

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE EDUCACIÓN**

**SECUNDARIA**



**T E S I S**

**Evaluación de la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de  
Antapirca y propuesta de industrialización**

**Para optar el título profesional de:**

**Licenciado en Educación**

**Con Mención: Biología y Química**

**Autor:**

**Bach. Junnior Wanderlin ROBLES GOMEZ**

**Asesor:**

**Dr. Luis Rolando MURGA PAULINO**

**Cerro de Pasco – Perú – 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE EDUCACIÓN**

**SECUNDARIA**



**T E S I S**

**Evaluación de la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de  
Antapirca y propuesta de industrialización**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Oscar SUDARIO REMIGIO**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Julio César CARHUARICRA MEZA**  
**MIEMBRO**

---

**Dr. Rómulo Víctor CASTILLO ARELLANO**  
**MIEMBRO**



**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 172 – 2025**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Junnior Wanderlin, ROBLES GOMEZ**

Escuela de Formación Profesional:

**Educación Secundaria**

Tipo de trabajo:

**Tesis**

Título del trabajo:

**Evaluación de la calidad del agua del puquial de Shareuhupiana, C.P. de Antapirca y propuesta de industrialización**

Asesor:

**Luis Rolando MURGA PAULINO**

Índice de Similitud:

**13%**

Calificativo:

**Aprobado**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software Turnitin Similarity

Cerro de Pasco, 01 de octubre del 2025.



Firmado digitalmente por VALENTIN  
MELGAREDO Teófilo Félix FAU  
20154603046 soft

Motivo: Soy el autor del documento

Fecha: 01.10.2025 14:37:50-05:00

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias al he logrado concluir mi carrera, a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, doy gracias a dios por darme salud y también agradezco a mis padres y mi esposa y mi hijo por haberme apoyado tanto emocionalmente y económicamente para poder cumplir con el objetivo de optar mi grado académico de bachiller.

## RESUMEN

El trabajo de investigación ejecutado, tuvo como objetivo general evaluar la calidad de agua del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco, que consume la población; así mismo la posibilidad de que pueda ser industrializada a través de un agua de mesa y de esta manera asegurar que poblador que consume el agua embotellada esté libre de contraer enfermedades que puedan afectar su salud, y generar un recurso económico adicional para la población. Para ello, los parámetros recomendados a analizar por el Ministerio de Medio Ambiente, son físicos, químicos y microbiológicos y compararlos con los Límites Máximos Permisibles. La metodología utilizada fue un estudio observacional descriptivo transversal; se analizaron los parámetros en muestras de un litro de agua tanto para la estación de verano como de invierno, donde se realizó un análisis experimental descriptivo. Los resultados evidencian que el análisis en el puquial (PM-01). los parámetros físico químicos, algunos no cumplen y respecto a los parámetros microbiológicos como es la presencia de coliformes, están presentes y no cumplen con los LMP, los parámetros organolépticos principalmente para la turbidez se ven afectados por la época de precipitación la concentración de partículas suspendidas y contaminantes se incrementa; por todo ello se puede decir que el agua no es apta para consumo humano. Finalmente, no existen las condiciones mínimas para instalar una planta de embotellamiento en el lugar, debido a presupuesto, condiciones de ubicación, consenso para la inversión entre otros parámetros de evaluación. Se concluye que el trabajo de investigación reporta la calidad de agua que consume la población, es importante también concientizar a la comunidad sobre el ojo de agua que tienen y sus cuidados ambientales que debe tener para mantenerla limpia y saludable y no genere daño en la salud de las personas.

**Palabras claves:** calidad del agua, coliformes fecales, agua embotellada.

## ABSTRACT

The research project conducted had the general objective of evaluating the water quality of the Sharcuhupiana spring in the Antapirca community, Santa Ana de Tusi district, Pasco Region, which is consumed by the local population. It also explored the possibility of processing this water into bottled water, thereby ensuring that residents who consume bottled water are free from illnesses that could affect their health, and generating an additional economic resource for the community. To this end, the parameters recommended by the Ministry of the Environment for analysis were physical, chemical, and microbiological, and the results were compared with the Maximum Permissible Limits.

The methodology used was a descriptive, cross-sectional, observational study. Parameters were analyzed in one-liter water samples from both the summer and winter seasons, where a descriptive experimental analysis was performed. The results show that the analysis of the spring (PM-01) revealed that some physicochemical parameters did not meet the limits, and regarding microbiological parameters, such as the presence of coliforms, they were present but did not meet the maximum permissible limits (MPL). The organoleptic parameters, mainly turbidity, were affected by the rainy season, as the concentration of suspended particles and contaminants increased. Therefore, it can be concluded that the water is not suitable for human consumption.

Finally, the minimum conditions for installing a bottling plant in the area do not exist due to budget constraints, location conditions, lack of consensus regarding the investment, and other evaluation parameters. It is concluded that this research reports on the quality of water consumed by the population. It is also important to raise community awareness about the spring they have and the environmental care they must take to keep it clean and healthy and prevent harm to people's health.

**Keywords:** water quality, fecal coliforms, bottled water.

## INTRODUCCIÓN

El problema del agua, es un tema complicado que incluye elementos como la escasez, la polución y el acceso inequitativo a este recurso esencial (Nieto, N., 2011). Se exponen algunos de los retos más significativos vinculados con el agua; la escasez de agua para consumo es un desafío en aumento debido al cambio climático, la urbanización y las prácticas de agricultura intensiva. La existencia de agentes químicos y biológicos en los recursos acuáticos influye en su calidad para el consumo humano y la utilización agrícola. En numerosas áreas, particularmente en zonas rurales o en desarrollo, el acceso a agua potable es limitado o no existe (Hernández Muñoz, A., 1993).

La corrupción en la administración del agua en América Latina ejerce un efecto considerable y polifacético, impactando tanto en la calidad como en el acceso al recurso de agua, la cual puede incrementar de manera artificial los gastos de proyectos vinculados al agua, forzando a las personas a abonar sobornos para obtener el servicio. Esto desvía recursos destinados a optimizar el acceso al agua potable, afectando particularmente a los sectores desfavorecidos. La ausencia de una regulación eficaz debido a prácticas corruptas facilita la contaminación de grandes cantidades de agua, impactando de manera adversa los medios de vida de los consumidores (Soto, M., et al., 2020)

Es esencial la calidad del agua para consumo para asegurar la salud pública y el bienestar de las comunidades. Los indicadores de calidad se dividen en físicos, químicos y microbiológicos como claridad, temperatura, aroma y gusto, conductividad eléctrica, pH, presencia de metales de gran peso como el cobre o el plomo, bacterias coliformes (*E. coli*) entre otros Gonzales (W., et al., 2023).

El agua, envasada ha incrementado su popularidad debido a su facilidad de uso y la percepción de que es de mejor calidad que el agua del grifo. Dentro de las ventajas, se puede transportar sin dificultad y se encuentra disponible en prácticamente cualquier

lugar, convirtiéndola en una opción perfecta para momentos en los que la disponibilidad de agua potable es escasa. El agua envasada contiene menos contaminantes en comparación con el agua del grifo, aunque esto no siempre es un hecho. Link: <https://easyvending.com/blog/consejos-agua/saludable-beber-agua-embotellada/>

El trabajo de investigación consta de dos partes fundamentales: la primera corresponde al marco teórico, donde se reportan las diversas estrategias que se utilizan en la enseñanza de las ciencias, y en la segunda parte se presenta los aspectos metodológicos que sirvieron para recoger y analizar la información. Finalmente, se reportan las conclusiones y recomendaciones.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación del problema .....	4
1.2.1.	Espacial.....	4
1.2.2.	Temporal.....	5
1.2.3.	Social .....	5
1.3.	Formulación del problema.....	5
1.3.1.	Problema general .....	5
1.3.2.	Problemas específicos.....	5
1.4.	Formulación de objetivos.....	6
1.4.1.	Objetivo general .....	6
1.4.2.	Objetivos específicos .....	6
1.5.	Justificación de la investigación .....	7
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	7

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio .....	8
2.1.1.	Antecedentes nacionales .....	8
2.1.2.	Antecedentes internacionales.....	9
2.2.	Bases teóricas – científicas .....	9
2.2.1.	Medio ambiente .....	9
2.2.2.	El Agua, como recurso natural .....	9
2.2.3.	Agua de calidad .....	10
2.2.4.	La contaminación del agua .....	11
2.2.5.	Sustancias tóxicas .....	12
2.2.6.	Tipos de agua.....	13
2.2.7.	Protocolo de muestreo del agua.....	13
2.2.8.	Ánálisis físico, químico y biológico del agua .....	13
2.2.9.	Agua de mesa .....	14
2.2.10.	Tratamiento del agua .....	15
2.2.11.	Agua de mesa .....	16
2.3.	Definición de términos básicos.....	17
2.4.	Formulación de hipótesis.....	18
2.4.1.	Hipótesis general .....	18
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	18
2.5.	Identificación de variables.....	19
2.5.1.	Variable independiente .....	19
2.5.2.	Variable dependiente .....	19
2.5.3.	Variable interviniente .....	19

2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	20
------	---	----

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA 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 .....	22
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.6.1.	Análisis de muestras .....	23
3.6.2.	Instrumentos .....	23
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	23
3.8.	Tratamiento estadístico.....	23
3.9.	Orientación ética, filosófica y epistémica .....	24

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	25
4.1.1.	Parámetros microbiológicos .....	25
4.1.2.	Parámetros organolépticos.....	26
4.1.3.	Parámetros físicos para el agua .....	27
4.1.4.	Parámetros de sustancias no metálicas .....	29
4.1.5.	Parámetros para metales .....	30
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	31

4.2.1. Evaluación de los parámetros microbiológicos .....	31
4.2.2. Esquema del proceso industrial (ver anexo, planta embotelladora) .....	54
4.3. Prueba de hipótesis .....	55
4.4. Discusión de resultados .....	56

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## ANEXOS:

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Indicadores de la calidad del agua .....	16
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de las variables .....	20
<b>Tabla 3</b> Punto de monitoreo PM-01 para parámetros microbiológicos.....	25
<b>Tabla 4</b> Punto de monitoreo PM-01 para parámetros organolépticos .....	26
<b>Tabla 5</b> Punto de monitoreo PM-01 para parámetros físicos .....	28
<b>Tabla 6</b> Punto de monitoreo PM-01 para parámetros de sustancias no metálicas.....	29
<b>Tabla 7</b> Punto de monitoreo PM-01 para parámetros de metales.....	30
<b>Tabla 8</b> Resumen de los resultados de los análisis físico, químico y microbiológico para el agua proveniente del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco .....	56
<b>Tabla 9</b> Resultados de análisis para la construcción de una planta de embotelladora para el agua proveniente del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco .....	57

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Figura 1</b> Coliformes Totales.....	31
<b>Figura 2</b> Coliformes Termo tolerantes (NMP/100 mL) .....	33
<b>Figura 3</b> Color Verdadero (UVC) .....	34
<b>Figura 4</b> Turbidez (NTU) .....	36
<b>Figura 5</b> pH.....	37
<b>Figura 6</b> Dureza (ppm) .....	39
<b>Figura 7</b> Conductividad eléctrica ( $\mu$ S/cm) .....	40
<b>Figura 8</b> Salinidad (ppm).....	42
<b>Figura 9</b> Fósforo total (ppm) .....	43
<b>Figura 10</b> Nitratos (ppm).....	45
<b>Figura 11</b> Sulfatos (ppm).....	47
<b>Figura 12</b> Cobre (ppm) .....	48
<b>Figura 13</b> PLomo (ppm).....	50
<b>Figura 14</b> Zinc (ppm) .....	51

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La investigación, constituye un proceso esencial en múltiples disciplinas y aspectos de la sociedad, jugando un papel vital en el progreso científico, tecnológico y formativo. A continuación, se enumeran algunas de las razones más relevantes que demuestran la relevancia de la investigación.

- Creación de Conocimiento y progreso científico, la investigación facilita la indagación de áreas no exploradas, el planteamiento de hipótesis y la realización de experimentos que validan o refutan teorías.
- Solución de problemas, que contribuye a detectar causas, valorar alternativas y desarrollar soluciones efectivas basadas en datos. Facilita la identificación de problemas futuros y la planificación de estrategias preventivas.
- En el ámbito universitario, la investigación ofrece una oportunidad valiosa para aplicar conocimientos teóricos en contextos prácticos. Estimula habilidades como el pensamiento crítico, la solución de problemas y el análisis reflexivo.

- Enriquece el conocimiento, las habilidades y las competencias de docentes y estudiantes mediante un aprendizaje integral fundamentado en datos comprobados. Educar Chile, Link: <https://www.educarchile.cl/>

El estudio de la calidad del agua, es fundamental para proteger la salud de las personas y preservar el medio ambiente (Quispe H., R., 2010). Puntos Importantes en el estudio de la calidad del agua son:

- Evaluación físico química: implica pruebas para determinar el pH, la temperatura, la conductividad, la dureza y el nivel de oxígeno disuelto.
- Análisis microbiológico: se enfoca en la identificación de bacterias, virus y parásitos que tienen el potencial de provocar enfermedades.
- Detección de contaminantes químicos: establece la presencia de metales pesados y pesticidas utilizando métodos como espectroscopía UV-visible o cromatografía líquida de alta eficacia.
- Sensores portátiles digitales: facilitan la medición de parámetros como pH, turbidez y cloro residual de manera precisa.
- Indicadores de calidad del agua: convierten información técnica en una sola cifra numérica que es más fácil de interpretar para el público.

La revisión continua es clave para asegurar que el agua potable sea segura.

Una organización autogestionada, es un tipo de entidad donde los empleados están involucrados directamente en el proceso de toma de decisiones y poseen el negocio, asumiendo tanto las pérdidas como las ganancias. Este enfoque se distingue por la reducción o eliminación de jerarquías convencionales, incentivando la cooperación y la coordinación entre todos sus integrantes.

Beneficios, son el aumento en la Motivación, con mayor control sobre sus responsabilidades y resultados, los empleados tienden a sentirse más

incentivados. Capacidad de innovación y adaptación, lo que brinda una mejor habilidad para ajustarse a cambios veloces.

Dentro de las desventajas, sin una planificación adecuada, puede haber confusiones en los roles o inefectividades. Complejidad en la toma de decisiones conjunta, se necesita un acuerdo entre todos los miembros para realizar decisiones significativas.

Una instalación de envasado de agua, es un conjunto industrial que se encarga de extraer, purificar y colocar agua en botellas para su entrega y consumo. A continuación, se describen los pasos esenciales que se llevan a cabo en el funcionamiento de estas instalaciones:

- Obtención del agua, el proceso se inicia con la obtención de agua de fuentes naturales o acuíferos subterráneos.
- Purificación del agua, como el filtrado donde se eliminan impurezas grandes como hojas y piedras.
- Desinfección: se aplican ozono, luz ultravioleta u otras técnicas para acabar con bacterias y virus.
- Filtrado adicional, se utilizan filtros de carbón activado para mejorar el sabor y eliminar contaminantes.
- Osmosis Inversa (opcional), empleada para suprimir minerales si se busca un agua más pura.
- Embotellado, las botellas son limpiadas y llenadas con el agua purificada usando máquinas especializadas que sellan de forma hermética para prevenir contaminaciones posteriores.
- Etiquetado y empaque, las botellas que llevan etiquetas son colocadas en cajas o palets, listas para ser distribuidas.

Por esta razón, uno de los propósitos más relevantes en el ambiente educativo es instruir a los alumnos en el área de las ciencias, lo que se conoce como formación científica. En este contexto, el método indagatorio juega un papel clave, ya que fomenta la participación activa del estudiante de manera integrada en el universo del saber, generando uniones que vinculen los diferentes conceptos de ciencias como química, física, biología y más en un conjunto holístico, de modo que para interpretar un fenómeno científico se necesiten aplicar los conceptos de cada una de ellas.

El estudio que propongo tiene como objetivo analizar la calidad del agua Puquial en Sharcuhupiana, ubicado en el Centro Poblado de Antapirca, dentro del distrito de Santa Ana de Tusi, en la Región Pasco. Este proyecto refleja la relevancia de realizar investigaciones, donde el docente, a través de su metodología pedagógica, debe incentivar la reflexión del alumno en su papel de científico. Todo esto busca promover la investigación y el crecimiento de nuevos estudiantes que inicien su camino en la ciencia, con la esperanza de que en el futuro se conviertan en los investigadores que el país tanto necesita.

## **1.2. Delimitación del problema**

El proyecto de investigación a ejecutar plantea una serie de ítems que señalan de manera correcta las principales delimitaciones que se tendrán en cuenta.

### **1.2.1. Espacial**

La ubicación del lugar donde se realizará el trabajo de investigación es el Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco, donde se encuentra la población que consume esta agua.

### **1.2.2. Temporal**

La investigación se desarrolla desde el mes de diciembre del 2024 hasta el mes de noviembre del 2025

### **1.2.3. Social**

El trabajo de investigación plantea evaluar la calidad de agua Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco, que consume la población; así mismo la posibilidad de que pueda ser industrializada a través de un agua de mesa y de esta manera asegurar que poblador esté libre de contraer enfermedades que puedan afectar su salud, y generar un recurso económico adicional para la población.

### **1.2.4. Conceptual**

El presente estudio trabaja con los conceptos de las siguientes variables: la evaluación físico, químico y microbiológico de agua Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco, el cual consiste en evaluar los distintos parámetros mencionados; la otra variable es la posibilidad de que pueda ser industrializada a través de un agua de mesa y de esta manera asegurar que poblador esté libre de contraer enfermedades que puedan afectar su salud, y generar un recurso económico adicional para la población.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema General**

¿Es posible la evaluación de la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de Antapirca, Pasco, que consume el poblador de la zona y proponer su industrialización?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Es posible que los parámetros físicos químicos medidos en el agua del Puquial de Sharcuhupiana coinciden con los Límites Máximos

Permisibles emitidos por el Ministerio del Medio Ambiente para indicar que es un agua de calidad?

- ¿Es cierto, que el agua del Puquial de Sharcuhupiana que consume la población, es un agua exenta de microorganismos como son los coliformes y por lo tanto no generan daño en la salud de las personas?
- ¿Qué posibilidad existe de que el agua del Puquial de Sharcuhupiana pueda ser industrializada como agua de mesa, generando un recurso económico adicional a la comunidad?

#### **1.4. Formulación de Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de Antapirca, Pasco, que consume el poblador de la zona y diseñar un proceso industrial que permita su industrialización a través del agua de mesa.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los parámetros físicos químicos del agua del Puquial de Sharcuhupiana y comparar con los Límites Máximos Permisibles emitidos por el Ministerio del Medio Ambiente para señalar que es un agua de calidad.
- Verificar que el agua del Puquial de Sharcuhupiana que consume la población, es un agua exenta de microorganismos como son los coliformes y por lo tanto no genera daño en la salud de las personas.
- Proponer un proceso químico que permita que el agua del Puquial de Sharcuhupiana pueda ser industrializada como agua de mesa y generar un recurso económico adicional a la comunidad.

### **1.5. Justificación de la investigación**

Es importante señalar que todo trabajo de investigación desarrollado genera nuevos conocimientos, los cuales, dentro del contexto para mi investigación, la evaluación de la calidad de un agua de consumo es pertinente pero además señala pautas en la salud de las personas y evita enfermedades.

Así mismo, se incorporan una serie de datos físico, químicos y biológicos para el agua del Puquial de Sharcuhupiana que pueden ser utilizados como una data para investigaciones posteriores en la medida las condiciones de evaluación sea estadísticamente parecidas.

Permite también en el investigador generar una serie de estrategias para ejecutar de manera correcta la investigación e incrementar sus conocimientos.

#### **Importancia Práctica**

Los resultados que se obtengan en el trabajo de investigación deben permitir en las autoridades de la comunidad evaluar la calidad de agua que consumen, así mismo, la propuesta de industrializar el agua del Puquial de Sharcuhupiana con el fin de elevar sus ingresos económicos.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Ninguna.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Según, Abad Ortiz (2014), Meza R. & Laura Ch. (2015), Yanapa (2012), Quispe H. (2010), hicieron análisis físicos, químicos y biológicos para reportar distintos tipos de contaminación en las aguas que superan los Límites Máximos permisibles señalados por el Ministerio del Medio Ambiente.

La Tesis “Tratamiento y sedimentación de la turbidez con cal en las aguas residuales de los relaves mineros de la Unidad Operativa Minera Santiago - B”, se indica una solución al problema principal la turbiedad y el retraso del sedimento de sólidos totales en suspensión.

La Tesis titulada “Impacto de la actividad minera sobre las comunidades acuáticas del río Uchusuma- Vila Vilani” indica la evaluación del impacto de los trabajos mineros en las poblaciones acuáticas de río Uchusuma – Vila Vilani dañando su biodiversidad.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Trabajos como el de Piqueras Urban (2015), el de Benafer, Caudiel y Viver, (2016), el de Robles, Ramírez, Durán, & Martínez (2010), el de Gonzales., Aguirre, Saugar, Álvarez, & Palacios (2007), indican en sus evaluaciones de la calidad del agua a través de evaluaciones físicas, químicas y biológicas.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Medio ambiente**

Se define como el espacio en el que la vida biológica se desarrolla e interactúa entre sí. Sus elementos componentes son los elementos bióticos y los seres abióticos además de los creados artificialmente por el hombre. Para el caso de los elementos bióticos, están referidos a todos los seres vivos como son los microorganismos, hongos, plantas, animales y seres humanos y sus interacciones entre ellos; para el caso de los elementos abióticos, referidos a los que carecen de vida como el aire, el suelo y el agua, esenciales para la vida.

Los seres humanos hacen uso de estos recursos naturales con el fin de satisfacer sus necesidades, como ropa, alimentos y artículos de primera necesidad. Esta necesidad ha generado la urbanización, la cultura, la tradición, etc. La suma de estas necesidades ha generado deterioro del medio ambiente. Por ello, mantener el equilibrio ambiental es esencial para sustentar la vida en la Tierra de todos los seres vivos.

### **2.2.2. El Agua, como recurso natural**

El agua es esencial para la vida de todos los seres vivos que habitan en nuestro planeta. Este recurso natural permite que los procesos biológicos en los ecosistemas funcionen adecuadamente, permitiendo la supervivencia de todas las especies vegetales y animales que habitan nuestro medio ambiente.

El ciclo hidrológico del agua juega un papel importante en los ecosistemas naturales y la regulación del clima.

El agua es fundamental para la preservación de la biodiversidad, ya que su falta supone la pérdida de especies y ecosistemas. También es un factor importante en la lucha contra el cambio climático: el calentamiento global provoca un aumento de las sequías, fuertes lluvias e inundaciones que provocan migraciones, cambios en los ecosistemas y pérdida de flora y fauna.

En este sentido, hay que tener en cuenta la importancia del agua en la lucha contra el cambio climático, ya que una mejor gestión, un consumo más cuidadoso y responsable ayudará a mitigar las consecuencias.

### **2.2.3. Agua de calidad**

La calidad del agua, está definido como las propiedades químicas, físicas y biológicas del agua que no la deterioran y su utilización no genera daño en la salud de la persona.

Para determinar esto, es necesario medir y analizar estos elementos, como la temperatura, la cantidad de minerales disueltos y la cantidad de bacterias presentes.

A partir de esta información, se comparan con ciertos estándares para determinar el uso adecuado del agua analizada.

La calidad del agua, es un tema, muy importante hoy en día, en parte debido al gran incremento de la población mundial que demanda un mayor recurso del agua para suplir sus necesidades básicas. A medida que la zona urbana se está expandiendo y se desarrolla, se requiere un mayor suministro de agua y un mejor control de la calidad del agua.

#### **2.2.4. La contaminación del agua**

Está referida a la presencia de sustancias químicas u otros constituyentes cuya densidad es mayor que la del estado natural, debido a la presencia de elementos tóxicos, de modo que no cumple con las condiciones de uso en el estado natural.

Los cambios en la calidad del agua provocan la presencia de sustancias como microorganismos, metales pesados o sedimentos, haciendo que su consumo sea perjudicial para la salud y el medio ambiente.

Las principales causas de la contaminación hídrica o del agua tienen su origen en:

- Origen doméstico: Las aguas domésticas son las que provienen de núcleos urbanos y contienen sustancias procedentes de la actividad humana (alimentos, deyecciones, basuras, productos de limpieza, jabones, etc.).
- Origen agrícola - ganadero: Son el resultado del riego y de otras labores como las actividades de limpieza ganadera, que pueden aportar al agua grandes cantidades de estiércol y orines, es decir, mucha materia orgánica, nutrientes y microorganismos.
- Origen industrial: Proceden de restos de agua utilizada como medio de transporte de sustancias y calor en lavado y enjuague, en las transformaciones químicas, como disolvente y subproducto de procesos físicos de filtración o destilación, etc.
- Origen pluvial: Al llover, el agua arrastra toda la suciedad que encuentra a su paso, y que puede darse en cualquiera de los tres casos anteriores. En las ciudades esta agua arrastra aceites, materia orgánica y diferentes contaminantes de la atmósfera, en el campo arrastran pesticidas, abonos, etc.,

y en zonas industriales arrastra las sustancias que se han caído sobre el terreno.

- Origen fluvial (navegación): En rutas de navegación, los vertidos de petróleo, accidentales o no, provocan importantes daños ecológicos.

Link: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>

#### **2.2.5. Sustancias tóxicas**

Dentro de ellas tenemos:

- Sedimentos y materia en suspensión, que son partículas que se desprenden del suelo y son arrastradas al agua.
- Microorganismos patógenos, como bacterias, virus, protozoos y otros microorganismos que transmiten enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, diversas gastroenteritis, hepatitis, entre otros; todas ellas provenientes del agua de las heces y otros desechos orgánicos producidos por personas infectadas.
- Residuos orgánicos, definidos por sustancias de desechos orgánicos creados por el hombre, el ganado, etc. que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir, materiales que se descomponen en el proceso de consumir oxígeno.
- Productos químicos inorgánicos como ácidos, sales y metales tóxicos como mercurio y plomo.
- Fitonutrientes inorgánicos como los nitratos y fosfatos. Que pueden provocar un crecimiento excesivo de algas y otros organismos, provocando la eutrofización del agua.
- Compuestos orgánicos, como petróleo, gasolina, plásticos, pesticidas, disolventes, agentes de limpieza, etc.

- Isótopos radiactivos solubles que se acumulan en la cadena alimentaria.

#### **2.2.6. Tipos de agua**

Existen diferentes tipos de agua, los cuales se relacionan con sus propiedades químicas, físicas o biológicas. Dentro de ellas tenemos:

- El agua potable, que es un agua tratada sin riesgo para la salud. Es transparente, no tiene olor ni sabor desagradable y no contiene contaminantes.
- El agua dulce, que se caracteriza por bajas concentraciones de sales y sólidos disueltos, útil en la vida de los ecosistemas.
- Agua salada o agua de mar, se caracteriza por su alta concentración de sales minerales disueltas. Se le identifica por su salinidad.
- Agua dura, contiene grandes cantidades de minerales disueltos, especialmente sales de magnesio y calcio.
- Agua blanda, que tiene bajo contenido de carbonato cálcico
- El agua destilada, ha sido purificada por destilación.
- Las aguas residuales o aguas negras, son aguas contaminadas con heces u orina. Link: <https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>

#### **2.2.7. Protocolo de muestreo del agua**

Está sujeto a las normas emitidas por el Ministerio del Medio Ambiente, referenciado al ANA, protocolo que estandariza los criterios y procedimientos técnicos para desarrollar el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.

Link: <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>

#### **2.2.8. Análisis físico, químico y biológico del agua**

Los análisis físico-químicos del agua se aplican en la determinación de la calidad del agua, porque como elemento indispensable del ser vivo y en especial

del hombre como es en la industria alimentaria, la agricultura, la protección del medio ambiente.

El análisis físico del agua, tiene que ver con la medición de la temperatura, pH, turbidez, conductividad y densidad. Para ello se utilizan algunos equipos como el multiparámetro.

El análisis químico del agua, tiene que ver con determinar los niveles de diversos contaminantes que pueden estar presentes en el agua, como metales pesados, nitratos, fosfatos, cloruros y otros. Para la medición de estos contaminantes se utilizan una de técnicas de análisis químico como la espectroscopia, cromatografía y la titulación.

Para el análisis microbiológico, como es la detección de microorganismos en el agua, que afectan la calidad higiénica del agua, por la presencia de *Bacillus*, *Pseudomonas*, coliformes, etc., es necesario detectarlos e identificarlos tratando de eliminarlos y no generen daño en la salud de las personas. La procedencia de estos microorganismos generalmente es de patógenos provenientes de los humanos y/u otros animales y sus fuentes de contaminación las aguas residuales, que contienen heces y pueden servir como vehículo para la propagación de patógenos.

#### **2.2.9. Agua de mesa**

Es un agua potable purificada, captada de una red pública y purificada mediante tratamiento químico hasta alcanzar un nivel óptimo para el consumo humano antes de ser embotellada. No es agua natural, por lo que el sabor y los ingredientes no son los mejores.

En otros se obtiene de pozos subterráneos, estancada, y al extraerla hay que tratarla químicamente para purificarla y hacerla apta para el consumo

humano. Por lo tanto, su sabor e ingredientes no son los mejores y, al igual que el agua tratada, no promueve la salud de manera efectiva.

#### **2.2.10. Tratamiento del agua**

Un agua de calidad debe estar exento de contaminantes, su consumo es una necesidad humana básica, sin embargo, a medida que crece la población, también crece la demanda de agua. Al ser un recurso limitado, el agua utilizada debe ser tratada para poder seguir utilizándola para su uso final, lo que demuestra la importancia de la purificación del agua.

El tratamiento del agua, elimina contaminantes y sustancias nocivas del agua, haciéndola limpia y segura para beber y para otros fines. La Agencia de Protección Ambiental a través de la normatividad EPA, establece pautas en las organizaciones que deben proteger el medio ambiente y la salud humana.

El proceso de tratamiento del consta de 5 pasos principales:

- Coagulación: primer paso en el tratamiento del agua, lo que implica agregar productos químicos para neutralizar la carga negativa de la suciedad y otras sustancias disueltas. Las sustancias utilizadas son de hierro y ciertos tipos de sales.
- Floculación: se refiere al proceso de formar partículas más grandes y pesadas llamadas flóculos, para ello se añaden productos químicos adicionales al agua para facilitar la floculación.
- Sedimento: una vez formado los grumos, estos se depositarán en el fondo del agua porque son más pesados, la sedimentación en el tratamiento de agua se hace en las plantas de tratamiento.
- Filtración: el agua pasa por otro proceso de eliminación de sólidos mediante filtración, a través de filtros porosos de diferentes tamaños hechos de

diferentes materiales como arena y grava, estos filtros ayudan a eliminar partículas disueltas y sustancias no deseadas del agua.

- Desinfección: en esta etapa se deben eliminar cualquier parásito, bacteria o virus restante. Esto se puede hacer agregando uno o más desinfectantes químicos, como cloro o dióxido de cloro, al agua.

El proceso está diseñado para mantener el agua segura mientras fluye desde las plantas de tratamiento de agua hasta los hogares y negocios, ya que los desinfectantes químicos ayudan a eliminar los residuos de microorganismos dañinos antes de que el agua llegue a su uso final previsto.

**Tabla 1 Indicadores de la calidad del agua**

Parámetros	Descripción
Parámetros físicos	Sólidos o residuos, turbiedad, color, olor y sabor, y temperatura
Parámetros químicos	Aceites y grasas, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, pH, cloruros, sodio, sulfatos.
Parámetros biológicos	Algas, bacterias (coliformes termo tolerantes y coliformes totales), recuento heterotrófico, protozoos, virus y helmintos patógenos.

**Fuente:** Chavez de Allaín A. M., 2012, (Organización Mundial de la Salud, 2008).

### 2.2.11. Agua de mesa

El agua de mesa o embotellada se utiliza para consumo directo de la población y en otros casos se puede utilizar como ingrediente en bebidas como jugo diluido o agua embotellada aromatizada. Esta agua debe sufrir tratamiento, como es:

- Destilación, el agua se convierte en vapor y deja minerales, luego se condensa nuevamente en agua.
- Ósmosis inversa, el agua se fuerza a través de una membrana para eliminar los minerales, hasta 1 micrón. El agua pasa a través de un

filtro que elimina partículas de tamaño superior a una micra (0,001 mm).

- Ozonización, las embotelladoras de agua de todo tipo suelen utilizar gas ozono para desinfectar el agua en lugar de cloro, por lo que se puede añadir sabor y olor al agua).

El agua embotellada tratada por destilación, ósmosis inversa u otros procesos adecuados puede cumplir con estándares que permitan etiquetarla como "agua purificada". Ver en el anexo, proceso de obtención del agua de mesa.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Análisis físico y químico del agua**, procedimientos de laboratorio que evalúa las características físicas, químicas del agua.

**Análisis microbiológico del agua**, procedimientos de laboratorio que evalúa la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

**Contaminación**, la alteración de la calidad del agua.

**Coliformes**, especies bacterianas que se usan su presencia, como indicadores de contaminación del agua.

**Cloruros**, anión inorgánico principales en el agua natural y residual.

**Conductividad eléctrica**, parámetro que mide la concentración de iones disueltos en el agua.

**Dureza total**, medida como la cantidad de Ca y Mg como carbonatos.

**Escherichia coli**, son bacilos cortos, anaeróbicos facultativos.

**Límite máximo permisible**, valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua para consumo humano.

**Muestra de agua**, representativa para ser analizada en el laboratorio.

**Parámetros de Campo**, indicadores de las medidas físicas químicas realizadas en un punto de la toma de muestra.

**pH**, medida de la acidez o basicidad de las soluciones acuosas.

**Sólidos disueltos totales**, presencia de los minerales metales y sales disueltos en el agua.

**Sulfatos**, anión presente en el agua, su origen se debe a terrenos de yesos.

**Toma de muestra de agua**, procedimiento para obtener agua en un punto determinados del sistema.

## 2.4. Formulación de Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

Al evaluar de manera adecuada la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de Antapirca, Pasco, que consume el poblador de la zona es posible diseñar correctamente un proceso industrial que permita su industrialización a través del agua de mesa.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- Si los parámetros físicos, químicos del agua del Puquial de Sharcuhupiana obtenidos en el análisis de laboratorio están dentro del rango de los valores de los Límites Máximos Permisibles emitidos por el Ministerio del Medio Ambiente entonces se puede señalar que es un agua de calidad.
- Si el agua del Puquial de Sharcuhupiana que consume la población, está exenta de microorganismos como son los coliformes entonces no genera daño en la salud de las personas cuando la consume.
- Si se diseña un proceso químico adecuado que permita que el agua del Puquial de Sharcuhupiana pueda ser industrializada como agua de mesa se puede indicar entonces que generará un recurso económico adicional a la comunidad.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

Calidad de agua que consume la población del Puquial de Sharcuhupiana,

C.P. de Antapirca, Pasco,

### **2.5.2. Variable dependiente**

Proceso industrial que permita su industrialización a través del agua de mesa.

### **2.5.3. Variable interviniente**

Temperatura, pH del agua

Calidad del producto, producción.

Relación de variables:

- Calidad del agua =  $f$  (parámetros físicos, químicos y biológicos)
- Calidad del producto =  $f$  (presentación, sabor, color)

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

*Tabla 2 Operacionalización de las variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V1: Calidad de agua	Según la definición de la OMS, la calidad del agua se puede resumir como las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua en su estado natural que no genera daño en la salud de la persona.	Procedimiento analítico que sigue el investigador para analizar el agua del Puquial de Sharcuhupiana	Ánálisis físico, químico y biológico	Evaluación de metales, no metales y coliformes
V2: Proceso industrial para agua de mesa	Proceso de separación de componentes contaminante presentes en el agua natural, seguido de precipitación de impurezas, filtración y desinfección con cloro u ozono.	diseño de un sistema de gestión por <i>procesos para una planta embotelladora de agua</i>	Procesos de esterilización y filtración, procesos de ósmosis inversa y llenado.	Filtración fina. Ablandamiento. Adsorción. Filtración de membrana. Intercambio iónico. Desinfección.

**Fuente:** propio

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se utilizará en el proyecto de investigación, es experimental porque se evaluará a través de los análisis físicos, químicos y biológicos la calidad de agua del Puquial de Sharcuhupiana, descriptivo para mostrar los cuadros estadísticos y mapas conceptuales construidos y explicativo para analizar el problema y dar una explicación.

#### **3.2. Nivel de investigación**

El presente estudio es de nivel experimental, es decir, realizamos un análisis a las variables (evaluación física, química y microbiológica al Puquial de Sharcuhupiana en su estado natural para luego compararlos con los Límites Máximos permisibles del ministerio de Medio Ambiente y señalar si genera algún tipo de enfermedad en el consumidor de la zona (Hernandez y otros, 2010).

### **3.3. Métodos de Investigación**

Se emplea el método analítico experimental, debido a los valores físico químico obtenidos utilizando una serie de equipos del laboratorio como son el multiparámetro, el equipo de Absorción atómica y el equipo de tubos múltiples.

El método analítico, para evaluar la causa - efecto del problema y su probable solución en el presente trabajo de investigación.

Para la toma de muestra se utilizará el método transversal; solo por una vez, debido a los altos costos que se necesitarán para llegar al Puquial de Sharcuhupiana y los correspondientes análisis de laboratorio.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es cuantitativo experimental y transectorial (emergente) porque se analizan los valores obtenidos con los del Decreto Supremo N° 031-2010- SA y la Guía de Calidad de la OMS.

Además, el diseño estadístico para evaluar las hipótesis y verificar la relación de las variables a través de los datos obtenidos.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

En la presente investigación, está referido al agua del Puquial de Sharcuhupiana del Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Pasco.

#### **3.5.2. Muestra**

Se tomará muestras por duplicado. En envases de plástico, de volumen de 1 L para los parámetros físico, químicos y envases de vidrio, de volumen de  $\frac{1}{4}$  L para los parámetros biológicos.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se tomará en cuenta el Decreto Supremo N° 031-2010- SA del Ministerio del Medio Ambiente y la Guía de Calidad de la OMS para la recolección de los datos.

#### **3.6.1. Análisis de muestras**

Las muestras de agua, por duplicado, que serán recogidos del Puquial de Sharcuhupiana serán enviadas al laboratorio de aguas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco para el análisis físico, químicos y biológicos.

#### **3.6.2. Instrumentos**

Para la recolección de muestras, se utilizará la Norma Técnica Peruana NTP 214.003:1987 (Revisada el 2021), que señala el uso de diferentes equipos de laboratorio para el análisis de la Calidad del agua de consumo Humano; la correcta recolección de muestras, el transporte y su conservación en el camino hacia el laboratorio de aguas de la UNDAC.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Los datos obtenidos en el laboratorio se analizarán teniendo en cuenta los criterios ambientales, se tabularán y se contrastarán con la norma técnicas peruanas (NTP 214.003:1987, revisada el 2021), el Reglamento de Calidad de Agua de Consumo humano (Decreto Supremo N° 001-2020-MINAM) y las Guías OMS.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

El método estadístico implica encontrar la relación entre datos de la variable dependiente referido a la variable independiente en forma de regresión.

Para el tratamiento de datos, se utilizará el SPSS v.23, la que construirá las tablas estadísticas y la evaluación de las hipótesis

La interpretación de los datos analizados estadísticamente nos permitirá conocer el contenido de los metales pesados y coliformes que presenta el Puquial de Sharcuhupiana y finalmente señalar si el poblador está consumiendo agua de buena calidad.

### **3.9. Orientación ética, filosófica y epistémica**

En el desarrollo del presente trabajo de investigación se tomó en cuenta los principios de la orientación ética respetando los cánones de respeto, justicia y equidad, así como la corriente filosófica y epistémica que permita una investigación experimental de calidad, investigando repositorios nacionales, así como las bases de datos más importantes de Scielo, SCOPUS, con estricto respeto a los derechos de los autores, citando correctamente y respetando las normas APA ven su versión 7, siguiendo los protocolos que exige el método científico abordado, lo que demuestra que no existe conflicto de intereses.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### 4.1.1. Parámetros microbiológicos

**Punto de monitoreo (PM-01):** se realizó el monitoreo microbiológico para evaluar la calidad del agua; en dos épocas diferentes del año: una en tiempo de invierno (época de precipitación) y la otra en tiempo de verano (época de sequía), para luego ser comparado con los Límites Máximos Permisibles.

*Tabla 3 Punto de monitoreo PM-01 para parámetros microbiológicos*

Punto de Muestreo	Fecha de monitoreo	Época	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Coliformes Termo tolerantes (NMP/100 mL)
PM-01	15-07-24	Verano	3	1
PM-01	22-01-24	Invierno	4	2
		Promedio	3.5	1.5
		Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM y las Guías OMS.	0	0

**Fuente:** propia

**Discusión de resultados:** se puede observar en la tabla N°.03, la presencia de coliformes totales en valores promedio para las dos estaciones de

3.5 NMP/100mL mientras que para coliformes termo tolerantes en valores promedio para las dos estaciones de 1.5 NMPC/100 ml. Lo que demuestra que en épocas de invierno los parámetros microbiológicos son mayores, debido a las precipitaciones pluviales que aumentan la concentración de contaminantes.

Al compararlo con el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y las Guías OMS, los límites máximos permisibles (LMP) deben ser cero tanto para coliformes totales, como coliformes termo tolerantes, lo que superan los valores de LMP. Al no cumplir con los parámetros microbiológicos, el agua no es apta para el consumo humano.

#### 4.1.2. Parámetros organolépticos

**Punto de monitoreo (PM-01):** se realizó el monitoreo para parámetros organolépticos para evaluar la calidad del agua; en dos épocas diferentes del año: una en tiempo de invierno (época de precipitación) y la otra en tiempo de verano (época de sequía), para luego ser comparado con los Límites Máximos Permisibles.

**Tabla 4** Punto de monitoreo PM-01 para parámetros organolépticos

Punto de Muestreo	Fecha de monitoreo	Época	Color verdadero (UVC)	Turbidez (NTU)	pH
PM-01	15-07-24	Verano	23	6.3	7.2
PM-01	22-01-24	Invierno	37	9.8	8.4
		Promedio	30	8.05	7.8
Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y las Guías OMS.			15	5	6.5 – 8.5

**Fuente:** propia

**Discusión de resultados:** se puede observar en la tabla N°.04, el análisis de tres parámetros; el primero el color verdadero que tiene como promedio para

las épocas el valor de 30, la turbidez el valor promedio de 8.05 y por último el valor de pH de 7.8 dentro del rango establecido.

Los valores son superiores en tiempo de invierno, debido a que las precipitaciones pluviales son altas y generan un incremento de los valores de UVC, turbiedad y pH del agua. El color verdadero, está relacionado con la materia orgánica presente en el agua.

Al compararlo con el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y las Guías OMS, los límites máximos permisibles (LMP) para el parámetro UVC es de 15, mayor al experimental que es de 30. Para el caso de turbidez, sucede lo mismo, valor de tabla 5 mientras que el experimental es mayor en 8.05. Para el valor de pH se ubica dentro del rango establecido.

Al no cumplir con dos de los parámetros organolépticos analizados, en este punto PM-01, el agua no es del todo apta para el consumo humano, por lo tanto, para su uso se recomienda tener una planta de tratamiento de agua potable.

#### **4.1.3. Parámetros físicos para el agua**

**Punto de monitoreo (PM-01):** se realizó el monitoreo para parámetros organolépticos para evaluar la calidad del agua; en dos épocas diferentes del año: una en tiempo de invierno (época de precipitación) y la otra en tiempo de verano (época de sequía), para luego ser comparado con los Límites Máximos Permisibles.

**Tabla 5 Punto de monitoreo PM-01 para parámetros físicos**

Punto de Muestreo	Fecha de monitoreo	Época	Dureza (ppm)	Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Salinidad (ppm)
PM-01	15-07-24	Verano	485	985.3	1.27%
PM-01	22-01-24	Inviero	421	927.4	1.03%
		Promedio	453	956.35	1.15%
Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM y las Guías OMS.			500	1 500	$\leq 0.05\%$

**Fuente:** propia

**Discusión de resultados:** se puede observar en la tabla N°.05, el análisis de tres parámetros; el primero, la dureza, con un valor de 453 ppm que a pesar de ser alta está dentro del rango de los L.M.P. con un valor de 500 ppm. El segundo parámetro, es la conductividad eléctrica con un valor promedio de 956.03  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mientras que la norma señala un valor máximo de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Por último, el parámetro de Salinidad que señala un valor promedio de 1.15%, valor que indica cierto sabor salado para el agua, por encima del valor de la norma que es de 0.05%

Los valores son superiores en tiempo de verano, debido a que las precipitaciones pluviales son pocas y generan un incremento de los valores de dureza, conductividad eléctrica y salinidad.

Al no cumplir con uno de los parámetros organolépticos analizados, en este punto PM-01, como es el de salinidad, se puede decir entonces, que el agua no es del todo apta para el consumo humano, por lo tanto, para su uso se recomienda tener una planta de tratamiento de agua potable.

#### 4.1.4. Parámetros de sustancias no metálicas

**Punto de monitoreo (PM-01):** se realizó el monitoreo para parámetros de sustancias no metálicas para evaluar la calidad del agua; en dos épocas diferentes del año: una en tiempo de invierno (época de precipitación) y la otra en tiempo de verano (época de sequía), para luego ser comparado con los Límites Máximos Permisibles.

**Tabla 6** Punto de monitoreo PM-01 para parámetros de sustancias no metálicas

Punto de Muestreo	Fecha de monitoreo	Época	Fosforo total (ppm)	Nitratos (ppm)	Sulfatos (ppm)
PM-01	15-07-24	Verano	0.002	5.8	37.2
PM-01	22-01-24	Invierno	0.003	5.4	38.4
		Promedio	0.0025	5.6	37.8
		Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y las Guías OMS.	0.15	50	500

**Fuente:** propia

**Discusión de resultados:** se puede observar en la tabla N°.06, el análisis de tres parámetros; el primero el fósforo total que tiene como promedio para las dos épocas el valor de 0.003 ppm, los nitratos el valor promedio de 5.6 ppm y por último el valor de sulfatos de 37.8 ppm.

Los valores son superiores en tiempo de invierno, debido a que las precipitaciones pluviales son altas y generan un incremento de los valores de fósforo total, nitratos y sulfatos.

Al compararlo con el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y las Guías OMS, los límites máximos permisibles (LMP) para el parámetro fósforo total es de 0.15

ppm, menor al experimental que es de 0.0025 ppm. Para el caso de nitratos, sucede lo mismo, valor de tabla es de 50 mientras que el experimental es menor en 5.6 ppm. Para el valor de sulfatos el valor de tabla es de 500 ppm mientras que el experimental es menor con valor de 37.8 ppm.

Al verificar los datos analizados, en este punto PM-01, el agua si es del todo apta para el consumo humano, por lo tanto, para su uso no se recomienda tener una planta de tratamiento de agua potable.

#### 4.1.5. Parámetros para metales

**Punto de monitoreo (PM-01):** se realizó el monitoreo para parámetros de metales con el fin de evaluar la calidad del agua; en dos épocas diferentes del año: una en tiempo de invierno (época de precipitación) y la otra en tiempo de verano (época de sequía), para luego ser comparado con los Límites Máximos Permisibles.

*Tabla 7 Punto de monitoreo PM-01 para parámetros de metales*

Punto de Muestreo	Fecha de monitoreo	Época	Cobre (ppm)	Plomo (ppm)	Zinc (ppm)
PM-01	15-07-24	Verano	0.018	0.037	1.98
PM-01	22-01-24	Invierno	0.015	0.032	1.87
Promedio			0.0165	0.0345	1.925
Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM y las Guías OMS.			2	0.05	5

**Fuente:** propia

**Discusión de resultados:** se puede observar en la tabla N°.07, el análisis de tres parámetros; el primero el cobre que tiene como promedio para las dos épocas el valor de cobre es de 0.0165, el plomo el valor promedio de 0.0345 ppm y por último el valor de zinc es de 1.925 ppm.

Los valores son superiores en tiempo de verano, debido a que las precipitaciones pluviales son altas y generan una disminución de los valores de cobre, plomo y zinc.

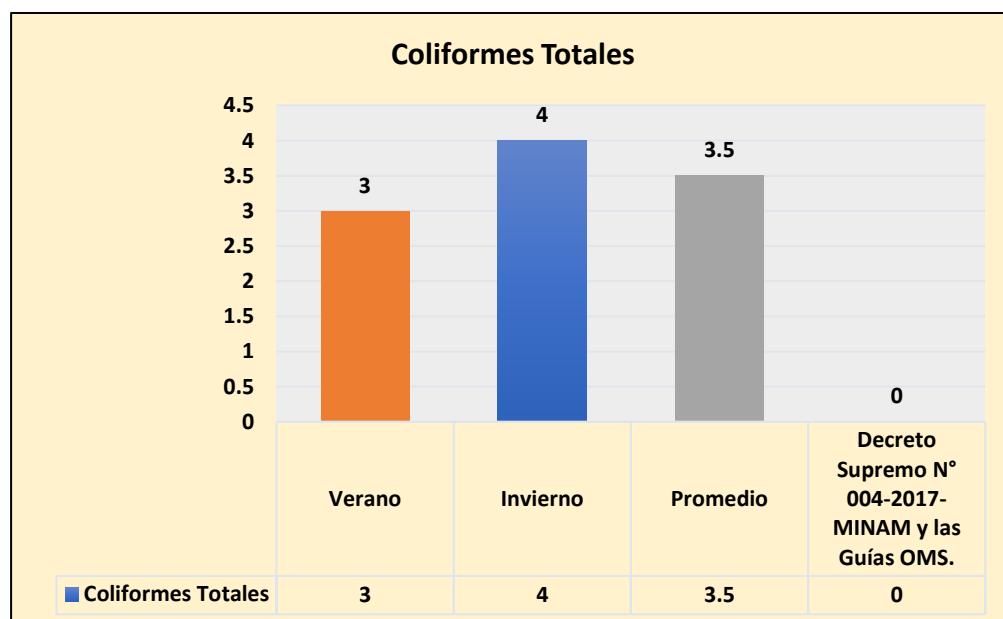
Al compararlo con el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y las Guías OMS, los límites máximos permisibles (LMP) para el parámetro cobre es de 2 ppm, menor al experimental que es de 0.0165. Para el caso de plomo, sucede lo mismo, valor de tabla es de 0.05 ppm mientras que el experimental es menor en 0.0345 ppm. Para el valor de zinc el valor de tabla es de 5 mientras que el experimental es menor con valor de 1.925 ppm.

Al verificar los datos analizados, en este punto PM-01, el agua si es del todo apta para el consumo humano, por lo tanto, para su uso no se recomienda tener una planta de tratamiento de agua potable.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Evaluación de los parámetros microbiológicos

*Figura 1 Coliformes Totales*



Fuente: propia

**Interpretación de resultados:** se observa que los valores de coliformes totales están por encima de la norma establecida para todo el año, por lo que no es apta para el consumo de la población.

Los autores Chavarría, E., et al. (2023), señalan en sus conclusiones que el contenido total de bacterias coliformes en el agua suministrada por el Distrito de Avaicha excede el número máximo permisible de microorganismos. El resultado es una mala calidad del agua, que afectará negativamente a la salud de los grupos de consumidores a corto o largo plazo. Un mejor tratamiento microbiológico del agua que consume la población es necesario para mejorar la calidad del agua y promover la participación de las comunidades y autoridades locales en la priorización de las fuentes de agua.

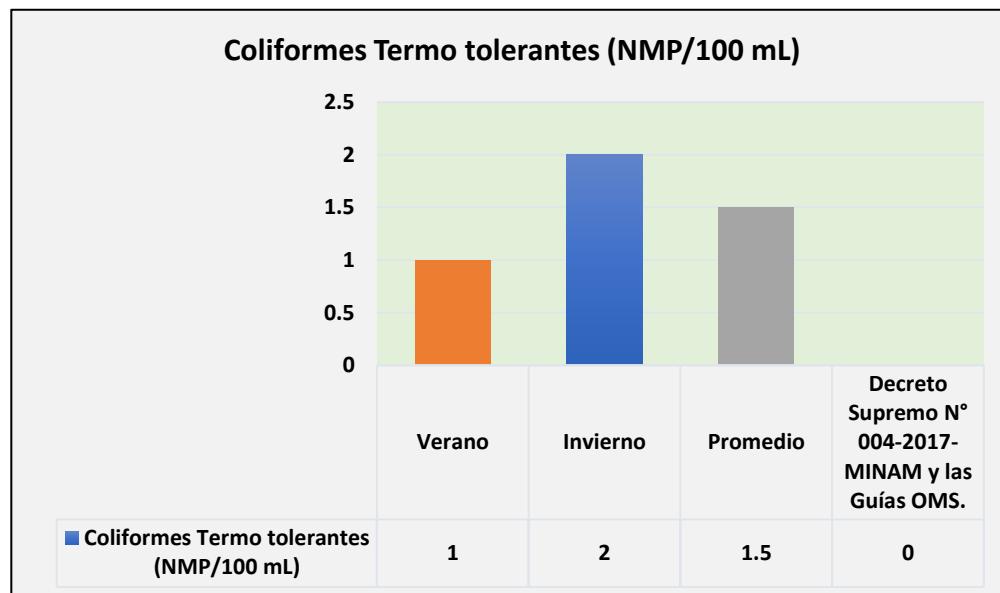
Los autores Olivas, E., et al. (2011), indican en su resumen, que partiendo de los indicadores evaluados en el agua potable deben ser cero y utilizando referencias de cuerpos de agua, se pueden observar que la calidad microbiológica, al 100% de las muestras no son seguras ni para la recreación ni para el riego agrícola.

La autora Fernández, M. (2017) en su introducción señala que una de las comunidades microbianas recomendado como indicador en directrices y normas para la calidad e importancia del agua potable desde el punto de vista de la salud, es medir la presencia de la Escherichia coli, Bacterias coliformes totales y bacterias coliformes fecales o resistentes al calor.

El autor Guillermo, J. (2010) en su introducción señala que el contenido de bacterias está referido al grupo de coliformes fecales como indicador de contaminación biológica el cuál considera que tener un nivel bajo de bacterias

coliformes fecales es algo positivo y señala un índice de deficiencia biológica y ausencia de patógenos.

**Figura 2 Coliformes Termo tolerantes (NMP/100 mL)**



**Fuente:** propia

**Interpretación de resultados:** se observa que los valores de coliformes termo colorantes están por encima de la norma establecida para todo el año, por lo que no es apta para el consumo de la población.

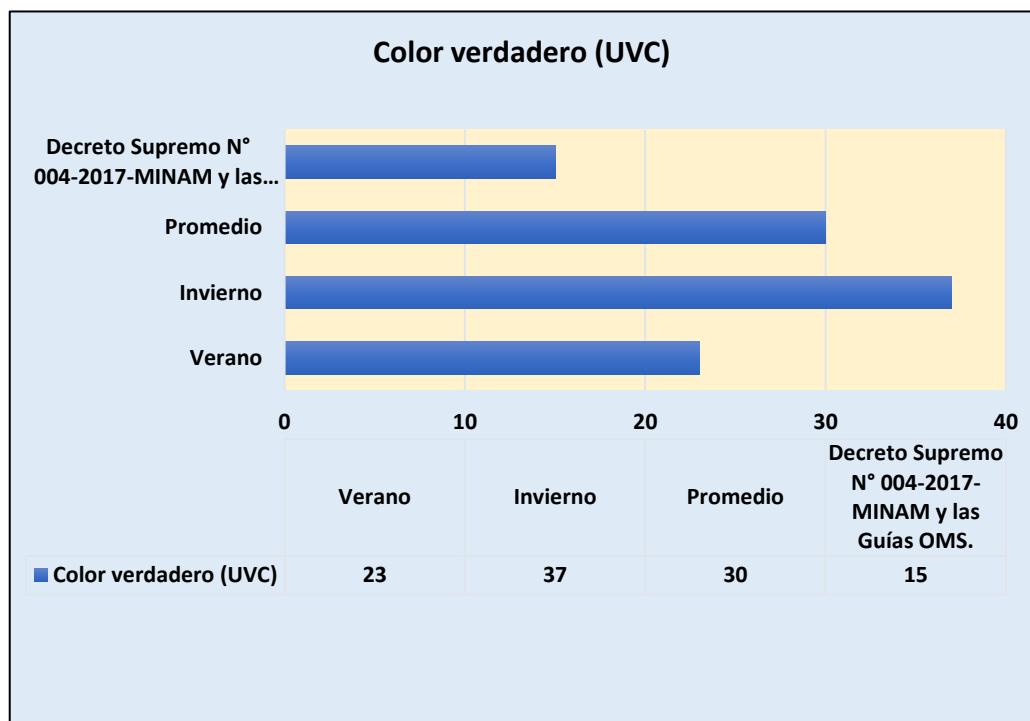
Los autores Gianoli, A., Hung, A. & Shiva, C. (2018) señalan que la contaminación fecal (presencia de coliformes totales, coliformes termo tolerantes) en las playas proviene del drenaje, la desviación de los ríos y de los bañistas que abusan de la playa, generando patógenos que causan contaminación y enfermedades gastrointestinales, como *Salmonella*, *Escherichia*, *Vibrio*, *Shigella*, *Rotavirus*, generando la propagación de enfermedades como la hepatitis A y la giardia.

Los autores Narváez, S., Gómez, M., & Acosta, J. (2008) en su introducción indican que la importancia ambiental, debe tener en cuenta las

fuentes de descarga de aguas residuales domésticas, con el fin de evaluar la calidad sanitaria del cuerpo de agua; para ello de utilizan parámetros fisicoquímicos y un grupo de indicadores de contaminación fecal llamados *Escherichia coli* termotolerantes (CTE), anteriormente conocidos como coliformes fecales.

Los autores Larrea-Murrell, J., et al. (2013) en su resumen del artículo, señalan que una alternativa confiable, económica y rápida para el control de calidad, son los indicadores de contaminación fecal que se utilizan en el monitoreo microbiológico de cuerpos de agua. Los contaminantes fecales más comúnmente utilizados son los coliformes totales, los coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y Enterococos.

**Figura 3 Color Verdadero (UVC)**



Fuente: propia

**Interpretación de resultados:** el color verdadero medido indica que hay ciertos elementos orgánicos que están generando el color amarillento de la

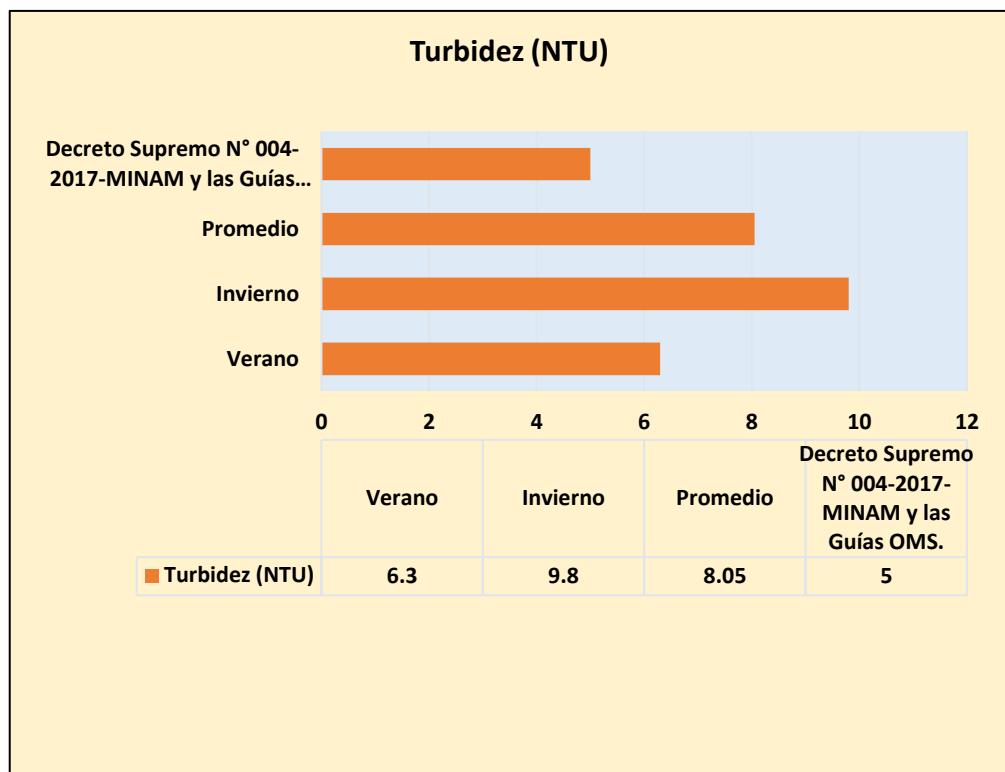
muestra, lo podría ser producto de materia orgánica descompuesta; para consumirlo hay que tratarla, así lo señala el valor menor de 15 respecto al valor promedio experimental.

El color, es uno de los parámetros sensoriales que indican la calidad del agua potable para el ser humano y está relacionado con las sustancias disueltas (niveles de materia orgánica natural) y partículas suspendidas presentes en el agua. Link: <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>

El autor Marcelo, A. (2018) en su artículo señala que el color es una de las propiedades sensoriales del agua y se ve afectado por la presencia de sustancias disueltas, suspendidos o en estado coloidal.

El autor Martínez, A., en su resumen del artículo señala que el método analítico es un factor importante para caracterizar cuerpos de agua, control de residuos y aguas residuales. Algunos métodos simples para análisis de aguas residuales son la turbidez, color, Sólidos, oxígeno disuelto, DQO, nitrógeno, amoníaco y fosfatos, etc.

**Figura 4 Turbidez (NTU)**



**Fuente:** propia

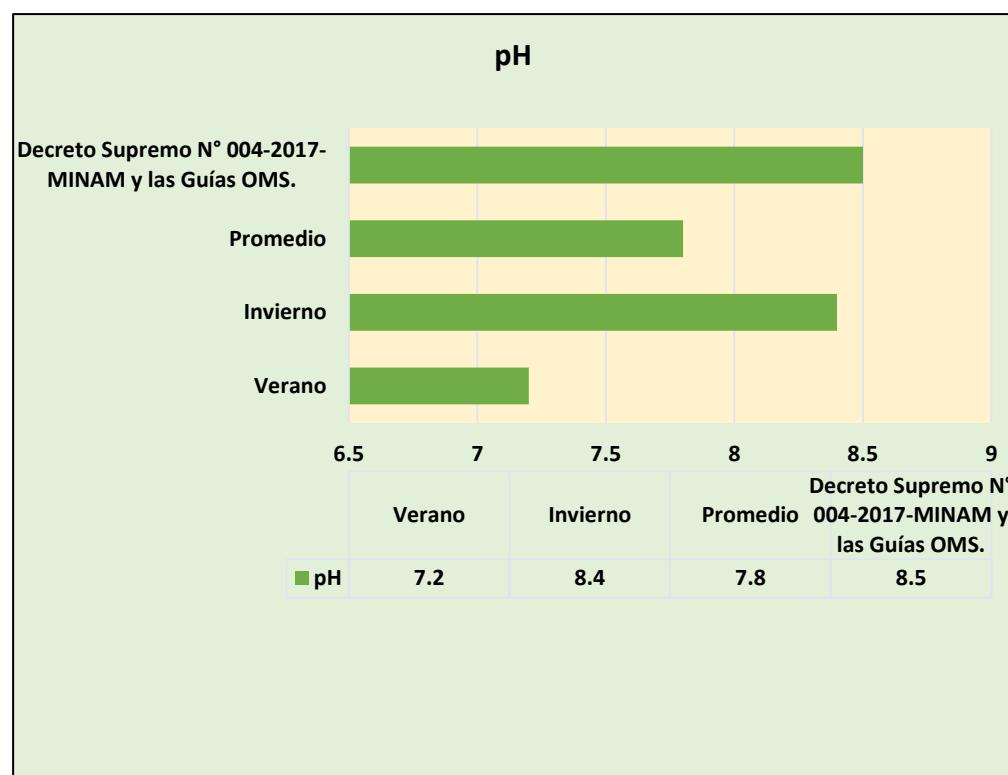
**Interpretación de resultados:** los datos indican que, en las muestras analizadas, hay una cierta turbidez, lo que está representado por los datos experimentales tomados y todos ello mayores al valor estándar. Esto podría ser por una cierta cantidad de sólidos disueltos en suspensión. Para consumirla debe ser antes filtrada.

Los autores Martínez, M., et al. (2020), en la introducción de su artículo señalan que la turbidez como propiedad óptica no supone un riesgo directo para la salud, pero está asociada a la presencia de bacterias, al aumento de la demanda de cloro, a la formación de subproductos de desinfección y a la promoción del crecimiento biológico en la red de distribución. Por lo tanto, este parámetro se recomienda como un indicador indirecto de contaminación microbiana en agua recolectada de fuentes de agua superficial.

El control de la turbidez es particularmente importante porque está relacionado con la eficacia de los procesos de desinfección, incluida la desinfección química (cloro u otros biocidas) y métodos físicos como la radiación ultravioleta (Aqua España).

El autor Montoya, C. (2011), en la introducción de su artículo indica que la turbiedad ha sido una característica ampliamente aplicada como criterio de calidad de agua, tanto en las fuentes de abastecimiento como en los procesos de potabilización y sistemas de distribución.

**Figura 5 pH**



**Fuente:** propia

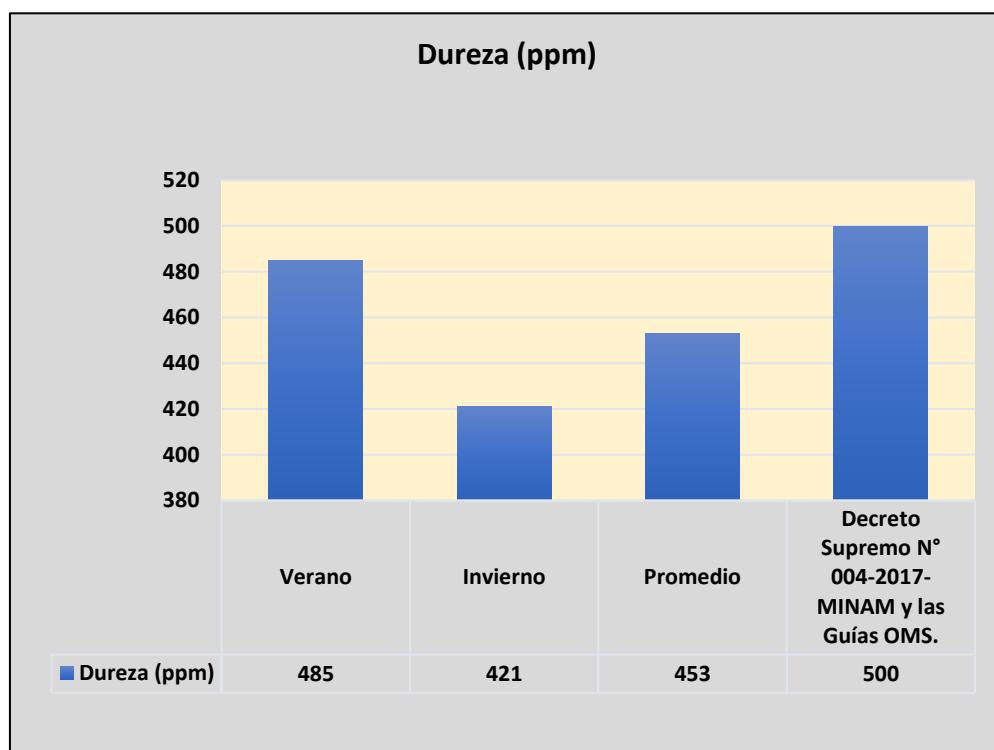
**Interpretación de resultados:** el valor del pH medido para la muestra en ambas estaciones del año señala que está dentro del valor establecido por la norma que es de 6.5-8.5 por lo tanto es un agua relativamente neutra.

En el agua de un río no contaminado, el pH varía con los cambios en el oxígeno disuelto, el sulfato, el flujo, el cloruro, la alcalinidad y el aceite. Los ríos son sistemas abiertos cuyas aguas circulan manteniendo así un cierto equilibrio para los organismos que dependen de ellos. Hay varios indicadores que miden la calidad del agua de un río. El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno (Lorena, S., et al., 2019).

En cuanto al valor del pH, en el agua destinada al consumo humano lo mejor es mantener este parámetro en un nivel estable de 6,5, ya que cambios en este factor pueden tener consecuencias negativas debido a deficiencias nutricionales o presencia de sustancias tóxicas (Pérez, E., 2016).

Los autores García, J. & García, A. (2023) señalan en su tercera conclusión de la tesis desarrollada lo siguiente: “La comparación de los resultados con los estándares de calidad del agua confirmó que los niveles de pH se mantienen dentro del rango aceptable (6.5-8.5), lo que cumple con las regulaciones para agua destinada al consumo humano. Esto asegura que la población recibe agua potable que satisface los estándares de salubridad y seguridad”

**Figura 6 Dureza (ppm)**



Fuente: propia

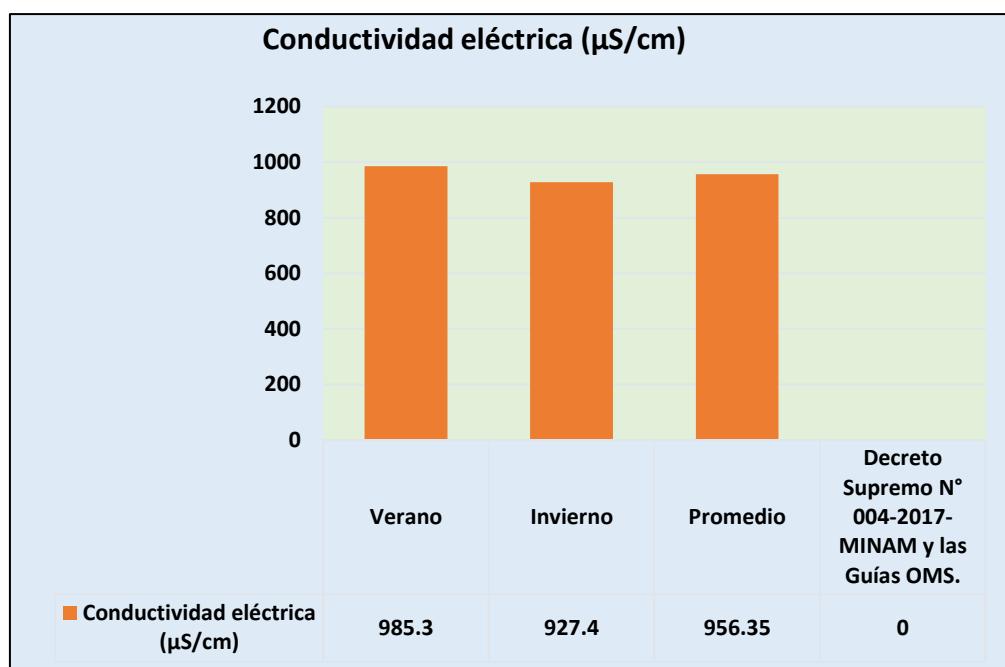
**Interpretación de resultados:** el valor de dureza medido para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio 453 ppm, está por debajo del valor establecido por la norma que es de 500 ppm por lo tanto es un agua que puede ser consumida por el poblador sin generar algún tipo de enfermedad.

La dureza puede ser temporal o permanente, y en el primer caso el agua puede contener bicarbonatos de calcio y magnesio, hierro o magnesio. Se caracteriza por ablandarse al hervir, donde precipitan los bicarbonatos, liberándose dióxido de carbono y provocando una disminución del pH debido a la formación de ácido carbónico. La dureza permanente es causada por sales más fijas, como el cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y el sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). La dureza total es la suma de la dureza temporal y generalmente se expresa como bicarbonato de calcio y magnesio (Soto, J., 2010).

El autor la indicar la composición del agua, señala lo siguiente: “Cuando el agua contiene una cantidad significante de calcio y magnesio, es llamada agua dura. El agua dura es conocida por taponar las tuberías y complicar la disolución de detergentes en agua” (Soto, J., 2010).

El autor Arnedo, A. (2007), en su artículo respecto a la prevalencia de eczema atópico en escolares señala como conclusión: “Este estudio indica que en los escolares de 6-7 años, la dureza del agua de la zona donde residen podría tener alguna importancia en el desarrollo de la enfermedad”

**Figura 7 Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )**



**Fuente:** propia

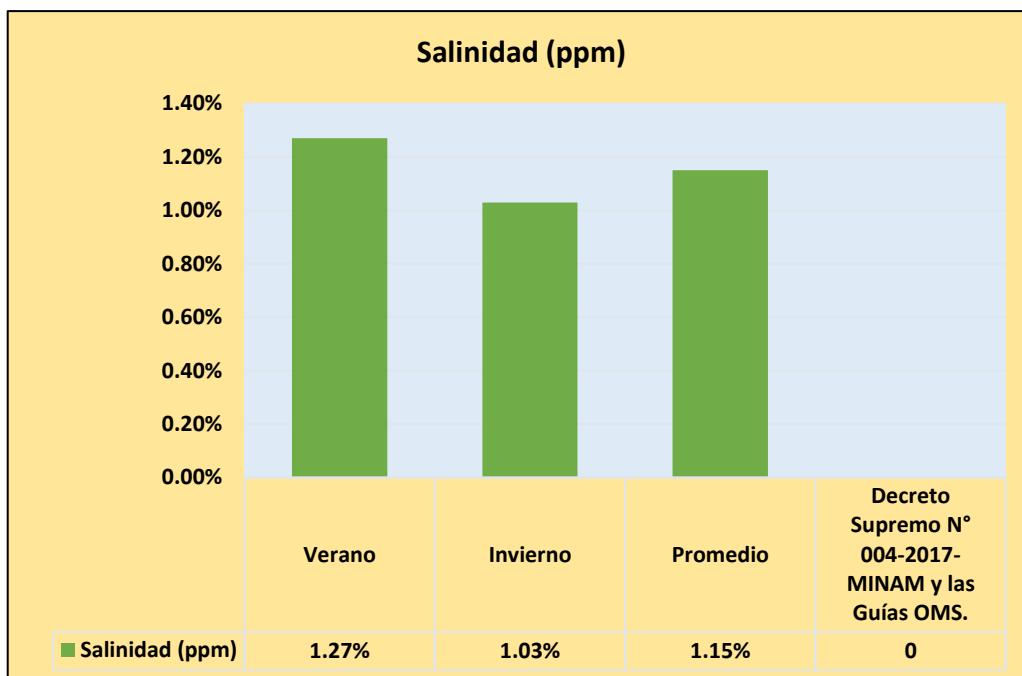
**Interpretación de resultados:** el valor de la conductividad eléctrica medido para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio es de 956.35  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , está por debajo del valor establecido por la norma que es de 1 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por lo tanto, es un agua que puede ser consumida por el poblador sin generar algún tipo de enfermedad.

Según los autores Solís, Y., Zúñiga, L. & Mora, D. (2018), definen a la conductividad del agua en función a la concentración de sal en la solución, ya que la disociación produce iones que pueden transportar corriente eléctrica. La cantidad de sal en el agua depende de la temperatura, por lo que la conductividad cambia en consecuencia. La dureza del agua indica el contenido de metales alcalinotérreos presentes en el agua, principalmente calcio (Ca) y magnesio (Mg).

Los autores Gavilán, B., Mateo, A. & Sanabria, S. (2023), en su trabajo de investigación consideran que el límite admisible para la conductividad eléctrica es de 1 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la muestra del agua y el límite recomendado  $\geq 400 \mu\text{S}/\text{cm}$

Al presentar sus conclusiones en su artículo de investigación, los autores Gonzales, W., et al. (2023), señalan que en general, el valor promedio de CE del agua evaluado es de 209,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una desviación estándar de 157,74  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esto significa que los resultados cumplen con los requisitos reglamentarios ya que están por debajo de los 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  especificados en la normativa de calidad del agua para consumo humano según D.S. Ministerio de Salud del Perú 031-2010.

**Figura 8 Salinidad (ppm)**



Fuente: propia

**Interpretación de resultados:** el valor de la salinidad medido para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio es de 1.15%, está por encima del valor establecido por la norma que es de  $\leq 0.05\%$ , por lo tanto, es un agua que puede ser consumida por el poblador generando algún tipo de enfermedad.

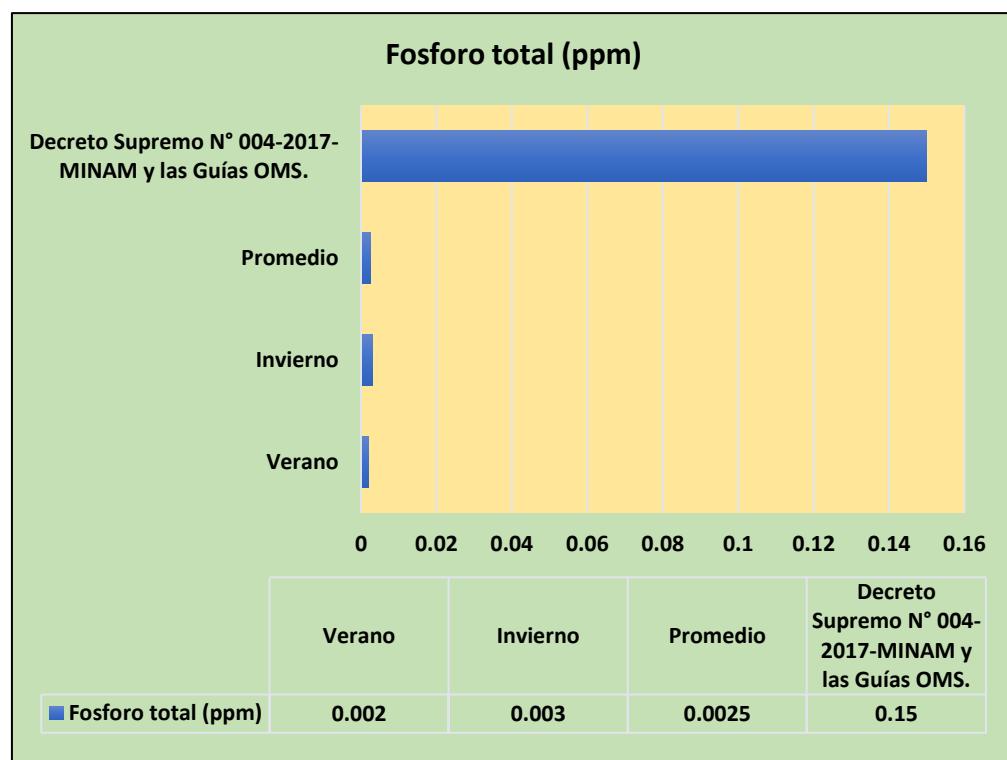
Los autores Shammi, M., et al. (2019), en las conclusiones finales de su artículo, señalan que el agua salada es un problema acuciante en las actuales condiciones socioeconómicas, ambientales y climáticas de las zonas costeras de Bangladesh, donde los problemas de salinidad e intrusión de agua de mar son muy graves. El impacto del agua potable contaminada con alta salinidad en la salud de la población local, genera daño en la salud materna, la hipertensión y la mortalidad infantil.

Los autores Barrios, I., et al. (2021), en el resumen de su artículo indican que la desalinización de agua a nivel doméstico en la comunidad fronteriza

mexicana de Puerto Madero presenta altos niveles de migración y los compararon con datos cuantitativos de salinidad. Las ciudades costeras dependen principalmente de pozos artesanales, que no tienen regulaciones gubernamentales. Encontraron pozos que podrían clasificarse como salinos y los resultados mostraron que las concentraciones de sólidos disueltos están afectando la salud humana.

El agua interviene en casi todas las funciones del cuerpo humano y juega un papel vital en el mantenimiento de la salud. Los desequilibrios hídricos, ya sean cuantitativos (deshidratación y sobrehidratación) o cualitativos (cambios en el porcentaje de áreas intracelulares y extracelulares), afectan el funcionamiento del organismo y pueden provocar enfermedades e incluso la muerte (Salas, J., et al., 2021).

**Figura 9 Fósforo total (ppm)**



**Fuente:** propia

**Interpretación de resultados:** el valor del fósforo total para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio es de 0.0025%, está por debajo del valor establecido por la norma que es de 0.15%, por lo tanto, es un agua que puede ser consumida por el poblador no generándole algún tipo de enfermedad.

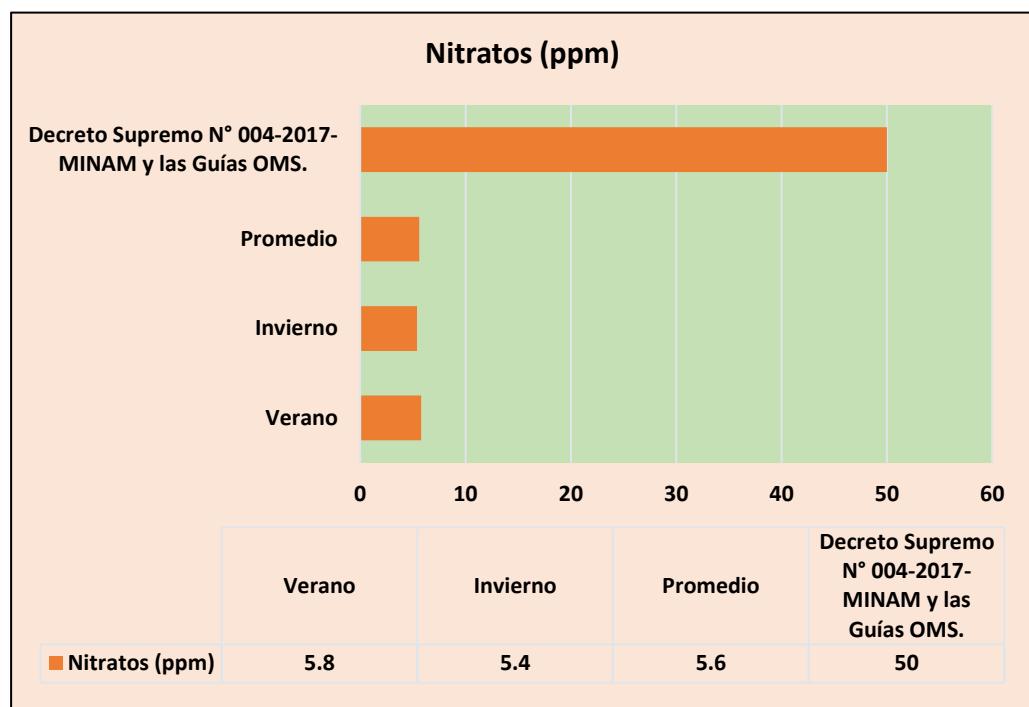
La ingesta excesiva de fósforo puede provocar insuficiencia renal aguda. También se asocia con varios procesos, como el desarrollo de hiperparatiroidismo secundario, inflamación, inmunidad alterada, progresión de la enfermedad renal crónica (ERC), morbilidad y mortalidad cardiovascular y calcificación vascular. Reduce la síntesis de calcitriol y promueve la elevación del factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), ambos asociados con la mortalidad en pacientes con ERC (Martínez, I., & Saracho, R., 2009)

La hiperfosfatemia, se refiere a cantidades excesivas de fósforo en la sangre. Los niveles altos de fósforo suelen ser un síntoma de enfermedad renal crónica y pueden significar que los riñones están dañados y no pueden eliminar adecuadamente el exceso de fósforo de la sangre. Si una persona tiene problemas renales, su médico puede ordenar una prueba de nivel de fósforo o realizar otras pruebas. En personas con riñones sanos, el nivel normal de fósforo (fosfato) en sangre está entre 2,5 y 4,5 mg/dL. Si su nivel de fósforo es superior a 4,5 mg/dL, su médico puede ordenar pruebas adicionales para evaluar una posible enfermedad renal. Link: <https://www.kidneyfund.org/es/viviendo-con-enfermedad-renal/los-problemas-de-salud-causados-por-la-enfermedad-renal/el-fosforo-alto-hiperfosfatemia>

Actualmente se están realizando investigaciones sobre la relación entre los suplementos que contienen fósforo y el riesgo de enfermedades crónicas en individuos sanos. En animales de laboratorio, una dieta rica en fósforo se ha

relacionado con cáncer de pulmón, vejiga y piel. No está claro por qué sucede esto, pero lo que sí está claro es que el fósforo juega un papel importante en el funcionamiento normal del cuerpo humano. Link: <https://farmacosalud.com/el-fosforo-y-las-enfermedades-oseas/>

**Figura 10 Nitratos (ppm)**



Fuente: propia

**Interpretación de resultados:** el valor de nitratos para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio es de 5.6 ppm, que está por debajo del valor establecido por la norma que es de 50 ppm, por lo tanto, es un agua que puede ser consumida por el poblador no generándole algún tipo de enfermedad.

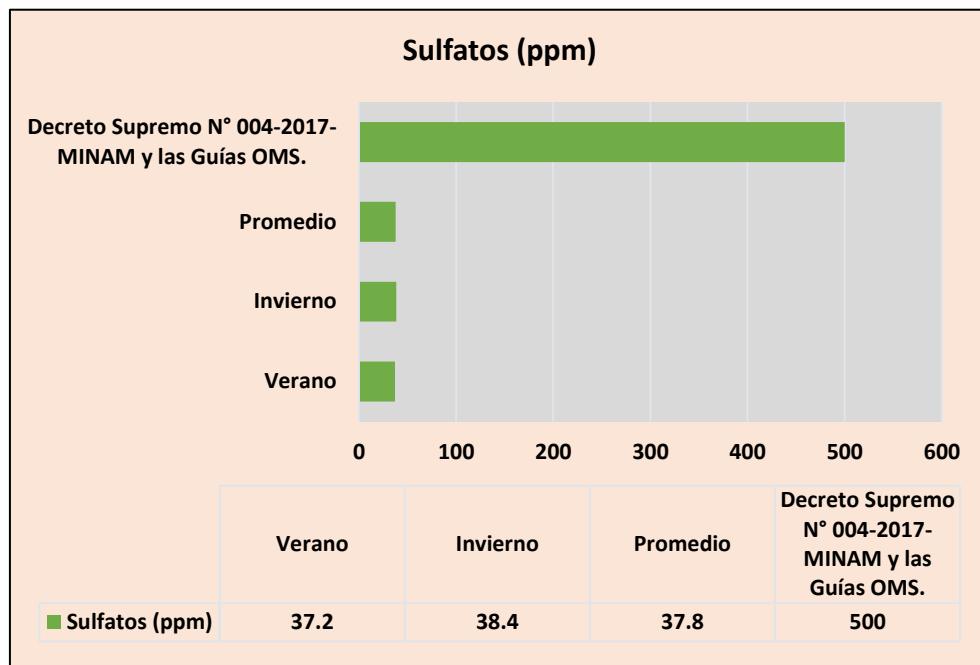
La contaminación en aguas subterráneas, se debe en muchos casos a la presencia de nitratos, que a su vez constituye en uno de los mayores problemas mundiales. Para el caso de Argentina, la norma señala que para concentraciones mayores a 45 mg/L son altamente peligrosas, sin embargo, en aguas para consumo humano, se ha detectado concentraciones mayores a dicho valor. La

bibliografía señala que existe una relación entre las concentraciones de este ión y la proliferación de bacterias (Rodríguez, S., et al., 2012).

El autor Larios, L. (2009), en la introducción de su artículo indica que la contaminación del agua subterránea por nitratos es producto de la fertilización excesiva o de la inadecuada disposición de las aguas residuales, tanto industriales como domésticas; lo cual constituye un problema de actualidad, no sólo en los países en vías de desarrollo, sino también en los llamados desarrollados. Las consecuencias asociadas a este deterioro pueden repercutir sobre la salud de las comunidades a corto, mediano o largo plazo, de aquí la necesidad de tomar medidas a fin de disminuir la polución por los mismos.

Los autores De Miguel, C., & Vásquez, Y. (2006) en el resumen de su artículo señalan que, en las condiciones de Cuba, la contaminación por nitratos y nitritos es alarmante, atendiendo al grado de desarrollo actual y a su posible incidencia sobre la salud de la población, esto último evaluado de forma cualitativa, por lo que se recomienda medidas urgentes para detallar las causas principales de la contaminación y como erradicarlas.

**Figura 11 Sulfatos (ppm)**



Fuente: propia

**Interpretación de resultados:** el valor de sulfatos para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio es de 37.8 ppm, que está por debajo del valor establecido por la norma que es de 500 ppm, por lo tanto, es un agua que puede ser consumida por el poblador no generándole algún tipo de enfermedad.

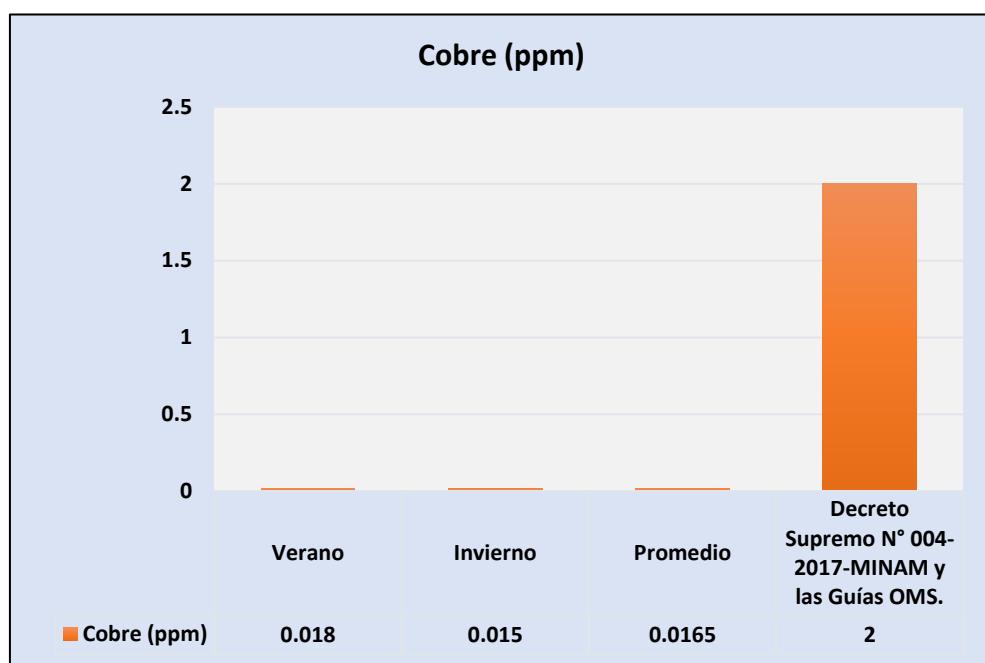
Los sulfatos presentes en el agua, tienen su origen en muchos casos en terrenos ricos en yesos, así como el proveniente de la contaminación con aguas residuales industriales; contenidos superiores a 300mg/L pueden causar trastornos gastrointestinales en los niños (Severiche, C., & González, H., 2012).

Los autores Huerta, P., et al. (2023), en el resumen de su artículo indican que las aguas captadas de las escorrentías superficiales en los agroecosistemas obtuvieron concentraciones promedio de nitratos de 0,214 meq/l y 0.662 meq/l en las microcuencas Huangamarca y Pollo, respectivamente. Para el caso de los sulfatos fluctuaron entre 0,435 meq/l en Huangamarca y 1,321 meq/l en Pollo,

indicando que los niveles permisibles están por debajo de los niveles de contaminación, y como consecuencia no tienen riesgos para su utilización

La presencia de sulfatos en las aguas residuales no sólo afecta la biodiversidad acuática, sino también la calidad del agua para los humanos, los altos niveles de sulfatos en el agua potable pueden causar problemas de salud, como diarrea y deshidratación, especialmente en niños y ancianos. Link: <https://institutodelagua.es/aguas-residuales/sulfatos-en-aguas-residualesaguas-residuales/>

**Figura 12 Cobre (ppm)**



Fuente: propia

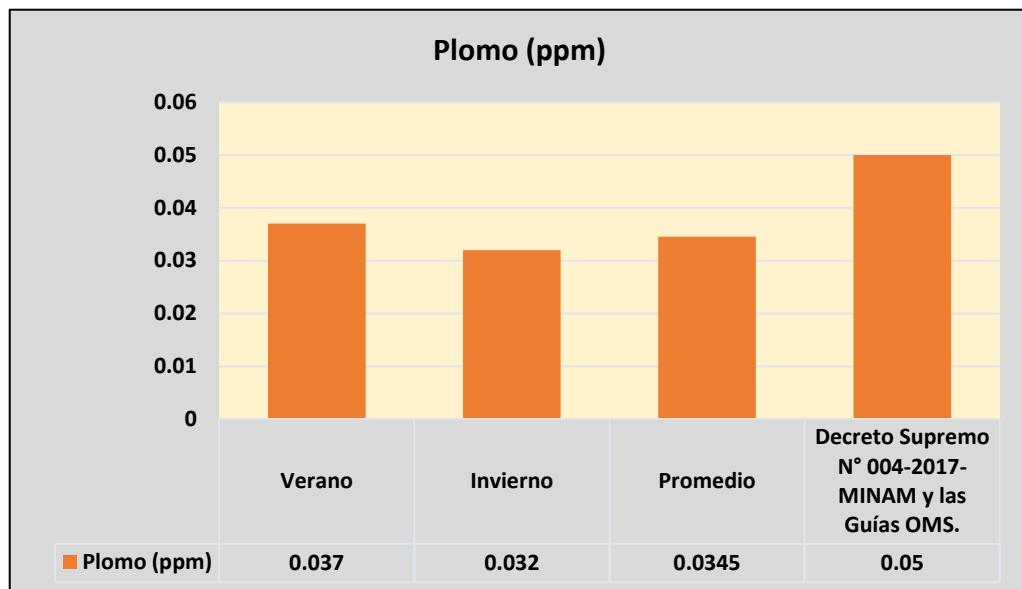
**Interpretación de resultados:** el valor del meta cobre para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio es de 0.0165 ppm, que está por debajo del valor establecido por la norma que es de 2 ppm, por lo tanto, es un agua que puede ser consumida por el poblador no generándole algún tipo de enfermedad.

Los metales pesados como el plomo, el cadmio, el cromo, el zinc y el mercurio ingresan principalmente a los ecosistemas acuáticos y al suelo. Debido a su persistencia, bioacumulación, no biodegradabilidad y baja toxicidad en concentración, representan una grave amenaza para las plantas, los animales e incluso los humanos (Pabón, S., Benítez, R., Sarria, R., & Gallo, J., 2020).

El consumo de agua que tiene alto contenido de iones metales y aniones, como el arsénico (As), cadmio, plomo, mercurio y otros, pueden producir daños neuronales, problemas estomacales, parálisis parcial, ceguera y ciertos cánceres en piel, pulmón, hígado, riñón y próstata en la persona que la consume. Por ello, es indispensable tratar este tipo de aguas previa evaluación en el laboratorio (Mendoza, O., et al., 2017).

Los autores Soto, M., et al. (2020) en la introducción de su artículo, señalan que la presencia de metales pesados y su acumulación en suelos agrícolas constituye un riesgo para la vida de los organismos y la salud humana. Algunos metales como el Co, Cr, Cu, Mn y Zn en bajas concentraciones son importantes para funciones metabólicas en los humanos. Sin embargo, otros metales no tienen efectos beneficiosos en la salud humana, como el arsénico, cromo y cadmio que son considerados como elementos cancerígenos; el mercurio puede generar ataxia en adultos y déficit de lenguaje, atención y desempeño visuoespacial en niños. Mientras que el plomo es considerado como cancerígeno.

**Figura 13 PLomo (ppm)**



Fuente: propia

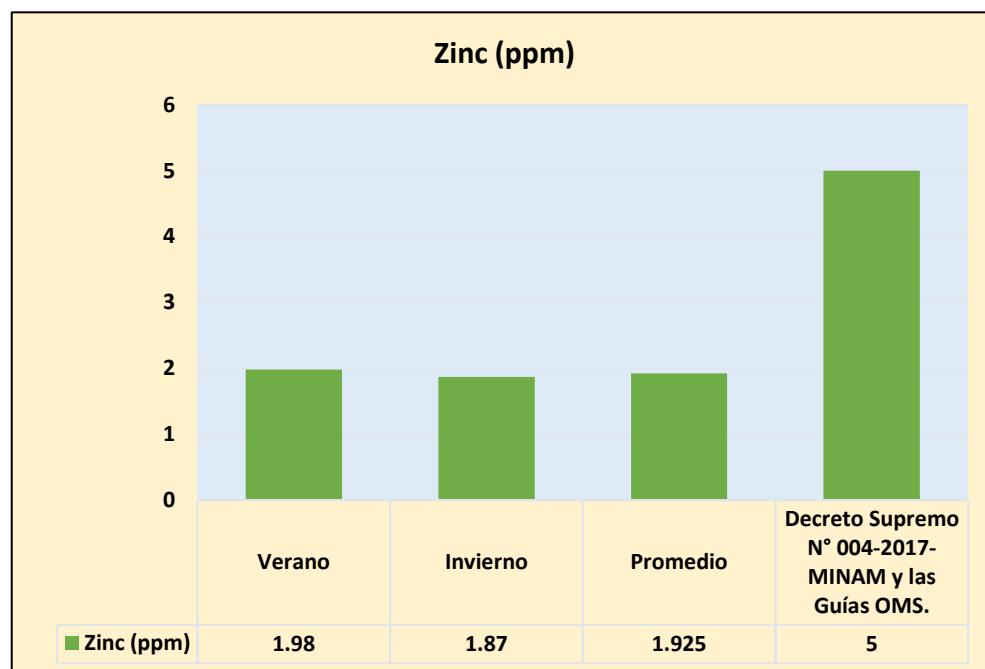
**Interpretación de resultados:** el valor del metal plomo para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio es de 0.0345 ppm, que está por debajo del valor establecido por la norma que es de 0.05 ppm, por lo tanto, es un agua que puede ser consumida por el poblador no generándole algún tipo de enfermedad.

La presencia de plomo en el organismo del ser humano puede ocasionar efectos agudos en sistema nervioso central que consisten en parestesia, dolor y debilidad muscular, crisis hemolítica-anemia grave y hemoglobinuria. Genera daño en los riñones con oliguria y albuminuria, y la intoxicación aguda puede causar la muerte; en muchos casos paciente se puede recuperar presentando intoxicación crónica con daño gastrointestinal, neuromuscular, nervioso, hematológico, renal y reproductivo (Londoño, L., Londoño, P. & Muñoz, F., 2016).

Los autores Benavente, S., et al. (2022), en el resumen de su artículo señalan que “Los resultados evidencian que la concentración de metales pesados analizados (As, Cd, Cu, Hg, Se y Zn), presentes en los tres puntos de muestreo, se encuentran por encima de los límites máximos permisibles establecidos por el D.S 004-2017- MINAM, por lo tanto, podemos afirmar que el recurso hídrico de la Rampa San Marcelo se encuentra contaminado con los mencionados metales pesados y que es sumamente nocivo para la salud de los seres vivientes”

La inhalación y la ingestión son las causas más importantes de contaminación. El efecto tóxico depende del tipo de metal, la concentración y en algunos casos la edad de las personas. La contaminación por metales pesados en alimentos, carnes y en la leche encontraron cadmio, mercurio, plomo y el arsénico. Dado que afectan la salud conviene tenerlos en cuenta, evalúalos y monitorearlos (Reyes, Y., et al., 2016)

**Figura 14 Zinc (ppm)**



Fuente: propia

**Interpretación de resultados:** el valor del metal zinc para la muestra en ambas estaciones del año, en promedio es de 1.925 ppm, que está por debajo del valor establecido por la norma que es de 5 ppm, por lo tanto, es un agua que puede ser consumida por el poblador no generándole algún tipo de enfermedad.

Los metales pesados más tóxicos en el agua son el arsénico, el cadmio y el plomo. La exposición prolongada a estos metales pesados puede dañar varios órganos y contribuir al desarrollo del cáncer (Moreno, S., & Ramos, G., 2020).

Los autores Correa, O., Fuentes, F., & Coral, R. (2021), en la introducción de su artículo señalan que la presencia de metales pesados en el agua, los alimentos y el aire es uno de los principales problemas del mundo moderno, especialmente en el Perú. La alta toxicidad de estos elementos químicos no sólo afectará a la salud humana, sino que también provocará daños irreversibles a los animales, a las plantas y a todo el medio ambiente, lo que a su vez tendrá un importante impacto socioeconómico.

Los metales pesados como el plomo (Pb), el cadmio (Cd) y el cobre (Cu) plantean graves riesgos para la salud y, con las condiciones ambientales cambiantes y el uso excesivo de productos químicos agrícolas, estos metales pesados se acumulan en el suelo y se filtran en el sistema hídrico, lo que representa una grave amenaza para la vida humana y también puede afectar el crecimiento de las plantas (Aveiga, A., et al., 2022)

**Propuesta para diseñar un proceso químico que permita industrializar el agua de Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco**

La industrialización del agua de un puquial implica una serie de pasos esenciales que garantizan su calidad y seguridad para el consumo humano o su uso industrial. A continuación, se detallan algunos aspectos clave a tener en cuenta:

- a) Identificación del Puquial, se define como un manantial natural que brota en zonas donde el acuífero se encuentra cercano a la superficie, permitiendo que el agua se filtre y emerja en forma de manantiales.
- b) Evaluación Inicial del Agua, antes de proceder a la industrialización del agua, es fundamental llevar a cabo una evaluación exhaustiva de su calidad química y bacteriológica. Esto implica medir parámetros clave como el pH, la turbidez, la conductividad eléctrica y la presencia de metales pesados (como el arsénico), así como los coliformes fecales y totales.
- c) Tratamiento del Agua, el proceso de tratamiento del agua puede variar dependiendo de los contaminantes detectados:
  - Filtración: utilizada para reducir la turbidez del agua.
  - Desinfección, empleando métodos como la cloración o la ozonización para eliminar patógenos nocivos.
  - Remoción de Metales Pesados, se pueden aplicar técnicas de adsorción para eliminar sustancias como el arsénico.
  - Neutralización del pH, en caso de ser necesario.
- d) Infraestructura Necesaria, es indispensable construir instalaciones adecuadas para la captura y el tratamiento del agua. Esto incluye:

- Canales o tuberías, que permitan un flujo eficiente del manantial.
  - Una planta de tratamiento con la capacidad suficiente según la demanda proyectada.
  - Sistemas de almacenamiento, que correspondan a los requerimientos estimados.
- e) Gestión Sostenible, es crucial implementar prácticas sostenibles que minimicen los impactos ambientales negativos. Esto abarca un monitoreo constante del caudal y de la calidad del agua, el uso eficiente del recurso hídrico, evitando pérdidas debido a la evaporación o a fugas.

**En resumen**, la industrialización de un puquial requiere una planificación técnica y ambiental meticulosa para garantizar la sostenibilidad y la seguridad sanitaria del recurso hídrico obtenido.

#### **4.2.2. Esquema del proceso industrial (ver anexo, planta embotelladora)**

- I. Objetivo del estudio de mercado, es determinar si existe demanda para el proyecto “Embotelladora de agua purificada”
- II. Producto en el mercado, verificar si cumple con las características microbiológico y físico-químico.
- III. Producto principal, si el agua purificada en bidones de 20 litros, cumple con las normas CODEX de control obligatorio establecidas por la Dirección General de Salud (DIGESA).
- IV. Zona de influencia del proyecto, factores que determinan el área de mercado como si existe un aumento considerable de la demanda en el consumo de agua embotellada.

- V. Área de mercado seleccionada, como si hay cercanía entre la planta embotelladora y las zonas de comercio (con el fin de reducir costos de transporte).
- VI. Análisis de la demanda, es decir observar las características de los consumidores (nivel de satisfacción).
- VII. Demanda del proyecto, si existe el volumen de agua adecuado para embotellarla (satisface el porcentaje de demanda insatisfecha).
- VIII. No se hay sistema de comercialización a emplear, es decir que su comercialización permite planificar, fijar precios, promover y distribuir el producto satisfaciendo las necesidades del consumidor.
- IX. Políticas de Comercialización y de Distribución, para promocionar el producto y su distribución intensiva.
- X. Precio del producto en el mercado, permite recuperar los costos operativos y tener una utilidad del producto ofertado.

#### **4.3. Prueba de Hipótesis**

No se ha referenciado los datos tomados en la investigación con la estadística inferencial, porque se trata de un solo grupo experimental que han sido comparados con los datos de los límites máximos permisibles establecidos por el D.S 004-2017- MINAM, en la cual sólo indica que si está por debajo del valor es aceptable y por encima del mismo rechazando; como resultado del mismo, señala si el agua es consumible o no, generando daño en la salud del consumidor.

#### 4.4. Discusión de Resultados

**Tabla 8** Resumen de los resultados de los análisis físico, químico y microbiológico para el agua proveniente del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco

## Análisis físico, químico y microbiológico del agua

Colifor														
Ensa yo	Colif orme s	mes	Color	Turbi dez (NTU)	pH (UVC)	Dur eza (pp m)	Conduc tividad eléctric a ( $\mu$ S/cm)	Salini dad (ppm)	Fosf oro (pp m)	Nit rat (pp m)	Sul fato (pp m)	C ob re (p pm p m)	Plo mo (p pm pm m)	Zi ne (p pm pm m)
	Total es (NMP/10 0 mL)	Termo tolerant es	verdad ero			(pp m)	( $\mu$ S/cm)	(ppm)	(pp m)	(pp m)	(pp m)	(pp m)	(pp m)	
	(pp m)	(pp m)	(pp m)			( $\mu$ S/cm)	(pp m)	(pp m)	(pp m)	(pp m)	(pp m)	(pp m)	(pp m)	
00 mL)														
Análisis														
isis	3.5	1.5	30	8.0	7.8	453	956.35	1.1	0.00	5.6	37.	0.016	0.0	
In					5			5%	25		8	5	34	
situ													25	
LM	0	0	15	5	6.5	500	1 500	≤	0.15	50	500	2	0.0	
P					—			0.05%					5	
					8.5									
Resu	No	No	No	No	Disc	No	No	Apt	Apt	Apt	Apt	Apt	Apt	
ltad	apta	apta	apta	apt	utibl	Apta	Apta	Apt	Apta	Apt	Apt	Apt	Apt	
o				a	e		a	a	a	a	a	a	a	

**Fuente:** propia

**Interpretación de resultados:** la presencia de elementos microbiológicos (como son los coliformes totales y termo tolerantes), su dureza, el color verdadero y su turbidez lo hacen no apta para el consumo humano, y, por lo tanto, **debe primero ser tratada para su consumo**; peor si es que se quiere

embotellar, no cumple con los LMP. Del D.S 004-2017- MINAM. Por otro lado, se identifica presencia de metales menor que el rango, pero aún son acumulativos y esos ya no salen del organismo y en el tiempo van a generar algún tipo de daño en la salud de las personas.

**Tabla 9 Resultados de análisis para la construcción de una planta de embotelladora para el agua proveniente del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco**

<b>Planta embotelladora para producción del agua</b>										
Factores	Objetivo del estudio de mercado)	Producto en el mercado	Producto principal	Zona de influencia del proyecto	Área de mercado	Área de demanda	Demand a del proyecto	Sistema de comercialización	Políticas de Comercialización y de Distribución	Precio del producto en el mercado)
Análisis In situ	Existe demanda para el proyecto	Verificar si cumple con las características microbiológico y físico-químico	Bidones de 20 litros, cumple con las normas CODEX	Hay demanda en el consumo del agua embotellada	Hay cercanía entre la planta embotellador a y las zonas de comercio	Nivel de satisfacción a y las zonas de comercio	Existe el volumen de agua adecuado para embotellarla	Planificar, fijar precios, promover y distribuir el producto	Promocionar el producto	Utilidad del producto ofertado
Resultado	No	No	Trámite	No	No	Discutible	Apta	Trámite	Apta	Discutible

**Fuente:** propia

**Interpretación de resultados:** los resultados muestran una serie de factores que permiten evaluar la posibilidad de que la comunidad pueda obtener una planta embotelladora para el agua proveniente del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco. El análisis señala que la mayoría de ellos son negativos y no compatibles para promover su ejecución. Así mismo, el lugar de ubicación para la planta embotelladora está en la parte alta de Huánuco, lugar del puquial, por lo que logística y su implementación a la fecha no se tiene.

Por último, el recurso económico para la inversión del mismo está afecto a que una persona, la comunidad o una empresa pueda hacer el préstamo en el banco, lo que a la fecha no se cuenta. Por todo ello, **no es posible en mi investigación embotellar el agua** proveniente del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco.

## CONCLUSIONES

Para la primera hipótesis, se determinó los parámetros físicos, químicos del agua del Puquial de Sharcuhupiana obtenidos en el análisis de laboratorio, algunos de ellos, no están dentro del rango de los valores de los Límites Máximos Permisibles emitidos por el Ministerio del Medio Ambiente, como es la turbidez, color verdadero (datos son mostrados en la tabla N°:04); respecto a los metales presentes si bien están por debajo de la norma, cuando el consumidor ingiere el agua, esta es acumulativo y con el tiempo le va a generar daño; entonces se puede señalar que es un agua no de buena calidad de acuerdo a la norma D.S 004-2017- MINAM y necesita de un tratamiento preliminar antes de que pueda ser consumida.

Para la segunda hipótesis al hacer el análisis microbiológico para verificar el agua del Puquial de Sharcuhupiana que consume la población, no está exenta de microorganismos, se demuestra que existe la presencia de coliformes totales y termocolorantes (datos son mostrados en la tabla N°:04); entonces si genera daño en la salud de las personas cuando la consume de acuerdo a la norma D.S 004-2017- MINAM.

Para la tercera hipótesis planteada se puede indicar que si bien se propone el diseño de un proceso químico adecuado que permita que el agua del Puquial de Sharcuhupiana pueda ser industrializada como agua de mesa; los parámetros evaluación en su mayor cantidad que no cumple con los factores de construcción (datos son mostrados en la tabla N°:05); por lo que es importante plantear reuniones con la comunidad para generar una inversión adecuada y pueda en el tiempo generar un recurso económico adicional a la comunidad.

La distancia al puquial de Sharcuhupiana, ubicada en la parte alta de Huánuco, los costos operativos, como el gasto en el análisis físico, químico y microbiológico, así como la falta de materiales de vidrio y otros, no me han permitido una mejor visión de los

resultados analizados, sin embargo, la lectura planteada al trabajo de investigación de alguna manera reporta de manera adecuada los resultados obtenidos.

## RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en la investigación, como es la evaluación física, química y microbiológica para el agua proveniente del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco a través de la aplicación de la metodología del análisis de laboratorio, es el adecuado y debe ser aplicarse en otras sesiones de trabajo, para otras investigaciones, con otros temas similares; esta metodología de análisis, trasladada al estudiante, debe mejorar sus criterios de investigación y el de inducir al estudiante el amor por la investigación.

La capacitación del docente de biología y química en especial, debe ser constante e importante en este tiempo, porque hace investigación experimental y a través de su enseñanza el estudiante desarrolla habilidades científicas que le permiten indagar mejor y construir su propio juicio crítico.

Se debe realizar campañas de educación ambiental promovidas por el Programa de Biología y Química, a la comunidad en su conjunto para concientizar sobre el respeto a la naturaleza y en base a esto, tomen las medidas respectivas sobre el uso adecuado del agua que consumen y la importancia que brindan al cuidado del medio ambiente.

La planificación y la inversión, es otro punto para desarrollar y establecer un correcto análisis de inversión de activos, de tal manera que cuando se platee una inversión, esta no solamente debe ser la correcta. Además, se busca que el servicio que se ofrecerá sea de alta calidad y gratificante, con el objetivo de alcanzar la lealtad de los clientes y así crear diversas tácticas para que estos productos sean más vendidos y permanezcan en la memoria del consumidor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad Ortiz, A. (2014). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de cinco manantiales del distrito de Jacas Chico provincia de Yarowilca, región Huánuco. Puno: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano.
- APHA, (., AWWA, (., & WPCF, ( (1995). Métodos Normalizados. Madrid.: Díaz de Santos, S.A.
- Aqua España. La importancia de la turbidez en la técnica instrumental. Modificación sobre RD 140/2003. Link: [https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Pildora\\_16-Turbidez%20en%20la%20t%C3%A9cnica%20instrumental.pdf](https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Pildora_16-Turbidez%20en%20la%20t%C3%A9cnica%20instrumental.pdf)
- Arnedo, A. (2007). Dureza del agua de consumo doméstico y prevalencia de eczema atópico en escolares de Castellón, España. Salud pública de México / Vol.4 N°.9, N°.4
- Aveiga, A., et al. (2022). Distribución de metales pesados en agua, sedimentos y peces del río Carrizal, Ecuador. Ing. hidrául. ambient. Vol. N°.43, N°.3, La Habana
- Barrios, I., et al. (2021). Percepción social de la salinización del agua para uso doméstico en Puerto Madero, Chiapas, México. Percepción social de la salinización del agua para uso doméstico en Puerto Madero. Economía Agraria y Recursos Naturales. Vol. N°.21,1. p. 07-34
- Benavente, S., et al. (2022). Metales pesados en las aguas provenientes de la Rampa San Marcelo, CIA de Minas Sillustani S.A. Rev. Inv. Cs. Agro. y Vet. Vol. N°.6, N°.18, La Paz
- Chavarría, E., et al. (2023). Determinación clásica de coliformes fecales en agua entubada en el distrito de Ahuaycha, Perú. Rev. Inv. Cs. Agro. y Vet. Vol.N°.7, N°.21. La Paz

Color del agua, parámetro indicador de calidad. (2019). Link:

<https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>

Correa, O., Fuentes, F., & Coral, R. (2021). Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray – Perú. Rev. Soc. Quím. Perú. Vol. N°.87, N°.1

De Miguel, C., & Vásquez, Y. (2006). Origen de los nitratos ( $\text{NO}^{-3}$ ) y nitritos ( $\text{NO}_2$ ) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas. Minería y Geología, Vol. N°.22, N°.3, p. 1-9

DIGESA. (2015). Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestra de agua. (DS N° 1602015-DIGESA). Lima: DIGESA.

Fernández, M. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Vol.N°.51, N°.2, p. 70-73

García, J. & García, A. (2023). Tesis: Evaluación de la calidad del pH del agua potable en cuatro zonas de Lima con ayuda de la ciencia ciudadana. Info. eu-repo/semantics/bachelorThesis

Gavilán, B., Mateo, A. & Sanabria, S. (2023). Control de calidad en agua para consumo humano en el extremo suroeste Región Oriental del Paraguay (Ñeembucú). Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, Asunción, Paraguay. Volumen IV, Número N°.6, p. 140.

Gianoli, A., Hung, A. & Shiva, C. (2018). Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016-2017. Salud tecnol. vet. 2018, N°.2, p. 62-71.

Gonzales, W., et al. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú.

Rev. Investig. Altoandin. Vol. N°.25, N°.1, Puno

Guillermo, J. (2010). Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa. Tecnología en Marcha, Vol. N°.23, N°.5, p. 34-40

Hernández Muñoz, A. (1993). Abastecimiento y distribución de agua. 3<sup>a</sup> ed. ETSICCPM.

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diseasefact/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/index.html)

Huerta, P., et al. (2023). Concentración de nitratos y sulfatos en el agua de escorrentía superficial. Vol. N°.41, N°.3, p. 87-93, IDESIA (Chile)

Larios, L. (2009). Contaminación del agua por nitratos: significación sanitaria. AMC. V°.13, N°.2, Camagüey

Larrea-Murrell, J., et al. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. Revista CENIC. Ciencias Biológicas, Vol. N°.44, N°.3, p. 24-34

Londoño, L., Londoño, P. & Muñoz, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. N°.14, N°.2, p. 145-153

Lorena, S., et al. (2019). Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal. INNOVA Research Journal. Vol. N°.4, N°.2, p. 59-71

Marcelo, A. (2018). Validación de un método para el análisis de color real en agua. Rev. Fac. Cienc. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Vol. N°.7, N°.1, p. 143-155

Martínez, A. Métodos de análisis físicos y espectrofométricos para el análisis de aguas residuales. *Tecnología en Marcha*. Vol. N°.19, p. 2

Martínez, I., & Saracho, R. (2009). El fósforo y sus implicaciones clínicas. *Actualizaciones en nefrología*. Vol. N°.29. N°.5, p 1-130

Martínez, M., et al. (2020). Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Revista UIS Ingenierías*. Vol. N°.19, N°.1, p. 15-24

Mendoza, O., et al. (2017). Riesgos potenciales de salud por consumo de agua con arsénico en Colima, México. *Salud pública*. Méx. Vol. N°.59, N°.1, Cuernavaca

Meza R., R., & Laura Ch., E. (2015). Calidad Bacteriológica de los manantiales del centro de investigación y producción de Chucuito (CIPCH)UNA. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Montoya, C. (2011). Efecto del incremento en la turbiedad del agua cruda sobre la eficiencia de procesos convencionales de potabilización. *Rev. EIA. Esc. Ing. Antioq.* N°.16, Envigado

Moreira, A. (2016). Consideraciones actuales sobre ablandamiento del agua. *Dom. Cien.*, Vol. N°.2, N°.4, p. 334-345

Moreno, S., & Ramos, G. (2020). Descontaminación de arsénico, cadmio y plomo en agua por biosorción con *Saccharomyces cerevisiae*. *TIP*. Vol. N°.21, supl.2, Ciudad de México

Narváez, S., Gómez, M., & Acosta, J. (2008). Coliformes termo tolerantes en aguas de las poblaciones costeras y palafíticas de la ciénaga grande de Santa Marta, Colombia. *Acta biol. Colomb.*, Vol. N°.13, No.3, p. 113 – 122

Nieto, N. (2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. *Política y cultura*. N°.36, p. 157–176

- NSF - National Sanitation Fundation. (2006). Consumer Information: Water Quality Index (WQI). Recuperado el 20 de agosto de 2018, de Consumer Information: Water Quality Index (WQI): [www.nsf.org/consumer/just\\_for\\_kids/wqi.asp](http://www.nsf.org/consumer/just_for_kids/wqi.asp)
- Olivas, E., et al. (2011). Indicadores fecales y patógenos en agua descargada al Río Bravo. *Terra Latinoam.* Vol.Nº.29, Nº.4, Chapingo
- OMS. (2006). Agua, saneamiento y salud: Enfermedades. Recuperado el 20 de agosto de 2018, de Agua, saneamiento y salud: Enfermedades:
- Pabón, S., Benítez, R., Sarria, R., & Gallo, J. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería.* Vol. Nº.14, Nº.27, Pereira
- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha.* Vol. Nº.29, Nº.3, Cartago
- Piquerias Urban, V. (2015). Calidad físico química del agua en los manantiales de los términos municipales de benafer, caudiel y viver (Castellón). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia Ingeniería Agronómica del Medio Natural. Universidad Nacional del Altiplano.
- Quispe H., R. (2010). Componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en aguas de consumo humano de la ciudad de Aplao, Valle de Majes. Arequipa. Puno
- Reyes, Y., et al. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo,* Vol. Nº.16, Nº.2
- Rodríguez, S., et al. (2012). Relación del nitrato sobre la contaminación bacteriana del agua. *Terra Latinoam.* Vol. Nº.30, Nº.2, Chapingo

- Salas, J., et al. (2021). Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutr. Hosp.* Vol.Nº.37, Nº.5, Madrid
- Severiche, C., & González, H. (2012). Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado. *Ing. USBMed*, Vol. N°.3, N°.2
- Shammi, M., et al. (2019). Impactos de la intrusión de salinidad en la salud comunitaria: una revisión de las experiencias sobre el sodio en el agua potable en las zonas costeras de Bangladesh. <https://PMC6473225/>
- Solís, Y., Zúñiga, L. & Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. N°.31-1, p. 35-46
- Soto, J. (2010). La dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas sanitarias. *Ing. Invest. y tecnol.* Vol. N°.11, N°.2, Ciudad de México
- Soto, M., et al. (2020). Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana. *Scientia Agropecuaria*. Vol. N°.11, N°.1, Trujillo

**ANEXOS:**

## **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

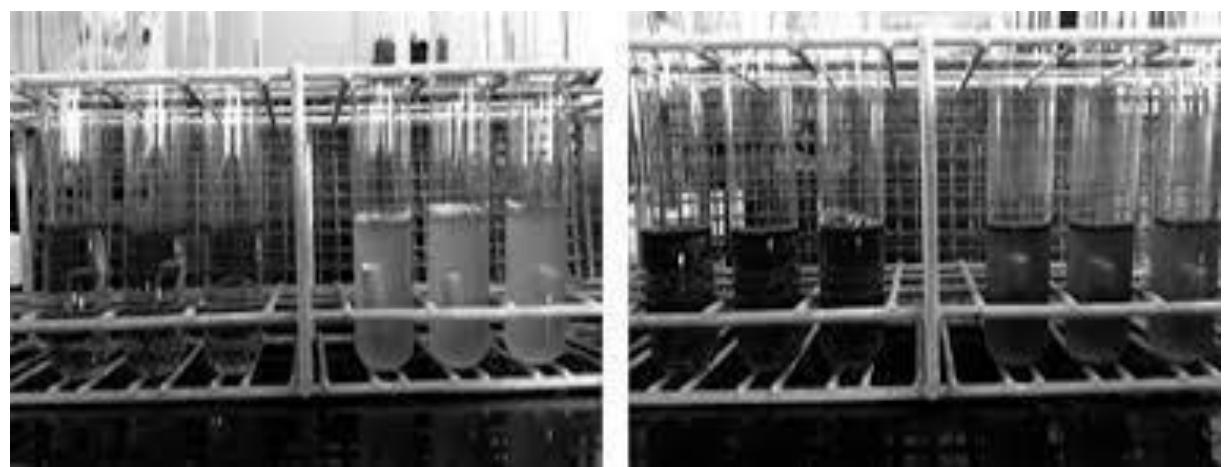
### **INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS DEL AGUA**



**Multiparámetro Hach**



**Equipo de Absorción atómica**



**Equipo de Tubos múltiples**



**muestreando la toma de agua**



**midiendo con el multiparámetro de agua**



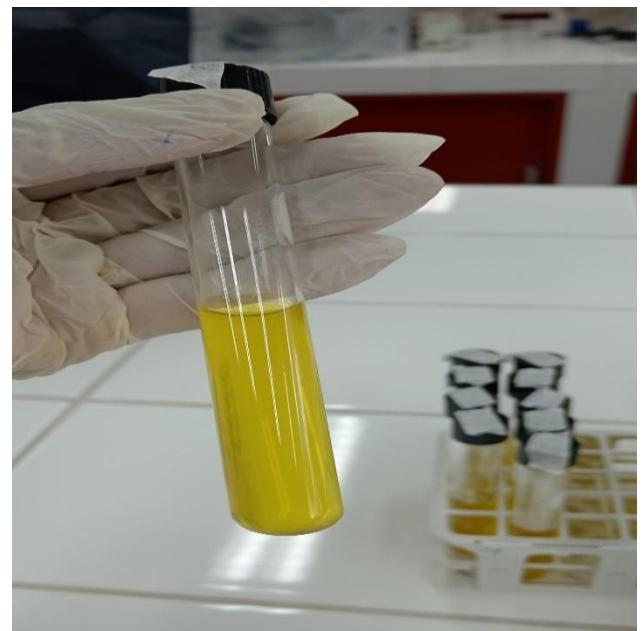
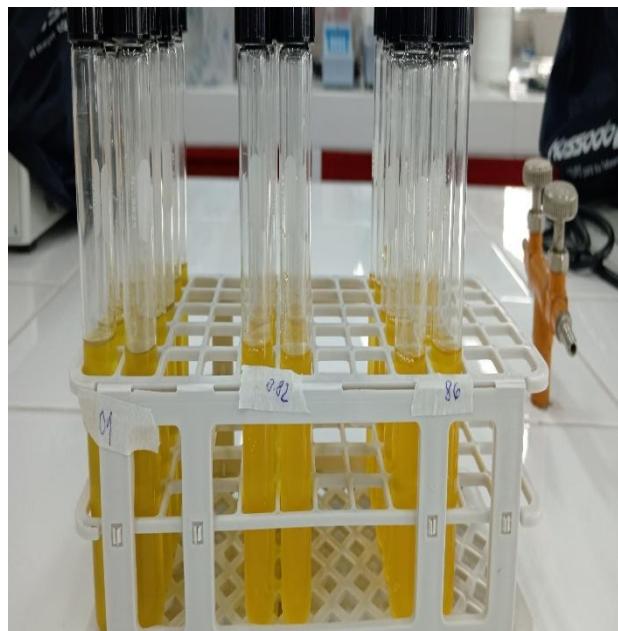
**muestras de aguas para el análisis físico químico**



**reactivos químicos para el análisis físico químico usando el fotocolorímetro**



**muestras de aguas para el análisis físico químico usando el fotocolorímetro**



**muestras de aguas para el análisis microbiológico**

## **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

### **1. PROCEDIMIENTO PARA JUICIO DE EXPERTOS**

El estudiante para validar sus instrumentos de investigación a través del juicio de expertos es necesario seguir el siguiente procedimiento:

- Presentar el plan de investigación, evaluado por el asesor
- Presentar el instrumento construido para el trabajo de investigación, el cual debe detallar el nombre del experto, en número de tres.
- Los resultados del juicio de expertos deberán ser trabajados con el asesor para la incorporación de las mejoras en el trabajo de investigación

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Evaluación de la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana,  
C.P. de Antapirca y propuesta de industrialización

**Autor (a): Bach. Junnior Wanderlin, ROBLES GOMEZ**

**Tabla N° 10: Lista de expertos, docentes de la UNDAC**

Nº	Apellidos y Nombres	Grado	Especialidad	Cargo
01	Pacheco Peña, Luis Alberto		Ingeniero	
02	Eleuterio Andrés, Zavaleta Sánchez	Doctores	Ambiental Lic. En	Docentes

**Nota:** Presentar como mínimo 2 expertos

## EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	<b>Grado de acuerdo</b>					
	1	2	3	4	5	6
<b>ADECUACIÓN</b> (está correctamente formulada para ser ejecutada por el experto): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los equipos de análisis de laboratorio están calibrados correctamente y los reactivos químicos utilizados tienen la vigencia actual</li> <li>• Los equipos de análisis propuesto son los adecuados</li> <li>• Los procedimientos de análisis a utilizar en el laboratorio señalan resultados precisos de acuerdo al nivel de confianza establecido</li> </ul>						
<b>PERTINENCIA</b> (contribuye a recoger información relevante para la investigación): <ul style="list-style-type: none"> <li>• El Problema general de la investigación, es el pertinente para el desarrollo del trabajo de investigación. (Copiar el problema general)</li> <li>• Los Objetivos específicos de la investigación, son los pertinentes para el desarrollo del trabajo de investigación. (Copiar los objetivos específicos)</li> <li>• Las muestras a obtener en el Puquial de Sharcuhupiana de manera transversal genera confiabilidad en el resultado del análisis del laboratorio.</li> <li>• Es pertinente para obtener resultados adecuados e interpretación de las hipótesis utilizando el paquete estadístico SPSS v.23 (Copiar las hipótesis específicas)</li> </ul>						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	<b>Grado de acuerdo</b>					
	1	2	3	4	5	6

Por el presente saludarle y al mismo tiempo estimado profesional, agradecerle por participar en el proceso de evaluación del instrumento de investigación para el presente estudio. Para ello se le alcanza el instrumento de evaluación que le servirá de guía para que pueda hacernos llegar sus respuestas en cada uno de los ítems. Agradecer de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información adicional en la investigación. Identifique el ítem y conteste marcando con un aspa en la casilla que considere correcto; puede señalar alguna observación que mejorará el instrumento.

## Guía de evaluación del experto

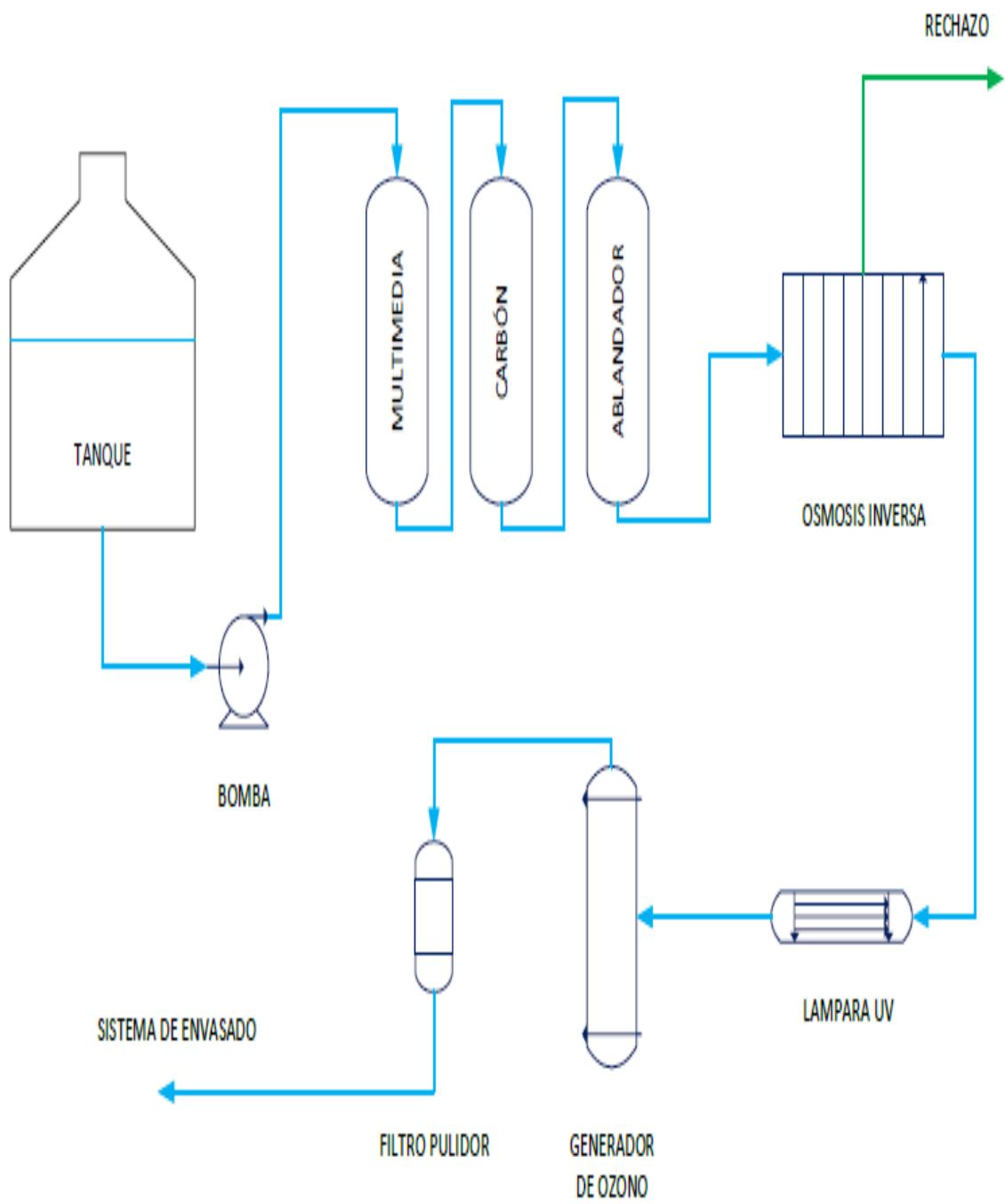
### LIMITES MAXIMO PERMISIBLES (LMP) REFERENCIALES DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

PARAMETRO	LMP	Referencia
Coliformes totales, UFC/100 mL	0 (ausencia)	(1)
Coliformes termotolerantes, UFC/100 mL	0 (ausencia)	(1)
Bacterias heterotróficas, UFC/mL	500	(1)
pH	6,5 – 8,5	(1)
Turbiedad, UNT	5	(1)
Conductividad, 25°C uS/cm	1500	(3)
Color, UCV – Pt-Co	20	(2)
Cloruros, mg/L	250	(2)
Sulfatos, mg/L	250	(2)
Dureza, mg/L	500	(3)
Nitratos, mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L (*)	50	(1)
Hierro, mg/L	0,3	0,3 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Manganoso, mg/L	0,2	0,2 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Aluminio, mg/L	0,2	(1)
Cobre, mg/L	3	(2)
Plomo, mg/L (*)	0,1	(2)
Cadmio, mg/L (*)	0,003	(1)
Arsénico, mg/L (*)	0,1	(2)
Mercurio, mg/L (*)	0,001	(1)
Cromo, mg/L (*)	0,05	(1)
Flúor, mg/L	2	(2)
Selenio, mg/L	0,05	(2)

Notas:

- (1) Valores tomados provisionalmente de los valores guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud (1995)
  - (2) Valores establecidos en la norma nacional "Reglamento de Requisitos Oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", aprobado por Resolución Suprema del 17 de Diciembre de 1946
  - (3) En el caso de los parámetros de conductividad y dureza, considerando que son parámetros que afectan solamente la calidad estética del agua, tomar como referencia los valores indicados, los que han sido propuestos para la actualización de la norma de calidad de agua para consumo humano especialmente para aguas subterráneas.
- (\*) Compuestos tóxicos

## PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA DE MESA



 **ESSENCE**  
WATER TECHNOLOGY

### Matriz de consistencia

Problema de investigación	Objetivos de la investigación	Hipótesis de la investigación	Variables e indicadores	Metodología de la investigación	Población y muestra	Instrumentos de la investigación
<p><b>Problema General</b> ¿Es posible la evaluación de la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de Antapirca, Pasco, que consume el poblador de la zona y diseñar un proceso industrial que permita su industrialización a través del agua de mesa?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Evaluar la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de Antapirca, Pasco, que consume el poblador de la zona y diseñar un proceso industrial que permita su industrialización a través del agua de mesa.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Al evaluar de manera adecuada la calidad del agua del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de Antapirca, Pasco, que consume el poblador de la zona es posible diseñar correctamente un proceso industrial que permita su industrialización a través del agua de mesa.</p>	<p><b>Variable independiente</b> Calidad de agua que consume la población del Puquial de Sharcuhupiana, C.P. de Antapirca, Pasco, <b>Variable dependiente</b> Proceso industrial que permita su industrialización a través del agua de mesa.</p>	<p>Tipo y nivel de investigación es experimental</p>	<p>Agua proveniente del Puquial de Sharcuhupiana, en el Centro Poblado de Antapirca, distrito de Santa Ana de Tusi, Región Pasco</p>	<p>Se tomará en cuenta el Decreto Supremo N° 031-2010- SA del Ministerio del Medio Ambiente y la Guía de Calidad de la OMS para la recolección de los datos.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b> ¿Es posible que los parámetros físicos químicos medidos en el agua del Puquial de Sharcuhupiana coinciden con los Límites Máximos Permisibles emitidos por el Ministerio del Medio Ambiente para señalar que es un agua de calidad.</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b> Analizar los parámetros físicos químicos del agua del Puquial de Sharcuhupiana y comparar con los Límites Máximos Permisibles emitidos por el Ministerio del Medio Ambiente para señalar que es un agua de calidad.</p>	<p>Hipótesis específicas Si los parámetros físicos, químicos del agua del Puquial de Sharcuhupiana obtenidos en el análisis de laboratorio están dentro del rango de los valores de los Límites Máximos Permisibles emitidos por el Ministerio del Medio Ambiente entonces se</p>	<p><b>Variable interviniante</b> Temperatura, pH del agua Calidad del producto, producción. Relación de variables: Calidad del agua = f (parámetros)</p>	<p>Método analítico experimental. Para la toma de muestra se utilizará el método transversal. El diseño de investigación es cuantitativo experimental y</p>		<p>Se tabularán y se contrastarán con la norma técnicas peruanas (NTP 214.003:1987, revisada el 2021), el Reglamento de Calidad de Agua de Consumo humano (Decreto Supremo N° 001-2020-MINAM) y las</p>

<p>indicar que es un agua de calidad?</p> <p>¿Es cierto, que el agua del Puquial de Sharcuhupiana que consume la población, es un agua exenta de microorganismos como son los coliformes y por lo tanto no generan daño en la salud de las personas?</p> <p>¿Qué posibilidad existe de que el agua del Puquial de Sharcuhupiana pueda ser industrializada como agua de mesa, generando un recurso económico adicional a la comunidad?</p>	<p>Verificar que el agua del Puquial de Sharcuhupiana que consume la población, es un agua exenta de microorganismos como son los coliformes y por lo tanto no genera daño en la salud de las personas.</p> <p>Proponer un proceso químico que permita que el agua del Puquial de Sharcuhupiana pueda ser industrializada como agua de mesa y generar un recurso económico adicional a la comunidad.</p>	<p>puede señalar que es un agua de calidad.</p> <p>Si el agua del Puquial de Sharcuhupiana que consume la población, está exenta de microorganismos como son los coliformes entonces no genera daño en la salud de las personas cuando la consume.</p> <p>Si se diseña un proceso químico adecuado que permita que el agua del Puquial de Sharcuhupiana pueda ser industrializada como agua de mesa se puede indicar entonces que generará un recurso económico adicional a la comunidad.</p>	<p>físicos, químicos y biológicos)</p> <p>Calidad del producto = f (presentación, sabor, color)</p>	<p>transectorial (emergente)</p>	<p>Guías OMS.</p> <p>Además, se hace uso del tratamiento estadístico, SPSS v.26</p>
---	--	---	---	----------------------------------	---

Fuente: propia