la eutrofización en diferentes puntos (crecimiento desmesurado de vegetación acuática).

- **El pH-metro:**

Es importante porque los valores que alcance el pH hacen que el agua no pueda, muchas veces, hacerse uso ni para la agricultura y con mayor razón para el consumo humano.

Se consideran valores normales de 6 a 9.

- **Medidor de cloro libre o residual:**

Es un colorímetro que detecta la presencia de cloro presente en una muestra generalmente en el punto de consumo (pileta); si hay más de 0,5 ppm de cloro residual se considera apta. Incluso se considera valores normales entre 0,3 ppm a más.

El medidor de cloro libre o residual empleado es *Hanna Checker* que tiene una capacidad de medición de cloro de 0 a 2,50 ppm, con la cual es de mucha ayuda y confiabilidad.

4.2.3. Resultados Físico-Químicos

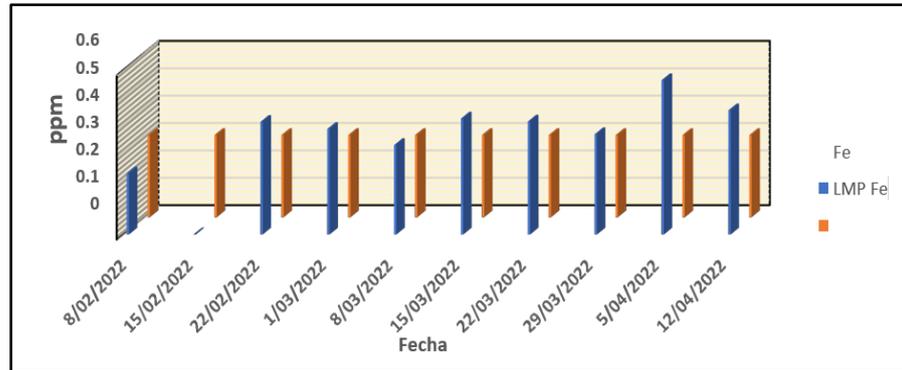
Tabla 1. Análisis físico-química de la captación de Malipuerto, ppm

FECHA	Cd	LMP Cd	Fe	LMP Cd	Pb	LMP Pb	Cu	LM P Cu	Zn	LMP Zn
08/02/2022	< 0.003	0.00	0.2231	0.3	0.1608	0.1	0.0516	3.0	0.0382	3.0
15/02/2022	<0.003	0.00	<0.003	0.3	0.0460	0.1	< 0.003	3.0	0.0082	3.0
22/02/2022	<0.003	0.00	0.4111	0.3	0.1823	0.1	0.0667	3.0	0.0512	3.0
01/03/2022	<0.003	0.00	0.3852	0.3	0.2322	0.1	0.0661	3.0	0.0099	3.0
08/03/2022	<0.003	0.00	0.3265	0.3	0.2126	0.1	0.0512	3.0	0.0581	3.0
15/03/2022	<0.003	0.00	0.4234	0.3	0.1898	0.1	0.0541	3.0	0.0621	3.0
22/03/2022	<0.003	0.00	0.4123	0.3	0.1234	0.1	0.0652	3.0	0.0648	3.0
29/03/2022	<0.003	0.00	0.3659	0.3	0.2012	0.1	0.0387	3.0	0.0674	3.0
05/04/2022	<0.003	0.00	0.5632	0.3	0.2167	0.1	0.0547	3.0	0.0812	3.0
12/04/2022	<0.003	0.00	0.4532	0.3	0.1311	0.1	0.0623	3.0	0.0784	3.0

Fuente: Elaboración propia

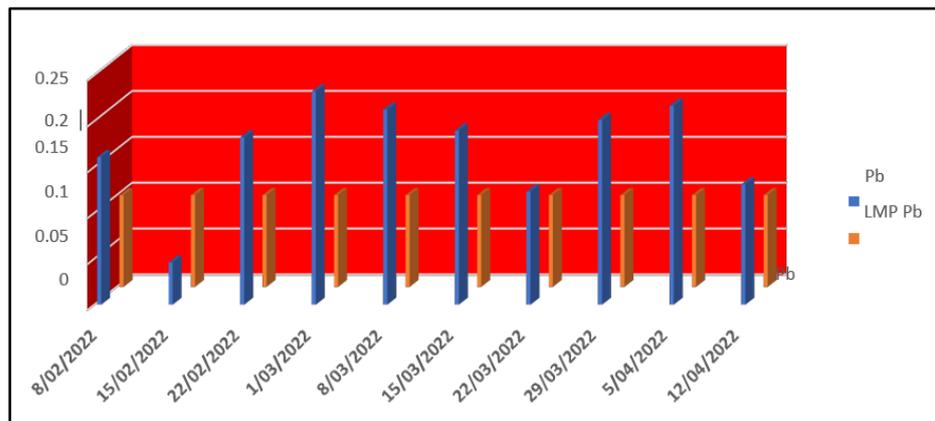
La Tabla indica que los valores obtenidos en los análisis están muy por debajo de los exigidos para el Cd, Cu y Zn con valores máximos permisibles del D. S. 031-2010-SA referidos a la calidad del agua de Consumo Humano o menos del punto de detección del Equipo de Absorción Atómica; es por eso, que se descartan en el presente estudio.

Figura 15. Análisis de metales pesados (físico-químico) en la captación de Malipuquio para el Fe.



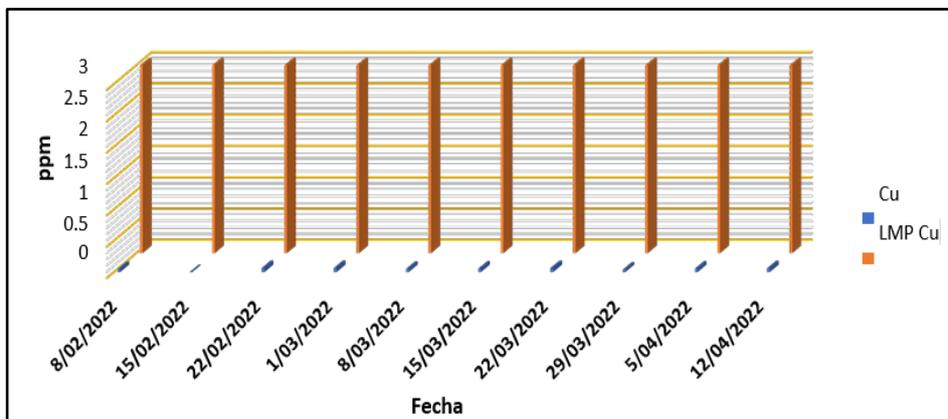
Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Análisis de metales pesados (físico-químico) en la captación de Malipuquio para el Pb



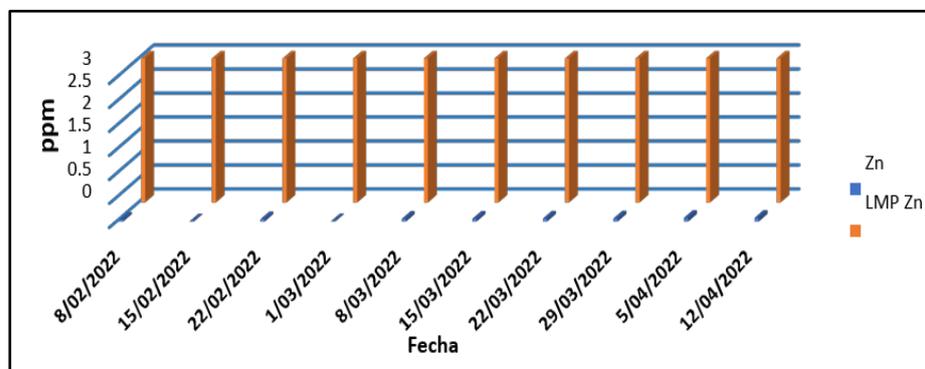
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Análisis de metales pesados(físico-químico) en la captación de Malipuquio para el Cu.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Análisis de metales pesados (físico-químico) en la captación de Malipuerto para el Zn



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Prueba de hipótesis

Las variaciones máximas obtenidas pueden observarse en la siguiente tabla en donde se puede ver:

Tabla 2. Variación de Fe/sem y Pb/sem en Malipuerto; captación, ppm

FECHA	Fe	Diferencia Fe	Pb	Diferencia Pb
08/02/2022	0.2231	0	0.1608	0
15/02/2022	<0.003	-0.2231	0.0460	-0.1148
22/02/2022	0.4111	0.4111	0.1823	0.1363
01/03/2022	0.3852	-0.0259	0.2322	0.0499
08/03/2022	0.3265	-0.0587	0.2126	-0.0196
15/03/2022	0.4234	0.0969	0.1898	-0.0228
22/03/2022	0.4123	-0.0111	0.1234	-0.0664
29/03/2022	0.3659	-0.0464	0.2012	0.0778
05/04/2022	0.5632	0.1973	0.2167	0.0155
12/04/2022	0.4532	-0.1100	0.1311	-0.0856
Promedio	0.3960		0.1696	

Fuente; Elaboración propia

Las variaciones negativas indican decremento de la concentración del elemento/semana en la captación de Malipuerto debido a disolución de rocas por efecto de un incremento de la temperatura.

Esto nos demuestra la validez de la Hipótesis en lo que se refiere al contenido de metales pesados.

4.4. Discusión de resultados

Tabla 3. Variación de Coliformes totales/sem y Coliforme fecales/sem en Malipuerto; captación

Fecha	Coliformes Totales, NMP/100 mL			Coliformes Fecales, NMP/100 mL		
	Captación	Reservorio	Pileta	Captación	Reservorio	Pileta
08/02/2022	6	4	<1	1	<1	<1
15/02/2022	7	4	<1	1	<1	<1
22/02/2022	6	5	t<1	2	<1	<1
01/03/2022	5	1	<1	1	<1	<1
08/03/2022	4	1	<1	1	<1	<1
15/03/2022	5	2	<1	2	<1	<1
22/03/2022	5	1	<1	2	<1	<1
29/03/2022	4	<1	<1	1	<1	<1
05/04/2022	7	<1	<1	1	<1	<1
12/04/2022	6	<1	<1	2	<1	<1

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla indica que no hay contaminación por coliformes en la pileta por lo que se considera bacteriológicamente un agua de muy buena calidad exigida por el Reglamento peruano sobre la calidad de agua para el consumo

humano. En la captación se observa presencia de coliformes totales, alcanzando valores máximos el 12 de febrero y el 05 de abril del 2022, los que son eliminados mediante la cloración como puede verse a la salida del reservorio y en la pileta muestreada. No se reportan coliformes fecales en todo el sistema adquiriendo valores <1 en Malipuerto, lo que demuestra la validez de la hipótesis planteada.

Dado a que el sistema es un entubamiento desde la captación de Malipuerto hasta las piletas de consumo, y, al tener una ubicación alta de nuestra serranía hace que la temperatura ambiental se mantenga constante; entonces, los parámetros temperatura y acidez no tienen la relevancia para ser considerados.

Lo que se desea manifestar es que con la cloración o sea un tratamiento simple de desinfección es suficiente para mantener un agua saludable sin problemas de contaminación; ya que la presencia metálica es baja y, hasta cierto punto, es saludable en pequeñas proporciones.

CONCLUSIONES

- Los análisis Físico-Químico en las muestras llevados a cabo en el laboratorio Químico de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) – Huancayo, determinan que el agua que está consumiendo la población San Francisco de Asís de Yarusyacán tiene propiedades libres de contaminantes tóxicos o dañinos; lo que la hace bebible y aceptable asegurando así una óptima calidad de vida de la población
- Los análisis Bacteriológicos en las muestras llevados a cabo en el laboratorio de la Dirección Regional de Salud (DIRESA) – PASCO, no se reportan coliformes fecales en todo el sistema, adquiriendo valores <1 en la fuente Mulipuquio; lo cual indica que no hay contaminación por coliformes en la pileta por lo que se considera bacteriológicamente un agua de muy buena calidad.
- El sistema de distribución de agua del distrito de Yarusyacan se da mediante red de tuberías, y esta al ubicarse en altitud de nuestra serranía hace que la temperatura ambiental se mantenga constante; entonces, los parámetros temperatura y acidez no tienen la relevancia correspondiente para ser considerados; por lo cual estos no alteran los valores de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos.
- El cloro residual tiene un valor menor a 0.001 ppm, lo cual indica que se está realizando hasta el momento una buena dosificación de cloración en el reservorio que posteriormente no deja restos en el agua de consumo humano que pueda afectar a la salud de la población de San Francisco de Asís de Yarusyacán

RECOMENDACIONES

- Las autoridades del distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán, como las autoridades competentes como la SUNASS y el ANA; es que sigan con el control y supervisión de las aguas subterráneas;
- Así mismo no descuidarse de la importancia de este valioso recurso para la población del distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán, ya que afecta directamente en la salud si se da alguna alteración.
- Realizar monitoreos constantes de este recurso y verificar la cloración ya que es la una de las principales maneras de preservar la salud del distrito en especial de la niñez y de los adultos mayores, que son los de mayor riesgo de contraer enfermedades gastro intestinales.
- Es necesario incentivar a la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), cuente con una base de datos reales de monitoreos mensuales o anuales de la calidad del agua de consumo humano de cada población rural de la región, a fin de tomar acciones de mejoras en caso haya problemas, conjuntamente con los municipios correspondientes; para así mantener una mejor calidad de vida de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acacio, Cancino y Molina (2018) "Caracterización de agua subterráneas en el municipio Buchivacoa (Venezuela) con fines de tratamiento"
- Baque, Simba, Gonzales, Suatunce, Diaz y Cadme (2016) "Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador"
- Burgos, Estrada y Aléan (2018) "Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de abastecimiento para consumo humano de la comunidad de Jaraquiel, Córdoba"
- Fundación Nacional de Salud (2013), "Manual Práctico de Análisis de agua" Fundación Nacional 4ta Ed. Brasilia.
- Garay, Guevara y Zurita (2019) "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano del Caserío La Huaca – Jaén – Cajamarca"
- Jiménez, Llico (2019) "Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc aplicando el índice de calidad ambiental para agua, Cajamarca"
- Estándares de calidad de Agua (ECAS), MINAM. Obtenido de: https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf
- ONU, Decenio (2015)" El Agua Fuente de Vida 2005-2015, Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. Obtenido de: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/>
- Organización Mundial de la Salud, OMS, 2011, Guías para el Agua de Consumo Humano, Ginebra. Obtenido de: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- Quispe y Herrera (2021) "Influencia de un sistema de ecotratamiento de agua potable para mejorar la calidad de agua de consumo humano Nazca-2021"
- Ministerio de Salud, 2010. Reglamento No 031-2010, S.A., Lima. Obtenido de: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf

Reyna (2021) "Monitoreo de la calidad del agua en la ciudad de Pucallpa"

Rincon (2017) "Evaluación de parámetros físico-químicos del agua en el proceso de potabilización del río Subachoque"

Romero (2016) "Ética y Epistemología en la Investigación Científica, Tendencias y perspectivas", Facultad de Ciencias Contables Universidad Nacional Mayor de San Marcos-UNMSM / Lima-Perú.

Sánchez, Benavides, Chaves y Quirós (2020) "Calidad del agua para consumo humano en una comunidad rural: caso Corral de Piedra, Guanacaste, Costa Rica"

Yanna (2017) "Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, en el sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Azángaro Puno – 2017"

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO 01

Parámetros de Límites Máximos Permisibles (LMP) DS N°031- 2010-SA. MINSA



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 Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° 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)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁻ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ 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

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

**DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA
DEROGATORIA**

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FISICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copepodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

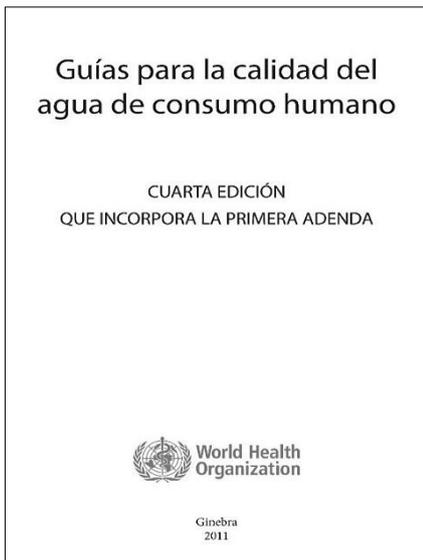
(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitros (NO₂-N).

Guías Para la Calidad del Agua de Consumo Humano - Cuarta Edición

Organización Mundial de la Salud (OMS) - Ginebra 2011.



12. FICHAS INFORMATIVAS SOBRE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Cadmio

El cadmio es un metal que se utiliza en la industria del acero y de plásticos. Los compuestos del cadmio son componentes muy utilizados en pilas eléctricas. El cadmio se libera al ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación aérea local producen contaminación difusa. También las impurezas provenientes de las soldaduras que contienen cinc y las tuberías galvanizadas y algunos accesorios metálicos de gasfitería pueden contaminar el agua de consumo humano. La principal fuente de exposición diaria al cadmio son los alimentos. La ingesta oral diaria es de 10 a 35 µg. El consumo de tabaco es una fuente adicional significativa de exposición al cadmio.

Valor de referencia	0.003 mg/l (3 µg/l)
Presencia	Las concentraciones en el agua de consumo humano suelen ser menores de 1 µg/l
PTMI	25 µg/kg de peso corporal, basada en la relación entre la excreción de β ₂ -microglobulina en la orina y la excreción de cadmio en la orina de personas de 50 años de edad o más
Límite de detección	0.01 µg/l mediante ICP-MS; 2 µg/l mediante FAAS
Eficacia del tratamiento	La concentración debería reducirse hasta 0.02 mg/l mediante coagulación o ablandamiento por precipitación
Cálculo del valor de referencia	<ul style="list-style-type: none"> • asignación al agua 10% de la ingesta mensual tolerable provisional (IMTP) debido a la alta ingesta proveniente de alimentos • peso adulto de 60 kilos • consumo 2 litros al día
Observaciones adicionales	<p>Aunque hay nueva información que indica que una proporción de la población general puede estar expuesta a un riesgo mayor de disfunción tubular si se expone a la IMTP actual, las estimaciones de riesgo que pueden hacerse actualmente son imprecisas</p> <p>Se reconoce que el margen entre la IMTP y la ingesta mensual real de cadmio por la población general es pequeña y que este margen podría ser menor aún en los fumadores</p>
Fecha de la evaluación	2011
Referencia principal	FAO/OMS (2011) <i>Evaluation of certain food additives and contaminants</i> OMS (2003) <i>Cadmium in drinking-water</i>

Cinc

El cinc es un oligoelemento esencial que se encuentra prácticamente en todos los alimentos y en el agua de consumo humano en forma de sales o complejos orgánicos. Generalmente, la principal fuente de cinc son los alimentos. Aunque las concentraciones de cinc en aguas superficiales y subterráneas no suelen sobrepasar de 0.01 y 0.05 mg/l, respectivamente, en el agua de grifo puede haber concentraciones mayores como consecuencia de la disolución del cinc de las tuberías.

Motivo para no establecer un valor de referencia	Los niveles que se encuentran en el agua de consumo humano no representan un problema de salud
Observaciones adicionales	Puede afectar la aceptabilidad del agua de consumo humano
Fecha de la evaluación	1993
Referencia principal	OMS (2003) <i>Zinc in drinking-water</i>

Hierro

El hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. Está presente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0.5 a 50 mg/l. También puede haber hierro en el agua de consumo humano, debido al uso de coagulantes de hierro o a la corrosión de tuberías de acero o hierro fundido en las redes de distribución del agua.

Motivo para no establecer un valor de referencia	Los niveles que se encuentran en el agua potable no representan un problema de salud
Observaciones adicionales	Puede afectar la aceptabilidad del agua potable
Fecha de la evaluación	1998
Referencia principal	OMS (2003) <i>Iron in drinking-water</i>

Cobre

El cobre es un nutriente esencial y, al mismo tiempo, un contaminante del agua de consumo humano. Se utiliza para fabricar tuberías, válvulas y accesorios de gasfitería, así como en aleaciones y revestimientos. En ocasiones se añade sulfato de cobre pentahidratado a las aguas superficiales para el control de algas. Las concentraciones de cobre en el agua de consumo humano varían mucho y la fuente principal más frecuente es la corrosión interior de las tuberías de cobre. Las concentraciones suelen ser bajas en muestras de agua corriente o que se ha dejado correr prolongadamente, mientras que en muestras de agua retenida o que se ha dejado correr poco tiempo son más variables y suelen ser considerablemente más altas (con frecuencia >1 mg/l). La concentración de cobre en el agua tratada suele aumentar durante la distribución, sobre todo en sistemas con pH ácido o en aguas con concentración alta de carbonato y pH alcalino. Las fuentes principales de exposición al cobre en los países desarrollados son los alimentos y el agua. El consumo de agua retenida o que se ha dejado correr poco tiempo, de sistemas de distribución con tuberías o accesorios de cobre, puede aumentar considerablemente la exposición diaria total al cobre, especialmente en lactantes alimentados con leche maternizada en polvo reconstituida con agua de grifo.

Valor de referencia	2 mg/l (2000 µg/l)
Presencia	Las concentraciones en el agua de consumo humano varían de <0.005 hasta >30 mg/l, principalmente como resultado de la corrosión interior de tuberías de cobre.
Cálculo del valor de referencia	Para proteger de los efectos gastrointestinales agudos del cobre y proporcionar un margen de seguridad adecuado a las poblaciones con una homeostasis normal del cobre
Límite de detección	0.02-0.1 µg/l mediante ICP/MS; 0.3 µg/l mediante ICP-espectroscopía de emisión óptica; 0.5 µg/l mediante FAAS
Eficacia del tratamiento	Los tratamientos convencionales no eliminan el cobre. No obstante, el cobre no es un contaminante usual del agua no tratada
Cálculo del valor de referencia	<p>El valor de referencia debería permitir a las personas adultas con una homeostasis normal del cobre beber de 2 a 3 litros de agua al día y consumir cobre en complementos alimenticios y en los alimentos sin exceder la ingesta máxima tolerable de 10 mg/día ni provocar una respuesta gastrointestinal adversa</p> <p>Cuando la concentración de cobre es mayor de 1 mg/l, el agua mancha la ropa lavada y los aparatos sanitarios. En concentraciones por encima de 2.5 mg/l, el cobre confiere un sabor amargo no deseado al agua; en concentraciones mayores afecta también el color del agua</p> <p>En la mayoría de los casos en los que se utilizan tuberías de cobre como material de gasfitería, la concentración de cobre será inferior al valor de referencia. No obstante, en determinadas circunstancias, como en el caso de aguas muy ácidas o corrosivas, se generarán concentraciones de cobre mucho más altas y la utilización de tuberías de cobre puede no ser apropiada</p>
Fecha de la evaluación	2003
Referencia principal	IPCS (1998) <i>Copper</i> OMS (2004) <i>Copper in drinking-water</i>

Plomo

El plomo se utiliza principalmente en la producción de baterías de plomo ácido, en la soldadura y en aleaciones. Los compuestos orgánicos tetraetilo y tetrametilo también se han utilizado ampliamente como agentes anticongelantes y lubricantes en la gasolina, aunque su uso para estos fines se ha sido eliminado ampliamente en muchos países. Debido a la disminución del uso de aditivos que contienen plomo en la gasolina y de soldaduras que contienen plomo en la industria alimentaria, las concentraciones en el aire y los alimentos están disminuyendo; en la mayoría de los países, los niveles de plomo en la sangre también están disminuyendo a menos que haya fuentes específicas, tales como el polvo de pintura con plomo o el reciclaje ocupacional o doméstico de materiales que contienen plomo.

Valor de referencia provisional	0.01 mg/L (10 µg/L)
Observaciones adicionales	El valor de referencia se designa como provisional sobre la base de la eficacia del tratamiento y la capacidad analítica. Como ya no se trata de un valor de referencia basado en la salud, las concentraciones deben mantenerse tan bajas como sea razonablemente práctico. No se deben incorporar nuevas fuentes de plomo, tales como conexiones de servicio y soldaduras de plomo, y en las reparaciones y nuevas instalaciones se deben usar accesorios con aleaciones que tengan bajo contenido de plomo
Ocurrencia	Las concentraciones en el agua potable generalmente son inferiores a 5 µg/L, aunque se han medido concentraciones mucho más altas (por encima de 100 µg/L) cuando hay conexiones de servicio o accesorios de plomo. La fuente primaria de plomo proviene de las conexiones de servicio y fontanería en edificios; por lo tanto, el plomo debe medirse en el grifo. Las concentraciones de plomo también pueden variar de acuerdo con el período en que el agua haya estado en contacto con materiales que contienen plomo.
Base para el establecimiento del valor de referencia	El valor de referencia se basó previamente en la ISTEP del JECFA, que desde entonces se ha retirado, y no se ha establecido ninguna ISTEP nueva, debido a que parece no existir un umbral para los efectos clave del plomo. Sin embargo, se han realizado esfuerzos sustanciales para reducir la exposición al plomo de una serie de fuentes, incluido el agua potable. El valor de referencia se mantiene en 10 µg/L, pero se designa como provisional tomando en cuenta la eficacia del tratamiento y la capacidad analítica, porque es extremadamente difícil conseguir una concentración inferior a esta por acondicionamiento central, tal como la dosificación con fosfato
Límite de detección	1 µg/L por AAS; límite de cuantificación práctico en la región de 1-10 µg/L

PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD

ANEXO 02

Análisis Bacteriológico



GOBIERNO REGIONAL PASCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



AREA LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 011 – AC -2022

Solicitante : JHON CARLOS CARBAJAL MEJIA
Dirección : AV. SIMÓN BOLIVAR N° 43 – YANACANCHA - PASCO

DATOS DEL MUESTREO

Proced. de las muestras: Subterráneo
Localidad: Yarusyacan
Distritos: Yarusyacan
Cloro residual (mg/L): ...
Fecha /hora de muestreo: 24/05/2022 09:02 y 09:38 hrs.
Muestreado por: Personal del EE.SS

CONTROL LABORATORIO

Fecha de recepción: 24/05/2022 12:30 hrs.
Fecha de inicio del ensayo: 24/05/2022 14:35 hrs.

RESULTADOS

CODIGO LABORATORIO	MUESTRA		ENSAYOS			
	Tipo	Punto de Muestreo	Coliformes totales 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes fecales 44.5°C (UFC/100 ml)	pH	Turbidez (UNT)
1114	Agua de consumo humano	Fuente Manantial Mullipuuquio – Anexo los Angeles Yarusyacan	6	<1
1115	Agua de consumo humano	Pileta Fam. Martha Cabello Rivera – Jr. San Martín con Jr. Huariaca -Yarusyacan	2	<1

Método de Ensayo: Procedimiento de Análisis de Coliformes por Filtro de Membrana, basado en el Estándar Method for the examination of water and wastewater, 21 th Edition 2005 parte 9222B y 9222D
UNIDAD UFC (unidades Formadoras de Colonias).

Cerro de Pasco, 30 de Mayo del 2022

MINISTERIO DE SALUD
Dirección Regional de Salud - Pasco
RESP. DE LABORATORIO
TEC. LABORATORISTA

Los Resultados del informe corresponden solo a las muestras sometidas a ensayo
La Reproducción total o parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio.

AREA LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 011 – AC -2022

Solicitante : JHON CARLOS CARBAJAL MEJIA
Dirección : AV. SIMÓN BOLIVAR N° 43 – YANACANCHA - PASCO

DATOS DEL MUESTREO

Proced. de las muestras: Reservorio
 Localidad: Yarusyacan
 Distritos: Yarusyacan
 Cloro residual (mg/L): —
 Fecha /hora de muestreo: 09/02/2022 09:02 y 09:36 hrs.
 Muestreado por: Interesado y Personal del EE.SS

CONTROL LABORATORIO

Fecha de recepción: 10/02/2022 12:30 hrs.
 Fecha de inicio del ensayo: 10/02/2022 14:35 hrs.

RESULTADOS

CODIGO LABORATORIO	MUESTRA		ENSAYOS			
	Tipo	Punto de Muestreo	Coliformes totales 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes fecales 44.5°C (UFC/100 ml)	pH	Turbidez (UNT)
1116	Agua de consumo humano	Reservorio Mullipucquio – Anexo los Angeles Yarusyacan	6	<1
—	—	—	—	—

Metodo de Ensayo: Procedimiento de Analisis de Coliformes por Filtro de Membrana, basado en el Standard Method for the examination of water and wastewater, 21th Edition 2005 parte 9222B y 9222D.
 UNIDAD UFC (unidades Formadoras de Colonias).

Cerro de Pasco, 13 de Junio del 2022


 MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO
 RESP. DE LABORATORIO

Análisis Físico-Químico



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

INFORME DE ENSAYO N° 2606-22

Solicitante : JHON CARLOS CARBAJAL MEJIA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS
Lugar de Muestreo : FUENTE MULIPUQUIO, ANEXO LOS ANGELES DIST.
YARUSYACAN, PASCO.
Tipo de Muestra : AGUA
Fecha de Monitoreo : 08/02/2022
Fecha de Recepción de Muestra : 09/02/2022
Fecha de Inicio de Análisis :
Fecha de Término de Análisis : 10/02/2022
Fecha de Emisión : 10/02/2022

MEDICIONES IN SITU

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		S	W
CA - 01	Muestra recepcionada en una fuente	10°30'34".11"	76°12'3".29"

CALIDAD DE AGUA

Código de Laboratorio	0007-1	Límite de detección	Unidad
Código de Cliente	CA - 01		
Parámetros Físicoquímicos			
Cadmio	<0.003	0.003	mg Cd/L
Hierro	0.2231	0.003	mg Fe/L
Plomo	0.1608	0.003	mg Pb/L
Cobre	0.0516	0.003	mg Cu/L
Zinc	0.0382	0.003	mg Zn/L

- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta
- Condición y Estado de la muestra ensayada: La muestra llegó refrigerada.


Dr. Orlando Alfredo Vilca Moreno

I L.A.Q.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



Método de Análisis:

Cd. APHA AWWA-WEF 3114C, 23rd Edition 2017, continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Electrometric Method.
Fe. APHA AWWA-WEF 3114C, 23rd Edition 2017, continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Electrometric Method.
Pb. APHA AWWA-WEF 3114C, 23rd Edition 2017, continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Electrometric Method.
Cu. APHA AWWA-WEF 3114C, 23rd Edition 2017, continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Electrometric Method.
Zn. APHA AWWA-WEF 3114C, 23rd Edition 2017, continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. Electrometric Method.

Dr. Orlando Alfredo Vilca Moreno

Huancayo, 13 de junio de 2022.

Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce."
Nota 3: La(s) muestra (s) y contra muestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por Laboratorio de Análisis Químico.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

INFORME DE ENSAYO N° 2607-22

Solicitante : JHON CARLOS CARBAJAL MEJIA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS
Lugar de Muestreo : PILETA DEL BARRIO JR. SAN MARTIN S/N C/N JR. HUARIACA
S/N DIST. YARUSYACAN, PASCO.
Tipo de Muestra : AGUA
Fecha de Monitoreo : 15/02/2022
Fecha de Recepción de Muestra : 16/02/2022
Fecha de Inicio de Análisis : 17/03/2022
Fecha de Término de Análisis : 17/03/2022
Fecha de Emisión : 18/03/2022

MEDICIONES IN SITU

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		Norte	Este
A - 02	Muestra recepcionada en un domicilio	10°29'21".26"	76°11'46".66"

CALIDAD DE AGUA

Código de Laboratorio	0007-1	Limite de detección	Unidad
Código de Cliente	A - 02		
Parámetros Físicoquímicos			
Cadmio	<0.003	0.003	mg Cd/L
Hierro	<0.003	0.003	mg Fe/L
Plomo	0.0460	0.003	mg Pb/L
Cobre	<0.003	0.003	mg Cu/L
Zinc	0.0082	0.003	mg Zn/L

- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo; Indicado en el acta
- Condición y Estado de la muestra ensayada; La muestra llegó refrigerada.

Dr. Orlando Alfredo Vilca Moreno

I L.A.Q.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

INFORME DE ENSAYO N° 2608-22

Solicitante : JHON CARLOS CARBAJAL MEJIA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS
Lugar de Muestreo : PILETA DEL BARRIO JR. SAN MARTIN S/N C/N JR. HUARIACA S/N
DIST. YARUSYACAN, PASCO
Tipo de Muestra : AGUA
Fecha de Monitoreo : 08/02/2022
Fecha de Recepción de Muestra : 09/02/2022
Fecha de Inicio de Análisis : 09/02/2022
Fecha de Término de Análisis : 10/02/2022
Fecha de Emisión : 11/02/2022

MEDICIONES IN SITU

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		S	W
A - 02	Muestra recepcionada en un domicilio	10°29'20".26"	76°11'47".66"

CALIDAD DE AGUA

Código de Laboratorio	0009-1	Limite de detección	Unidad
Código de Cliente	A - 02		
Parámetros Físicoquímicos			
Cloro residual	<0.01	0.01	ppm

- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta
- Condición y Estado de la muestra ensayada: La muestra llegó refrigerada.

Dr. Orlando Alfredo Vilca Moreno

I.L.A.Q.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

INFORME DE ENSAYO N° 2609-22

Solicitante : JHON CARLOS CARBAJAL MEJIA
Proyecto : PROYECTO DE TESIS
Lugar de Muestreo : PILETA DEL BARRIO JR. SAN MARTIN S/N C/N JR. HUARIACA S/N
DIST. YARUSYACAN, PASCO
Tipo de Muestra : AGUA
Fecha de Monitoreo : 15/02/2022
Fecha de Recepción de Muestra : 16/02/2022
Fecha de Inicio de Análisis : 16/02/2022
Fecha de Término de Análisis : 17/02/2022
Fecha de Emisión : 17/03/2022

MEDICIONES IN SITU

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		S	W
A - 02	Muestra recepcionada en un domicilio	10°29'20".26"	76°11'47".66"

CALIDAD DE AGUA

Código de Laboratorio	0009-1	Limite de detección	Unidad
Código de Cliente	A - 02		
Parámetros Físicoquímicos			
Cloro residual	0.06	0.01	ppm

- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta
- Condición y Estado de la muestra ensayada: La muestra llegó refrigerada.


Dr. Orlando Alfredo Vilca Moreno

I.L.A.Q.

ANEXO 03

Panel Fotográfico



Fotografía N° 01

Captación de la fuente llamada "Malipuerto".



Fotografía N° 02

Tesista con la encargada del Área de Salud, en la captación Malipuerto.



Fotografía N° 03

Reservorio de Yarusyacán con puerta de acceso metálica.



Fotografía N° 04

Tesista en el reservorio de Yarusyacán.



Fotografía N° 05

Sistema cerrado de agua de Yarusyacán.



Fotografía N° 06

Tesista recogiendo muestra de agua de pileta.