

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro
de arcilla con plata coloidal para consumo humano”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Espinoza Masgo, Giovanni Brayan

ASESOR: Morales Aquino, Milton Edwin

HUÁNUCO – PERÚ
2025

U

D

H



TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73259750

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en: gestión

ambiental y desarrollo sostenible.

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Tarazona Mirabal, Herman Atilio	Magister en salud pública y gestión sanitaria gestión y planeamiento educativo	22411008	0000-0001-5319-4708
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofía	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día 23 del mes de mayo del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Herman Atilio Tarazona Mirabal (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0967-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"DESINFECCIÓN DE AGUA DE BAJA TURBIEDAD UTILIZANDO UN FILTRO DE ARCILLA CON PLATA COLOIDAL PARA CONSUMO HUMANO"**, presentado por el (la) Bach. **ESPINOZA MASGO, GIOVANNI BRAYAN**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena (Art. 47)

Siendo las 16:30 horas del día 23 del mes de Mayo del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Herman Atilio Tarazona Mirabal
DNI: 22411008
ORCID: 0000-0001-5319-4708
Presidente


Mg. Camara Llanos, Frank Erick
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Secretario


Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel
DNI: 43616954
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: GIOVANNI BRAYAN ESPINOZA MASGO, de la investigación titulada "Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal para consumo humano", con asesor(a) MILTON EDWIN MORALES AQUINO, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1946-2022-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 30 de junio de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

221. ESPINOZA MASGO, Giovanni Brayan.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.upeu.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico con mucho amor y respeto a Dios y a mis padres que estuvieron presentes en todo momento como mi motivación a seguir superándome y creciendo profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Primero, agradecer a nuestro padre celestial que está en el cielo, en segundo, agradecer a mis padres y familiares que estuvieron presentes en todo este proceso de superación profesional hasta finalizarlo.

A la vez agradecer a los docentes que con sus sabias enseñanzas y paciencia en mi proceso de aprendizaje me alimentaron de sus sabias enseñanzas para poder desempeñarme como un buen profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO I	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3. OBJETIVO GENERAL	14
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	50
2.4. HIPÓTESIS	54
2.5. VARIABLES	54
2.5.1. Variable de calibración	54
2.5.2. Variable evaluativa	54

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	55
CAPÍTULO III.....	56
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	56
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	56
3.1.1. ENFOQUE	57
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	57
3.1.3. DISEÑO	57
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	58
3.2.1. POBLACIÓN	58
3.2.2. MUESTRA.....	58
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	59
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	59
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	61
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ..	61
CAPÍTULO IV	63
RESULTADOS	63
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	63
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	71
CAPÍTULO V	77
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	77
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros físicos, químicos y microbiológicos	26
Tabla 2 Operacionalización de variables	55
Tabla 3 Análisis de la información de datos	61
Tabla 4 Resultados de Coliformes Totales (coli/ml)	63
Tabla 5 Resultados de Turbiedad (NTU)	65
Tabla 6 Resultados de Ph.....	67
Tabla 7 Resultados de Temperatura (°C)	69
Tabla 8 Estadísticas Coliformes Totales (Colonias/100 ml)	71
Tabla 9 Test de t para la dispersión total de los valores entre las concentraciones de coliformes totales en agua cruda y agua filtrada.	72
Tabla 10 Estadística de turbiedad.....	72
Tabla 11 Test de t para valores de turbiedad.....	73
Tabla 12 Estadística para valores de pH	74
Tabla 13 Tabla de Análisis Inferencial - Test t para muestras relacionadas (pH Inicio vs Final).....	75
Tabla 14 Estadísticas descriptivas para los valores de temperatura antes y después del tratamiento.....	75
Tabla 15 Tabla de Análisis Inferencial - Test t para muestras relacionadas (Temperatura Inicio vs Final)	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de agua	28
Figura 2 Filtro de arena lento	31
Figura 3 Filtro Lento de Carbón Activado.....	32
Figura 4 Filtro casero de agua	33
Figura 5 Estructura de la plata coloidal	38
Figura 6 Esquema máquina usada para conformación vasijas	42
Figura 7 Resultados de Turbiedad (NTU)	65
Figura 8 Resultados de ph.....	67
Figura 9 Resultados de Temperatura (°C)	69

RESUMEN

El trabajo de tesis desarrollado llevo por título Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal para consumo humano, tuvo como objetivo principal, comprobar que el filtro arco-filtro con plata coloidal es eficaz en la desinfección de agua de baja turbiedad.

El trabajo de tesis es experimental, con enfoque cuantitativo, esto se desarrollará un nuevo método y se generaran conocimientos prácticos para resolver el problema de partículas sólidas de baja turbiedad en el agua, en esta investigación se suman los análisis fisicoquímicos. La muestra de la investigación está conformada por 20 litros de agua del Rio huancachupa del Centro Poblado de Huancachupa. Se elaboró un filtro conformado por las siguientes capas: Arena de cuarzo 20 mm, Capas de arena utilizada 15 cm, Filtro de arcilla 10 cm. En cada muestra se filtró 20 litros de agua y se utilizó 20 gotas de plata coloidal, para la desinfección.

Los resultados obtenidos demostraron la desinfección eficaz del agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal, respecto a Bacterias Heterotróficas después de la filtración, la media de bacterias se reduce a 176.25 colonias por 100 ml, respecto a la Turbiedad se observa una reducción media en la turbiedad de 5.39 NTU a 3.03 NTU tras el tratamiento, para el PH se observa una disminución media en el pH de 8.61 a 7.95 tras el tratamiento, acercando el agua a un estado más neutro, la temperatura tuvo una disminución media en la temperatura de 23.57 °C a 23.00 °C tras el tratamiento.

Se concluye que, es indispensable mantener un control estricto durante la filtración para garantizar su eficacia y prevenir incrementos en la carga bacteriana. Asimismo, se confirma que la plata coloidal resulta un desinfectante final confiable y eficaz, por lo que su incorporación constante en el protocolo de tratamiento asegura la calidad del agua potable.

Palabras clave: desinfección, turbidez, filtro, arcilla, plata coloidal y consumo humano.

ABSTRACT

The thesis, entitled “Disinfection of Low-Turbidity Water Using a Clay Filter with Colloidal Silver for Human Consumption,” had as its primary objective the verification that the Arci-Filter—an assembly of a clay filter impregnated with colloidal silver—is effective in disinfecting low-turbidity water.

This research is experimental and employs a quantitative approach; a novel method was developed and practical knowledge generated to address the problem of low-turbidity solid particles in water. Physicochemical analyses were also included. The study sample consisted of 20 liters of water collected from the Huancachupa River at the Huancachupa Population Center. A filter was constructed with the following layers: 20 mm quartz sand, 15 cm of fine sand, and 10 cm of clay filter. For each 20-liter sample, 20 drops of colloidal silver were applied for disinfection.

The obtained results demonstrated effective disinfection of low-turbidity water using the clay filter with colloidal silver. After filtration, the mean heterotrophic bacterial count was reduced to 176.25 colony-forming units (CFU) per 100 mL. Turbidity decreased on average from 5.39 NTU to 3.03 NTU. The pH shifted from a mean of 8.61 to 7.95, moving the water closer to a neutral state. Temperature was slightly lowered from an average of 23.57 °C to 23.00 °C.

It was concluded that maintaining strict control during filtration is essential to ensure its efficacy and to prevent potential increases in bacterial load. Moreover, colloidal silver was confirmed as a reliable and effective final disinfectant; its consistent incorporation into the water-treatment protocol guarantees the production of potable water of acceptable quality.

Keywords: disinfection, turbidity, filter, clay, colloidal silver, human consumption..

INTRODUCCIÓN

Los escasos de las fuentes de agua de manantiales son la principal limitante para el consumo humano de las zonas rurales, algunas de las zonas rurales son afectadas por este problema cuentan con una fuente alternativa de aguas superficiales de quebradas, ríos, riachuelos o lagunas, que en la mayoría de veces no están aptas para el consumo del ser humano, si no cuentan con una planta de tratamiento o un sistema de cloración. Por lo que se optó a desarrollar la tesis titulada “Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal para consumo humano”.

Se formuló el siguiente problema ¿Cuál es el efecto del filtro de arcilla con plata coloidal en la desinfección de agua de baja turbiedad?

El trabajo de tesis tiene como justificación que se ejecutará para mejorar la calidad del agua destinada al consumo humano, en base a esta orientación el proyecto de investigación, de la purificación de agua, a través del arco-filtro con plata coloidal para mejorar las características del uso humano del agua, para solucionar este problema, en este caso, por ejemplo en las zonas rurales la turbidez del agua es muy notable debido que la fuente del agua es superficial proveniente de una quebrada, por ello se ven afectados la población beneficiaria del servicio, entonces esta implementación de arco-filtro con plata coloidal, en la obtención de agua para consumo humano.

Tuvo como objetivo principal, comprobar que el filtro arco-filtro con plata coloidal es eficaz en la desinfección de agua de baja turbiedad.

Se utilizó el método de la observación experimental, y teniendo como dispositivo una ficha de registro de datos del caserío de Magrash

Se instaló un arco-filtro para la purificación del agua de turbiedad menor de 10 NTU, y el uso del arco-filtro con plata coloidal se utilizara como un sistema de filtrado que a través de la arcilla, lograra atrapar los microorganismos y partículas de logo que se encuentran en el agua, debido que los micro poros son mucho más pequeños que el tamaño promedio de los microorganismos, para determinar mucho más la adecuada seguridad si el

agua es purificada se tiene en cuenta el bañado del arco-filtro con plata coloidal.

La información recolectada se obtuvo de distintos proyectos de tesis de diversas universidades de pregrados, y de algunos libros relacionados al título planteado.

Se encontró como limitante a la falta de laboratorios sanitarios especializados en la ciudad de Huánuco, para las muestras de agua se tuvo que mandar dicha muestra tomada a la Ciudad de Lima, aumentando el procedimiento de transporte adecuado de las muestras.

Se concluye que, la secuencia de reducción de la turbiedad a lo largo de las diferentes fechas demuestra la capacidad del proceso de tratamiento para mejorar la calidad del agua en términos de claridad.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En Perú, casi 7 millones de habitantes o cerca del 22.7% de la población consumen agua no potable, exponiéndose a ciertos riesgos que este puede generar, en las zonas urbanas un aproximado de 2.5 millones de habitantes consumen agua no potable que proviene de la red, y en las zonas rurales un aproximado de 4.8 millones (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2023).

Si bien es cierto el agua es un recurso hídrico fundamental un recurso natural y relevante para la vida humana, la importancia de este radica en la utilización del mismo para íntegramente las actividades más relevantes del ser humano entre ellas la agricultura, los procesos referentes a producción y alimentación. Sin embargo, hay demasiados factores que intimida su uso, ya que este se verá afectado por metales pesados, turbidez, microorganismos, entre otros.

Según la ONU (2015) Un elemento fundamental en las políticas para la lucha contra la pobreza, son los recursos hídricos que a veces se ven afectados por el desarrollo. Se tiene que modificar la metodología con la cual se realiza el método evaluativo, la gestión y el uso del recurso en cuestión en vista de que este se encuentra sujeto a nuestro futuro, debido al continuo incremento del consumo de agua y el aprovechamiento desmesurado de las reservas subterráneas.

Cartagena (2001), de acuerdo a los niveles elevados de coliformes, ya sean totales y/o fecales que se encontraron en el consumo del agua para los habitantes de El Ocotal, optó por la utilización de la metodología de transferencia, catando un filtro cerámico que se impregno previamente con la plata coloidal. Cooperar con organizaciones comunitarias para probar la eficacia del filtro mediante, análisis de los coliformes totales en la muestra compuesta, antes y después del análisis. De filtración. Se tomaron muestras

de agua filtrada y agua corriente de cinco casas y se midió la presencia de bacterias coliformes, pH, cloro libre y la temperatura. Se encuestó al personal que participó en la charla sobre el uso del filtro para determinar las características que influyen en la decisión de compra, y determinar las ventajas y desventajas encontradas por el usuario y la aceptación del filtro.

Los escasos de las fuentes de agua manantiales son la principal limitante para el consumo humano de las zonas rurales, algunas de las zonas rurales son afectadas por este problema cuentan con una fuente alternativa de aguas superficiales de quebradas, ríos, riachuelos o lagunas, que en la mayoría de veces no están aptas para el consumo del ser humano, si no cuentan con una planta de tratamiento o un sistema de cloración.

Por ello se pretende instalar un arci-filtro para la purificación del agua de turbiedad menor de 10 NTU, y el uso del arci-filtro con plata coloidal se utilizara como un sistema de filtrado que a través de la arcilla, lograra atrapar los microorganismos y partículas de logo que se encuentran en el agua, debido que los micro poros son mucho más pequeños que el tamaño promedio de los microorganismos, para determinar mucho más la adecuada seguridad si el agua es purificada se tiene en cuenta el bañado del arci-filtro con plata coloidal.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema Principal

¿Cuál es el efecto del filtro de arcilla con plata coloidal en la desinfección de agua de baja turbiedad?

Problemas Específicos

¿Cuáles son los parámetros del agua antes de tratarla con el filtro de arcilla y plata coloidal?

¿Cuáles son los parámetros del agua en el transcurso del tratamiento con el filtro de arcilla y plata coloidal?

¿Cuáles son los parámetros del agua después del tratamiento con el filtro de arcilla y plata coloidal?

1.3. OBJETIVO GENERAL

OG. Comprobar que el filtro arco-filtro con plata coloidal es eficaz en la desinfección de agua de baja turbiedad.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE.1. Describir los siguientes parámetros del agua antes de tratarla con el filtro de arcilla y plata coloidal: turbiedad, pH, Temperatura, coliformes totales.

OE.2. Medir los parámetros del agua en el transcurso del tratamiento con el filtro de arcilla y plata coloidal: turbiedad, pH, Temperatura, coliformes totales.

OE.3. Determinar los parámetros del agua después del tratamiento con el filtro de arcilla y plata coloidal: turbiedad, pH, Temperatura, coliformes totales.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de tesis se ejecutó para mejorar la calidad del agua destinada al consumo humano, en base a esta orientación el proyecto de investigación, de la purificación de agua, a través del arco-filtro con plata coloidal para mejorar las características del uso humano del agua, para solucionar este problema, en este caso, por ejemplo en las zonas rurales la turbidez del agua es muy notable debido que la fuente del agua es superficial proveniente de una quebrada, por ello se ven afectados la población beneficiaria del servicio, entonces esta implementación de arco-filtro con plata coloidal, en la obtención de agua para consumo humano.

El trabajo de tesis, a pesar de su inversión económica y ambiental, utilizaremos el método natural de la arcilla es fácilmente encontrada en la región Huánuco que se pretende intervenir que estos cumplan con los

estándares ya establecidos, esto se realiza con el fin de que la investigación sea amigable con el medio ambiente, sin embargo, la operación y mantenimiento no presenta mayores dificultades; ya que no hay costo elevado y sin embargo sería una contribución para el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano. Es un sistema la cual es amigable con el medio ambiente ya que no colaborará con la contaminación ambiental.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó un recorrido para lo cual se viajó desde la ciudad de Huánuco hasta el Centro Poblado de Huancachupa para la recopilación de información de datos de la población sobre la problemática del agua contaminada. Debido a la falta de laboratorios sanitarios especializados en el Centro Poblado, para las muestras de agua se tuvo que mandar a analizar en la Universidad de Huánuco.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El costo de la instalación y construcción del arco-filtro fue factible porque se dispone los materiales necesarios en su elaboración. El arco-filtro no presenta dificultades en el armado, pudo ser realizado por un personal con conocimientos básicos en cerámicas y carpintería.

Viabilidad ambiental. - Es ambientalmente viable porque ayuda a mitigar el uso de insumos químicos en el agua, ayudando a la purificación del agua de forma natural, reduce la cantidad de bacterias, reduce el material particulado de arena, lodo y salinidad.

Recursos financieros. - Debido a los escasos recursos económicos de los habitantes del caserío se concibió ideas para la planeación de administrar el costo; sin embargo, la recaudación de materiales fue satisfactoria para la elaboración de este proyecto, porque se incluyeron materiales reciclados, por lo tanto, fue un gran aporte para el cuidado del medio ambiente.

Recursos humanos. - Se logró la autorización de un personal para el uso de un terreno disponible por parte de los pobladores para

la ejecución del proyecto, para la instalación del arco-filtro se realizará preparación de materiales y acondicionamiento del sistema del arco-filtro.

Técnicos. - Se cuenta con el asesoramiento del docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental del curso de TESIS II, con el apoyo lograremos obtener resultados beneficios para el desarrollo de la investigación y ejecución del proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes internacionales

El trabajo investigativo de Cartagena (2001) con el título de, "Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotal de Guinope, Honduras", el objetivo del estudio fue analizar la aceptabilidad del filtro cerámico impregnado con plata coloidal como método de tratamiento de agua. Debido a los altos niveles de coliformes totales y fecales en el agua potable de los habitantes de El Ocotal, se implementó este sistema de filtración. En colaboración con organizaciones comunitarias, se evaluó su eficacia analizando muestras compuestas recolectadas antes y después del proceso de filtrado para medir la reducción de coliformes. Además, se recolectaron muestras de agua filtrada y agua del grifo de cinco hogares para examinar parámetros como pH, temperatura, presencia de coliformes y cloro libre. También se encuestó a los participantes que fueron capacitados para usar el filtro para determinar los factores que influyeron en su decisión de compra, así como las ventajas, desventajas y aceptabilidad del dispositivo. Los resultados mostraron que el filtro fue muy eficaz para eliminar contaminantes microbiológicos y reducir a cero las unidades formadoras de colonias en las muestras analizadas. En los cinco hogares examinados se observó una disminución de la temperatura del agua de hasta 2°C y un aumento del pH de 0,34 unidades. No se detectó cloro libre en el agua filtrada, mientras que el agua del grifo sin filtrar mostró trazas de menos de 0,5 mg. Asimismo, se encontró que la cantidad de agua filtrada que se produce al llenar el tanque del filtro dos veces al día es suficiente para sustentar a una familia de cinco personas. El principal objetivo de la introducción del filtro es concienciar a los usuarios sobre la importancia de la depuración del agua para la salud y su impacto en las propiedades organolépticas del agua en comparación con otros métodos de

tratamiento. La mayor ventaja citada por los usuarios es la confianza en la calidad microbiológica del agua filtrada, mientras que la única desventaja observada es el riesgo de daños irreparables a la llave del filtro o a la unidad de filtrado.

En el trabajo de investigación de Vidal (2010) con el título de "Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua. Medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas". Al filtrar agua de distinta calidad a través de cinco filtros de arcilla mezclada con aserrín -uno sin plata coloidal y cuatro con diferentes concentraciones de esta sustancia- se observaron cambios en las propiedades organolépticas, variaciones en parámetros fisicoquímicos y eliminación de microorganismos. Las pruebas se realizaron en cuatro muestras de agua tomadas en diferentes puntos del río Otún, que atraviesa la ciudad de Pereira y sus alrededores, cada una con diferentes niveles de contaminación. Luego del tratamiento con estos filtros, se compararon los estados inicial y final del agua para evaluar si el sistema de filtración cumple con los estándares establecidos por la Resolución 2115 de 2007, que regula la calidad del agua potable en Colombia. Con base en el análisis estadístico ANOVA y la comparación de los porcentajes de remoción en función de la concentración de la plata impregnada, se encontró que no existen diferencias significativas en la reducción de turbidez entre los diferentes filtros. Asimismo, se confirmó el efecto bactericida de la plata coloidal ya que los filtros impregnados lograron eliminar entre el 99,56% y el 100% de las bacterias fecales y coliformes totales, mientras que el filtro sin plata coloidal logró una eliminación promedio del 98,41%. En conclusión, el uso de filtros de arcilla con aserrín y plata coloidal representa una alternativa eficaz al tratamiento del agua, especialmente para las poblaciones de bajos ingresos sin acceso a agua potable, que representaban el 19,4% de la población colombiana en 2008, según datos del DANE.

Antecedentes nacionales

En la tesis de Chura & Gomez (2017) titulado como: "Estudio de filtros cerámicos impregnados con plata coloidal, como un sistema de tratamiento de agua para procesos agroindustriales". Se evaluó la factibilidad de utilizar filtros cerámicos elaborados a partir de Jipi de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y arcilla impregnada con plata coloidal como una alternativa para purificar el agua de pozo utilizada en procesos agroindustriales. Para el análisis microbiológico se utilizó el método de número más probable y de unidad formadora de colonias, mientras que el análisis fisicoquímico se realizó mediante métodos volumétricos, colorimétricos y electrométricos. El caudal se determinó mediante el método volumétrico. La caracterización inicial del agua del pozo reveló que sus parámetros microbiológicos y fisicoquímicos no cumplían con los estándares establecidos por el Ministerio de Salud. Para el tratamiento del agua se desarrollaron filtros con diferentes proporciones de Jipi de Quinoa y arcilla (20/80; 30/70; 40/60) % e impregnados con plata coloidal en concentraciones de 20, 35 y 55 ppm. La efectividad de los filtros para eliminar microorganismos y alterar las propiedades fisicoquímicas del agua se evaluó en un diseño completamente al azar mediante un diseño factorial 3x3x3. Esto resultó en 27 observaciones con un nivel de significancia del 5%. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas y el método de comparación múltiple de Duncan determinó el mejor tratamiento: Filtro 01, compuesto por 20% de jipi de quinua, 80% arcilla e impregnado con 55 ppm de plata coloidal. Este filtro tuvo un caudal de 0,474 L/min y logró la eliminación completa de coliformes totales (0 NMP/100 ml), coliformes fecales (0 NMP/100 ml) y bacterias heterótrofas (0 UFC/mL). Además, presentó la mayor variación en las propiedades físico-químicas del agua, alcanzando los valores máximos permitidos por el Ministerio de Salud en parámetros como conductividad eléctrica (900 μ S/cm), turbidez (0.036 NTU), pH (6.87), dureza total CaCO_3 (201.4 mg/l), calcio Ca^{2+} (12.67 mg/l), sólidos totales (420.0 mg/l), Alcalinidad (50,01 mg/l), cloruros de Cl^- (123,40

mg/l), sulfatos de SO_4^{2-} (49,90 mg/l), hierro (0,041 mg/l) y manganeso (0,038 mg/l). Se concluye que los filtros cerámicos elaborados a base de jipi de quinua y arcilla impregnada con plata coloidal han demostrado ser una opción eficaz para el tratamiento del agua de pozo, haciéndola apta para los procesos agroindustriales y para el consumo.

En la tesis de Carcausto, (2017) titulada como: “Limpieza de aguas subterráneas con filtros lentos de arena para uso humano en la comunidad de Thunco 2017”. Su objetivo fue es encontrar un método más económico y óptimo de obtención de agua para los consumidores de la ciudad de Thunco. Este problema está relacionado con los contaminantes en las aguas subterráneas, como la presencia de coliformes totales, turbidez y calor. La metodología incluye mejorar objetivos como la potabilización de agua contaminada de pozos subterráneos mediante filtración lenta con arena para consumo humano en el municipio de Thunco-Puno. Comparando la eficiencia, el control de turbidez y el almacenamiento de coliformes totales y la correspondiente baja temperatura, el uso de filtros de arena en la filtración del agua del municipio de Thunco es óptimo en cuanto a los parámetros de turbidez con un control del 68.02% en tragos totales. La retención de 99.9% de coliformes y 98.97% de coliformes muestra que el uso de filtros lentos de arena prácticamente controla la turbidez, los coliformes totales y los coliformes térmicos.

En su tesis Cochachi (2018) titulada con: “Eficiencia del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua, medidas por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en el río casca del distrito de Independencia-Huaraz-Ancash”. El objetivo de este estudio fue tratar el agua del río Cascaca tanto a nivel fisicoquímico como microbiológico. Esto se realizó mediante pruebas de filtración utilizando filtros hechos de arcilla, aserrín y plata coloidal en tres puntos del río en la localidad de Tishco. El sistema de filtración incluía cuatro filtros: uno compuesto íntegramente de arcilla y aserrín y tres con concentraciones variables de plata coloidal (10 ppm, 20 ppm y 30 ppm).

Se analizaron los cambios en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua, con foco en eliminar los microorganismos presentes en el río Cascaca. La selección de los tres sitios de muestreo permitió evaluar las diferencias en la calidad del agua en función de la concentración de contaminantes. Luego del tratamiento se realizó una primera y última comparación del agua para determinar si este sistema cumple con la normativa D.S. N° 031-2010-SA, que regula el agua potable en el Perú. Luego de recolectar y analizar los datos, se evaluaron los porcentajes de remoción de contaminantes según la concentración de plata coloidal utilizada. Los resultados mostraron que los filtros de arcilla afectaron la reducción de la turbidez del agua y confirmaron el efecto bactericida de la plata coloidal. La eliminación de coliformes fecales y totales se logró en un rango de 99.09% a 100%, siendo el filtro que contenía 30 ppm de plata coloidal el más eficiente, mientras que el filtro sin plata coloidal logró una eliminación de 96.43%. En resumen, el uso de filtros de arcilla combinados con aserrín e impregnados con mayores concentraciones de plata coloidal es un método eficaz para tratar el agua del río Cascaca y proporciona una alternativa viable para comunidades de bajos ingresos que carecen de acceso a agua potable.

Ordoñez & Gonzáles (2021) en su tesis: "Filtros de arcilla y residuos orgánicos revestidos con plata coloidal para potabilizar del agua en poblaciones rurales". El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de filtros de arcilla revestidos de plata coloidal para el tratamiento de agua en comunidades rurales. Se utilizaron dos filtros, compuestos por una mezcla de 80% arcilla, 15% aserrín y 5% cáscara de arroz, que luego fueron impregnados con soluciones de plata coloidal en concentraciones de 15 mg/L y 25 mg/L. Los parámetros analizados incluyeron sólidos suspendidos totales, turbidez, coliformes termotolerantes, coliformes totales y pH. Los resultados demostraron que los filtros de arcilla con biorresiduos y recubrimiento de plata coloidal son una opción viable para el tratamiento de agua para consumo humano en zonas rurales. Aunque no pudieron eliminar

completamente los coliformes, su concentración final fue inferior a 1 UFC/100 ml, valor muy cercano al reportado en S.D. N° 031-2010-SA límite máximo permisible (LMP). No se encontraron diferencias significativas en la reducción de contaminantes entre las dos concentraciones de plata coloidal examinadas. Sin embargo, se recomienda el uso de 15 mg/L porque una menor concentración de plata coloidal puede reducir costos sin comprometer la efectividad del tratamiento.

Porras & Lumba (2022) en su tesis: "Eficiencia de filtro de cerámica con plata coloidal en el tratamiento de agua de cisterna para el consumo humano". El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de filtros fabricados con tres tipos de cerámicas impregnadas con plata coloidal para tratar agua de cisterna de uso humano en el municipio de Carapongo, Lurigancho-Chosica. Para el análisis estadístico se utilizó el software R, aplicándose un diseño experimental completamente al azar (CDA) con un factor constante (plata coloidal) y tres tratamientos diferentes (arcillas), cada uno con tres repeticiones. Los parámetros analizados con una dosis de 20 ppm de plata coloidal dieron los siguientes resultados, temperatura: arcilla doméstica (29,10 °C), arcilla comercial (29,13 °C) y arcilla roja (27,9 °C). Turbidez: arcilla doméstica (75.40 NTU), arcilla comercial (75.40 NTU) y arcilla roja (83.60 NTU al momento de la recolección). Sólidos totales disueltos: arcilla doméstica (92,04% de remoción), arcilla comercial (92,04%) y arcilla roja (92,66%). Valor de pH: arcilla doméstica (6,5), arcilla comercial (6,5) y arcilla roja (6,6). Coliformes totales: arcilla doméstica (99% de eliminación), arcilla comercial (100%) y arcilla roja (100%). Coliformes termotolerantes: arcilla doméstica (98% de eliminación), arcilla comercial (100%) y arcilla roja (100%). El análisis mostró que la arcilla roja tuvo el mayor impacto, superando en su efectividad a la arcilla doméstica y comercial, que mostró menor efectividad en la mayoría de los parámetros evaluados.

Antecedentes regionales

No se encontraron antecedentes locales del presente estudio.

2.2. BASES TEÓRICAS

La importancia del agua

Unzueta et. al, (2004). Hace referencia a que la gran mayoría de las enfermedades e indisposiciones que perjudica a cierta población en extrema pobreza o simplemente con recursos escasos, provenientes de ciudades, países sub desarrollados son originadas debido a la ingiere de agua que ha sido contaminada, ya sea por alguna dolencia y/o padecimiento transferidos mediante insectos como mosquitos, entre ellos la malaria, los caracoles, por ultimo algunos por la falta de dicho arbitrio para al menos lo básico relacionado con limpieza e higiene, que busca eludir dolencias como el tracoma (que produce ceguera) o sarna (picação). Una de las enfermedades que se encuentran relacionada con la escasa higiene o faltas de sistema de saneamiento, es la diarrea, que pueden ocasionar hasta 6000 muertes al día, sobre todo en infantes menores de 5 años. Por otro lado, Chulluncuy (2011), indica que el recurso hídrico viene a ser de importancia relevante para el ser humano, puesto a que, como dicho recurso es conceptualizado de manera universal asiste en el proceso de eliminación de sustancias originarias de los procesos químicos biológicos suscitados en el organismo. Si bien es cierto, ocasionan desperfectos a lo que viene a ser la salubridad de los seres humanos a través del transporte de sustancias nocivas al organismo. (CHULLUNCUY, 2011) (p.154).

Unzueta et at, (2004). Señala que de los países que se encuentran en desarrollo un poco menos de 800 000 000 de personas no cuentan con entrada a cierta cantidad suficientes de alimentos, y estos son inadecuados por lo que menos de 28 000 000 de habitantes provenientes de estos países llegar a sufrir de anemia, mientras que en los países con grandes industrias alrededor de 11 millones. Sin

embargo, en una escala global la seguridad alimentaria ha mejorado favorablemente. Al rededor del siglo XX, exactamente en 1966, en ciertos países en desarrollo, se generó un consumo de elementos per cápita fue de 2.055 kcal/persona/día, mientras que en 1998 este había incrementado a 2.680 kcal/persona/día. El continente asiático tuvo el mayor incremento con una cifra de 1.957 kcal/persona/día. El consumo de carne en los países de desarrollo ha incrementado a una tasa entre 4% a 5% por año, mientras que el consumo de productos lácteos, como la leche varía entre 3% y 4%; por otro lado, el sector considerado más rápido de crecimiento en el mundo es el avícola, que en el año 1960 representaba al 13% que, a diferencia de la actualidad, se encuentra en un 28%. (p. 07).

Unzueta et al, (2004). Mencionó que la industria necesita agua de alta calidad, por lo que el 23% del consumo total de agua del mundo se destina a este fin. En los países de ingresos altos representa el 59% del uso total, mientras que en los países de ingresos bajos es el 8%. Se estima que el consumo anual de agua de la industria pasará de 752 kilómetros cúbicos por año en 1995 a 1.170 kilómetros cúbicos por año en 2025, y se asume que el sector industrial representará el 24% del total de agua dulce extraída. (p.08).

Unzueta et al, (2004). Señaló que el agua no es la única fuente de energía, es fundamental para la producción de energía en todos los campos. Su uso más común es producir electricidad a partir de fuentes hidráulicas y utilizarla con fines de refrigeración en centrales térmicas. Aunque hay una gran cantidad de producción de energía en el mundo, la distribución es muy desigual: 2 mil millones de personas no tienen ningún tipo de suministro eléctrico; mil millones de personas utilizan métodos de producción de electricidad derrochadores y 2,5 mil millones de personas en los países en desarrollo tienen acceso reducido a los servicios comerciales de electricidad. En 2000, más de 2 millones de niños murieron a causa de enfermedades respiratorias agudas; el 60%

de las muertes se relacionaron con la contaminación del aire interior y otros factores ambientales. (p.08).

Chulluncuy (2011). Señala que la sedimentación es un proceso físico en el que las partículas suspendidas en el agua se eliminan o separan de un fluido debido a la variante gravitacional. Para lo cual las partículas deben de tener carácter más compacto que el agua, de tal manera que será un líquido diáfano como una cesación con mayor concentración como consecuencia de ella. Las partículas se pueden eliminar permitiendo que el agua se asiente, filtre o realice estos dos procesos de manera continua, por lo que estos dos procesos se consideran complementarios, es decir, la calidad del agua (cambio en la concentración de materia en suspensión, temperatura del agua). Condiciones hidráulicas. El proceso antes de la sedimentación. (p.161).

Chulluncuy (2011) planteó que la filtración es un proceso en el que partículas y una pequeña cantidad de microorganismos como bacterias y virus se separan a medida que fluyen a través de un medio poroso. Este proceso es fundamental para garantizar que el agua potable cumpla con los estándares de calidad. Desde un punto de vista bacteriológico, la eficacia del filtro en la eliminación de microorganismos supera el 99%. El tamaño de las partículas retenidas en el lecho filtrante puede variar desde escamas de aproximadamente 1 mm hasta virus, bacterias y coloides de menos de 10⁻³ mm (p. 163).

Chulluncuy (2011) destacó que la desinfección es un paso fundamental en el tratamiento del agua, cuyo principal objetivo es la eliminación selectiva de los microorganismos con mayor potencial infeccioso. Sin embargo, enfatiza que este proceso no siempre es capaz de destruir completamente los organismos patógenos y que primero se deben utilizar métodos como la coagulación, la precipitación y la filtración para eliminarlos. La eficacia del proceso de desinfección depende de varios factores, entre ellos: Presencia y comportamiento de microorganismos. Tipo y concentración de desinfectante. La temperatura del agua y el pH se consideran los factores más

influyentes. Tipo y calidad del agua. Tiempo de exposición del desinfectante. La efectividad de la esterilización se mide por el porcentaje de microorganismos eliminados en el tiempo, lo que permite evaluar el efecto del tratamiento aplicado (p. 166).

Tabla 1

Parámetros físicos, químicos y microbiológicos

Parámetros	Unidad de medida	de	A1		A2		A3	
			Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	que	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	que	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	que
Parámetros físicos – químicos								
Color	Color verdadero		15		100 (a)		**	
	Escala Pt/Co							
Turbidez	UNT		5		10		**	
Sólidos totales	mg/L		1 000		1 000		1 500	
Conductividad	(μS/cm)		1 500		1 600		**	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 – 8,5		5,5 – 9,0		5,5 - 9,0	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)								
Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		10		20		30	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)								
Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L		3		5		10	
Temperatura	°C		Δ 3		Δ 3		**	
Cloruros	mg/L		250		250		250	
Fenoles	mg/L		0,003		**		**	
Sulfatos	mg/L		250		500		**	
Nitratos (NO3)	mg/L		50		50		50	
Amoniaco- N	mg/L		1,5		1,5		**	
Parámetros microbiológicos								

Coliformes totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Bacterias heterótrofas	Nº Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶
Huevos y larvas	Nº Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**

Nota. La tabla muestra los parámetros de calidad ambiental para agua de categoría A. (MINAM, 2017. D. S. Nº 004-2017).

Tipos de agua

Según su salinidad

- a. **Agua salada:** Como su nombre indica, tiene una alta concentración de sal, superior a los 10.000 mg/l.
- b. **Agua dulce:** La concentración de sal en el agua dulce es muy baja (menos de 1.000 mg/l). Esta agua constituye, entre otras cosas, ríos, lagos, manglares, acuíferos y glaciares, así como otros ecosistemas de agua dulce del planeta.
- c. **Agua salobre:** La concentración en este tipo de agua es media y oscila entre 1.000 y 10.000 mg/l. Ejemplos de ecosistemas acuáticos de agua salobre incluyen pantanos y esteros en sus desembocaduras al mar (Roldan, 2020).

Según su composición química y usos

- a. **Agua cruda:** Son cuerpos de agua cuya composición química no ha sufrido cambios, como es el caso del agua de pozos naturales y riachuelos.
- b. **Agua destilada:** El agua cruda se purifica por destilación y está libre de sales minerales. Se utiliza habitualmente en laboratorios y en algunas áreas de la limpieza del hogar.
- c. **Agua potable:** Es agua apta para consumo humano y mascotas. Dependiendo de la cantidad de sales minerales que contenga, el agua potable puede ser agua blanda (con pocos minerales) o

agua dura (grandes cantidades de carbonatos). También se puede diferenciar entre agua mineral (enriquecida con minerales saludables) y agua alcalina (muy buena para una rápida rehidratación de deportistas).

- d. **Aguas residuales o negras:** Proviene de los líquidos residuales de las aguas residuales de las calles y ciudades.
- e. **Aguas residuales grises:** Las aguas grises son aguas de uso doméstico que pueden ser reutilizadas como parte del uso sustentable y ecológico del agua, es decir, se puede reciclar y reutilizar para otros fines (Roldan, 2020).

Figura 1

Tipos de agua



Nota. La ilustración muestra las características de las aguas negras y grises (Roldan, 2020).

Filtros de agua

Chazi (2003). Señaló que en muchas zonas marginales rurales y urbanas de nuestro país es imposible abastecerse de este importante líquido, incluso puede deberse al uso inadecuado del agua potable en los centros urbanos. Creo que es conveniente utilizar este líquido.

Espacio, revele algunos métodos caseros y sencillos de purificar el agua. Es precisamente por esta situación inadecuada que las

estadísticas de morbilidad infantil están estrechamente relacionadas con la escasez de agua potable y la alta incidencia de enfermedades gastrointestinales e incluso de mortalidad infantil. Sin embargo, esta situación no solo conduce a ciudadanos pobres o una comprensión marginal de estos. Tecnología, pero también sensibilizarlos e involucrarlos en programas de salud en los que estas personas formen más conceptos de conexión entre salud —enfermedades y eliminación de agua o excretas. (p. 25).

Chazi (2003). Hacen referencia a las diversas formas que se expondrían y se encuentran al alcance de todos, por lo cual se pretende buscar ciertas metodologías que sean más fáciles y accesibles para realizar considerando las circunstancias del ambiente en el que se localizan los miembros de la comunidad, donde se debe prevalecer las tradiciones y costumbres del medio en cuestión, para que este no acarrée como consecuencia el repudio o miedo a dichos métodos. Ya que con estos solo se busca exponer que antes de insertar una tecnología costosa y sofisticada, se debe observar la tipología tradicional utilizada como de preparación alimenticia, aseo, etc. (p. 26).

Filtración

La filtración es un proceso que separa un componente sólido de un líquido en el que está suspendido. Esto permite que el líquido fluya a través de un medio poroso que actúa como filtro reteniendo las partículas sólidas. Dependiendo de su composición, los filtros pueden ser de arena, carbón u otros materiales porosos y su función principal es eliminar del agua sólidos en suspensión, microorganismos patógenos, malos olores, sabores e incluso sustancias tóxicas. La eficiencia de la filtración está determinada por la tasa de retención del filtro, que se mide teniendo en cuenta la pérdida de presión en relación con la sustancia filtrada. Asimismo, el índice de filtración se basa en la variación de la velocidad de filtración teniendo en cuenta el volumen de agua tratada (Vidal, 2010).

Filtración de agua

La filtración es un proceso en el que las partículas sólidas presentes en un líquido o gas se separan a través de un medio filtrante que deja pasar el líquido, pero retiene los sólidos. Dependiendo del propósito, el foco puede estar en recuperar el líquido, las partículas sólidas o ambos (Splis, 2007).

En el tratamiento de aguas, la filtración consiste en separar los sólidos suspendidos en el líquido haciéndolo pasar por un medio poroso que impide el paso de partículas y permite que el agua fluya con facilidad. Un método común es utilizar un lecho filtrante elaborado con materiales de arena y piedra de diferentes tamaños de partículas, cuya función es retener los sólidos suspendidos en los espacios libres entre las partículas del medio filtrante (Degremont, 1979).

Tipos de filtros de agua

Los filtros de agua caseros pueden simular lo que sucede en la naturaleza, donde el agua se filtra naturalmente a través de materiales como arena y grava y emerge limpia de los manantiales (Sanchez, 2021). Existe en el mercado una amplia gama de filtros purificadores de agua, muchos de los cuales varían dependiendo del método de limpieza y dependiendo de la instalación o formato del dispositivo, incluso puedes fabricar tu propio filtro de agua casero (Boris, 2020)

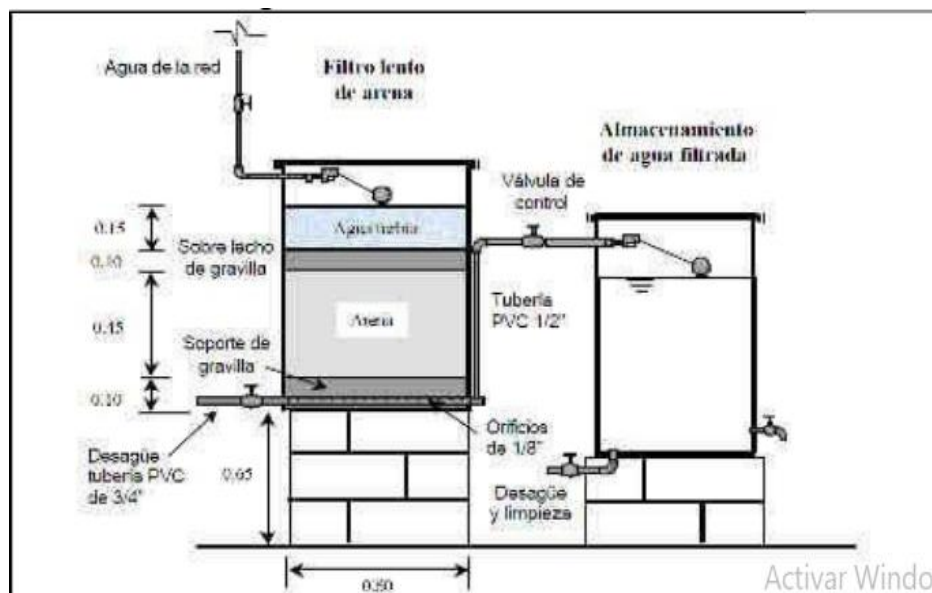
- **Desalación mediante destilación solar:** Este proceso se basa en el ciclo natural del agua y utiliza destiladores solares para eliminar la sal del agua. Consiste en un recipiente oscuro lleno de agua salada o salobre y cubierto por un vidrio inclinado que deja pasar la radiación solar y posteriormente se condensa el agua. La radiación aumenta la temperatura del agua hasta evaporarla, y debido a la diferencia de presión y temperatura, el vapor se condensa en la superficie del vidrio, donde las gotas de agua se acumulan y posteriormente son recogidas. Este método es una

alternativa eficaz para eliminar sales y asperezas, especialmente en comunidades pequeñas (Pineda, 2018).

- **Filtración Lenta de Arena:** Este es uno de los sistemas de tratamiento de agua más antiguos y se basa en el proceso de purificación natural, similar al que ocurre cuando el agua de lluvia fluye a través de las capas de la tierra hasta llegar a ríos o acuíferos subterráneos. Para que sea eficaz, el medio filtrante debe consistir en granos de arena duros y redondeados, sin impurezas y no contener más del 2% de carbonato de calcio y magnesio. Los estudios han demostrado que el diámetro ideal de la arena debe estar entre 0,15 y 0,35 mm para lograr una filtración efectiva (Blasido Ordoñez & Palacios Perez, 2014).

Figura 2

Filtro de arena lento



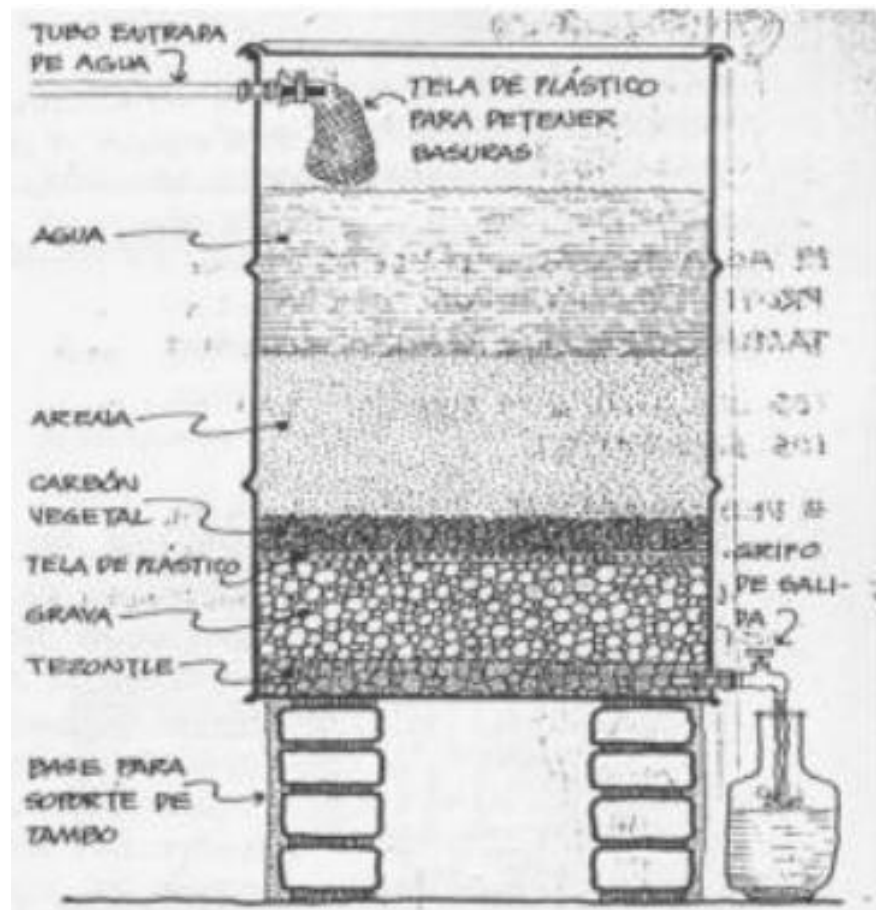
Nota. La ilustración muestra el diseño de un filtro de agua de arena lento (Avila Bareño & Moreno Figueroa, 2017)

- **Filtro de carbón activado:** El carbón activado cumple una excelente función como filtro porque, gracias a la adsorción, puede retener sustancias en sus microporos y también ayuda a eliminar olores (Boris, 2020). El filtro de carbón activado funciona de manera similar al filtro de arena, pero se diferencia en los materiales del filtro y su propósito específico. El carbón activado

es un material de origen natural que tiene una estructura con millones de microporos que le permiten atraer, retener y descomponer diversas moléculas contaminantes. Su diseño tiene como objetivo capturar sustancias no polares como aceites minerales, hidrocarburos aromáticos, cloro y sus derivados, así como compuestos halogenados como yodo (I), bromo (Br), cloro (Cl), hidrógeno (H) y flúor (F). Todo esto ocurre sin cambiar la composición original del agua, conservando los oligoelementos esenciales y sin generar residuos adicionales (Avila Bareño & Moreno Figueroa, 2017).

Figura 3

Filtro Lento de Carbón Activado



Nota. La ilustración muestra el diseño de un filtro con carbón activo (Avila Bareño & Moreno Figueroa, 2017)

- Ósmosis inversa: La ósmosis inversa se basa en una membrana que realiza una microfiltración, en la que una solución más

concentrada se transforma en una solución menos concentrada bajo presión. Puede eliminar metales pesados y otras sustancias como sulfatos, bicarbonatos, etc. y sólo deja pasar el agua.

- Luz ultravioleta: La luz ultravioleta elimina los microorganismos de forma inmediata y no altera el sabor ni el olfato, pero requiere un proceso diferente porque no elimina partículas u otros contaminantes químicos y físicos).

Figura 4

Filtro casero de agua



Nota. La ilustración muestra los componentes de un filtro de agua casero (Sánchez, 2021).

Arcillas

Las arcillas son sedimentos o depósitos minerales que son plásticos cuando están mojados. Están formados por partículas ultrafinas de menos de 4 micrómetros y se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados. Como referencia, 1 micrómetro equivale a una diezmilésima de centímetro, similar al tamaño de muchos microorganismos comunes.

Desde el punto de vista geológico, las arcillas se forman por la descomposición de rocas ígneas primarias o rocas básicas como

granitos, feldespatos o pegmatitas. Con el tiempo, estas rocas se modifican por la acción de factores atmosféricos, creando diferentes tipos de arcilla según el grado de meteorización, alcanzando tamaños inferiores a 2 micrómetros (0,002 mm).

Propiedades de la arcilla

- **Plasticidad:** Propiedad de la arcilla que le permite volverse flexible al mezclarse con agua. Puede deformarse bajo carga y mantener su nueva forma incluso después de que la fuerza que causó la deformación haya desaparecido. La plasticidad varía según el contenido de agua: una arcilla seca no es plástica, mientras que la adición de agua aumenta su plasticidad hasta alcanzar un pico.
- **Límite de plasticidad:** Es la cantidad mínima de agua a partir de la cual la arcilla pierde sus propiedades plásticas y se convierte en un material quebradizo.
- **Punto de fluidez:** Corresponde a la cantidad específica de agua a la que la arcilla comienza a comportarse como un líquido espeso.
- **Índice de plasticidad:** Diferencia entre el límite plástico y el límite elástico, que indica el rango de humedad en el que la arcilla conserva su plasticidad.
- **Contracción:** Fenómeno que se produce cuando la arcilla se seca. Primero, el agua se evapora de los poros superficiales y luego de los poros internos, lo que resulta en una reducción de volumen debido a la contracción de los poros.
- **Aglutinación:** Capacidad de la arcilla para solidificarse y formar una masa compacta.
- **Porosidad y absorción de agua:** Dependiendo de su composición, la arcilla puede ser permeable o impermeable.
- **Vitrificación:** Propiedad de la arcilla de endurecerse a altas temperaturas. Durante este proceso, la pasta de arcilla se vitrifica, se vuelve más densa y se vuelve más resistente. (Aguirre, 2004).

Arci filtro o filtro de arcilla

Se trata de un dispositivo de tratamiento de agua extremadamente rentable para uso doméstico cuyo objetivo es potabilizar el agua contaminada. Su producción es sencilla ya que puede ser realizada por alfareros a partir de materiales comunes sin necesidad de utilizar alta tecnología. Su diseño permite reducir la turbidez y sus microporos actúan como barrera impidiendo la penetración de bacterias (Muñoz et al., 2007).

Aunque los arci-filtros han sido utilizados por culturas antiguas, su exploración y desarrollo como tecnología específica se vio alentado como resultado de grandes catástrofes ocurridas en el último siglo. Un ejemplo de esto fue la crisis en Centroamérica tras los efectos del huracán Mitch, descrita por Lantagne (2001). En respuesta a este desastre, se asignaron aproximadamente \$621 millones para apoyar a los países afectados, fondos que, junto con otros recursos, contribuyeron a la creación del Central American and Caribbean Emergency Disaster Recovery Funds.

Uno de los objetivos de esta subvención fue estudiar el uso de vasijas de barro (el componente principal de Arci-filtros) como método de purificación de agua en hogares de Nicaragua, particularmente en comunidades como Nueva Vida. Para lograr este objetivo, numerosos voluntarios trabajaron junto con el apoyo de investigadores de la facultad de ingeniería del Instituto de Tecnologías de Massachusetts.

La investigación se centró en dos aspectos fundamentales: la efectividad del filtro y su desempeño en condiciones reales de campo. Del estudio se obtuvieron los siguientes hallazgos:

- Mejores prácticas para el uso de plata coloidal.
- Caudales esperados en filtros con y sin plata coloidal.
- Efectos del consumo de plata en la salud.
- Eficacia de la inactivación microbiana en función de la concentración de plata.

- La capacidad de la plata para eliminar otros contaminantes que se encuentran comúnmente en la región.
- Los resultados de la investigación proporcionaron información relevante sobre estos puntos.

Investigación sobre la tasa de infiltración

- El tamaño de los poros del filtro está entre 0,6 y 0,3 micras.
- El lavado con cepillo del filtro renueva la tasa de infiltración y debe realizarse con regularidad para prolongar la vida útil del filtro.
- E. Coli se elimina en muchos filtros sin plata coloidal porque el tamaño de los poros es lo suficientemente pequeño como para retenerla. Además, retiene una proporción importante de coliformes fecales y totales, aunque no se logra una eliminación del 100 por ciento. La plata coloidal es necesaria para lograr la completa eliminación e inactivación de las bacterias.

Investigación sobre la plata coloidal

- El uso de plata coloidal no influye en el rendimiento del filtro, el pH o la conductividad del agua tratada.
- Para conseguir la eliminación completa de las bacterias es necesario aplicar plata coloidal tanto en el interior como en el exterior del filtro.
- Ninguno de los filtros con velocidades de filtración superiores a 2 litros por hora y con concentraciones de plata coloidal de hasta 5 ml superó los límites de presencia de plata en el agua potable establecidos por la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos (USEPA).
- La plata coloidal utilizada en la industria de la homeopatía estadounidense no logró inactivar las bacterias en los filtros. Por lo tanto, se recomienda que los filtros desarrollados por Potters for Peace sigan utilizando plata coloidal de potencia industrial en mililitros.

- Los filtros con una vida útil de hasta 7 años lograron eliminar el 100% de las bacterias fecales y coliformes totales, lo que sugiere que la vida útil de los filtros cerámicos sigue siendo indefinida. Sin embargo, se recomienda continuar aplicando plata coloidal anualmente para garantizar un mantenimiento eficiente y seguro.

Ventajas del arci-filtro comparado con otros tratamientos de aguas

- Ofrece una ventaja sobre los filtros de arena lentos y otros sistemas de filtración porque no solo purifica el agua, sino que también elimina las bacterias.
- Dado el alto costo y la incertidumbre sobre la calidad de las fuentes, es una mejor opción que el agua embotellada.
- Gracias al control del proceso de filtrado y tiempo de filtrado, el usuario puede tener confianza en la calidad del agua filtrada (Rivera et al., 2004).

Plata coloidal

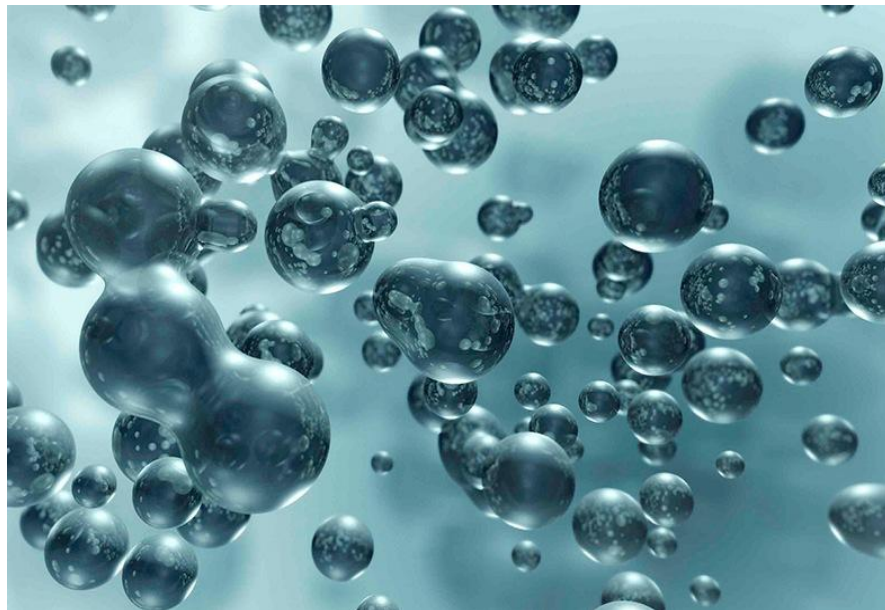
Secretaria de Salud (2015). Señala que el modelo más ordinario de aquellos nombrados productos a base de plata coloidal se les llama plata proteica, que comúnmente es empleada esterilización de frutas y verduras. Estos modelos de platas radican en la mezcla de partículas metálicas de plata y una cobertura proteica, que es de sencilla producción, sencillamente incorporando agua a un polvo base de plata proteica, el que más adelante será ofertado por distintas empresas en el rubro de productos químicos. Cabe recalcar que dicha tecnología para la producción cuenta con más de 100 años de veteranía. Sin embargo, muchas de estas empresas han comercializado dicho producto con el apelativo de plata coloidal, cuando el nombre real de este es plata proteica.

Secretaria de Salud (2015). Señala que por general dichos productos presentan un mayúsculo tamaño de partículas de plata, considerados de gran tamaño a tal punto que no pueden estar en estado de suspensión en el sustrato en el cual se encuentran, para lo

cual necesitaran de un agregado proteico aquel que evitará que estas lleguen a sedimentarse, estas partículas pueden presentar hasta 10,000 veces mayor a su tamaño indicado. En medio de los distintos agregados proteicos que se puede utilizar, el mayor empleado es la glicetina o como normalmente se conoce, gelatina. Estas encapsulan las partículas de plata, otorgándoles más dinamismo, previniendo que estos se desmoronen. Uno de los peligros empleados por la plata proteica, es que la aparición de la gelatina genera un riesgo de contaminación bacteriana.

Figura 5

Estructura de la plata coloidal



Nota. La imagen muestra la estructura de las moléculas de plata coloidal (Gómez 2020).

Peligros

Secretaria de Salud (2015). Afirma que, puesto al concentrado excesivo de voluminosas partículas de plata, se dio a conocer que dichos productos que están en base a la plata coloidal o proteica se producen argüiría, que viene a ser una condición anómala que produce que la piel opte un color azul-grisáceo. Añadir la proteína en la plata proteica es posiblemente inestable, debido a que este motiva al crecimiento de las bacterias. Normalmente esto ocurre cuando la

proteína en este caso, la grenetina, envuelve la partícula de la plata, previendo de esta manera que la plata termine con la bacteria.

Aplicaciones

Ministro de Salud (2015). El cloro es un componente químico que se utiliza para depurar el agua. Puede utilizarse como desinfectante porque puede matar diversas bacterias y microorganismos que habitan en piscinas o embalses. También se puede utilizar como blanqueador y gas mostaza. El cloro se usa no solo para este propósito, sino también para otros fines, como la fabricación de papel, conservantes, Tintes, alimentos, pesticidas, pinturas, productos derivados del petróleo, plásticos, textiles, disolventes y muchos otros productos de consumo.

Precauciones

Ministro de Salud (2015). El cloro suele ser muy nocivo para la salud humana. Puede irritar la membrana mucosa cuando es gas y causar quemaduras en la piel cuando es líquido. No solo eso, la exposición prolongada a este líquido también consigue producir enfermedades en el pulmón como edemas o derrame pleural. Los infantes y los más longevos son los más expuestos a estas enfermedades. El cloro se usó como arma en la Primera Guerra Mundial porque su olor tan bajo como 3.5 ppm es suficiente para ser detectado, pero requiere 1000 ppm o más para ser letal.

La plata como desinfectante

Russell (1994) detalla el uso histórico de la plata que se remonta a Aristóteles, quien recomendó que Alejandro Magno hirviera agua y la almacenara en barriles de plata o cobre para prevenir enfermedades transmitidas por el agua durante sus campañas militares. En 1869, Ravelin descubrió el efecto antimicrobiano de la plata en concentraciones mínimas, un fenómeno que más tarde se denominó efecto oligodinámico o activo con poco (Russell A.D., 1994). En 1920 se descubrió que los efectos microbiológicos de la plata están

relacionados con su forma iónica Ag^+ , que se produce por oxidación superficial o activación eléctrica.

Hoy en día, la plata se utiliza más comúnmente en Europa que en Estados Unidos como desinfectante para el agua potable y las piscinas (Russell A.D., 1994). Algunos estudios han demostrado que combinarlo con cloro mejora la desinfección.

Hay tres mecanismos principales responsables de la inactivación microbiana por la plata (Russell, 1994):

- Reacción con grupos tiol (sulfhidrilo, SH) en células bacterianas:
 - a. Sobre las estructuras celulares.
 - b. De proteínas enzimáticas funcionales.
- Cambios estructurales en las membranas celulares bacterianas.
- Interacción con ácidos nucleicos

Arci filtro con plata coloidal

El filtro de tono funciona mediante dos mecanismos principales:

- Filtración: Los poros del filtro retienen protozoos, helmintos, bacterias y algunos virus y evitan que entren en el agua filtrada.
- Acción microbicida: La plata coloidal evita que las bacterias se multipliquen desactivándolas nada más entrar en contacto con ella, evitando así su propagación.

Este filtro purifica el agua mediante la presencia de plata coloidal distribuida por toda la estructura arcillosa. El agua fluye por los lados del filtro hasta llegar al fondo, atrapando microorganismos en el camino. Dado que la plata se considera un material no tóxico, su uso no supone ningún riesgo para la salud.

Henry Crooks demostró que la plata coloidal con un pH de 6,5 y una concentración entre 3 y 5 mg/l tiene un alto efecto germicida sin ser tóxica para los humanos. Jefferson Warren (2005) destaca la creciente popularidad de la plata coloidal a nivel mundial debido a su

bajo costo, efectividad y facilidad de producción. Este poderoso antibiótico de amplio espectro inactiva enzimas esenciales para el metabolismo del oxígeno en bacterias, hongos y virus.

Los coloides son partículas microscópicas suspendidas en líquidos. En este caso, la plata se convierte en plata coloidal aplicando electricidad positiva o suspendiendo plata pura en agua. Las partículas coloidales tienen generalmente un tamaño de entre 0,015 y 0,005 micrómetros, lo que les permite adquirir una carga iónica positiva.

El aserrín de madera utilizado para fabricar el filtro se tamiza y se mezcla con otros ingredientes para formar una pasta plástica. Cuando se cocina, el aserrín se quema dejando una red de poros de diferentes tamaños (medio, fino y superfino).

El agua fluye lentamente, gota a gota, a través de estas capas de materiales naturales. A medida que avanza, llena cada poro dentro del filtro y, debido a la presión hidrostática natural, viaja a lo largo de las paredes de los poros hasta llegar al exterior, donde gotea listo para beber.

Construcción de arcifiltros

La metodología constructiva propuesta por Nardo (2005) se desarrolla en los siguientes pasos:

El proceso comienza pulverizando arcilla seca en un molino de martillos. Tras triturarlo, se tamiza con un colador fino (el número 30, de tamaño similar a un mosquitero) para eliminar partículas gruesas e impurezas. A continuación, se pesan 27.500 kg de arcilla en una balanza.

Al mismo tiempo, el aserrín pasa por un proceso similar: se seca, se tamiza con el mismo tamiz y se pesa hasta alcanzar los 5,500 kg.

Luego la arcilla y el aserrín se mezclan manualmente o en una mezcladora concentrada, donde se mezclan en seco durante diez

minutos a una velocidad de 60 RPM. Luego, poco a poco y sin interrupción, se añaden 9,5 litros de agua y se agita la mezcla durante otros diez minutos hasta obtener una masa homogénea.

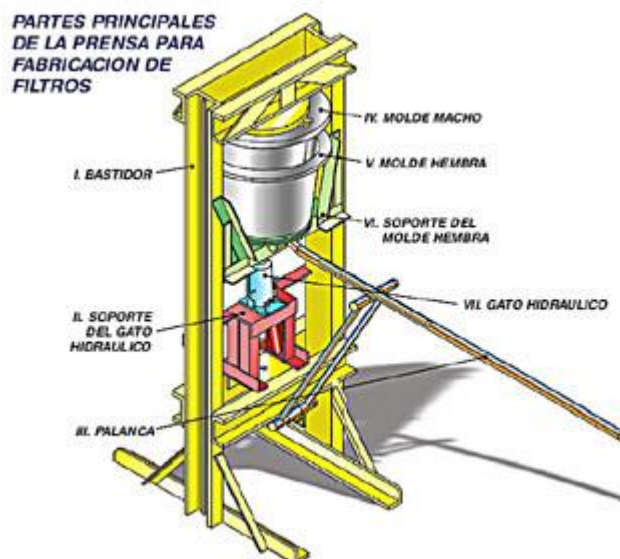
Una vez obtenida la mezcla se forman bolitas de 7.25 kg y se colocan en una prensa hidráulica. A partir de ellos se forman los elementos filtrantes mediante un molde especialmente desarrollado para este fin.

El molde consta de tres partes: un molde macho, un molde hembra y un disco que facilita la extracción del filtro. Para evitar que la arcilla se adhiera a las piezas y las dañe, los moldes se recubren con plástico.

Finalmente, todos estos componentes se introducen en una máquina extrusora (como se muestra en la imagen adjunta), donde se forman los contenedores de crudo, obteniendo así la forma de los elementos filtrantes.

Figura 6

Esquema máquina usada para conformación vasijas.



Nota. Partes principales de la prensa para fabricación de filtros Gómez (2020).

Después de su conformado, los elementos filtrantes se colocan en estantes para su secado inicial durante un día. Luego, se dejan

secar completamente entre 5 y 21 días, dependiendo de las condiciones climáticas. En caso de contar con una sala de secado especializada, el proceso puede reducirse a solo 4 días durante todo el año.

Una vez que el secado ha finalizado, los filtros se someten a un proceso de cocción de 9 horas a una temperatura de 890 °C. Para asegurar el control térmico, se utiliza un pirómetro digital y conos pirométricos que permiten monitorear los cambios de temperatura. Posteriormente, los elementos filtrantes permanecen en el horno hasta enfriarse a temperatura ambiente. Luego, se extraen y se colocan en una rejilla destinada a productos semiacabados.

Cuando han alcanzado la temperatura adecuada, se sumergen en un tanque con agua durante toda la noche, lo que permite que el líquido impregne los poros formados por la combustión del aserrín. Posteriormente, se realiza una prueba de filtración para verificar que la tasa de filtración esté dentro del rango adecuado de 1 a 2 litros por hora. Aquellos elementos que no cumplan con este estándar son descartados.

Finalmente, tras la fabricación de todas las vasijas, se llevan a cabo pruebas de infiltración en cada una de ellas, seleccionando únicamente las que presenten una tasa de filtración entre 2 y 8 litros por hora.

Plata coloidal

Después de su conformado, los elementos filtrantes se colocan en estantes para su secado inicial durante un día. Luego, se dejan secar completamente entre 5 y 21 días, dependiendo de las condiciones climáticas. En caso de contar con una sala de secado especializada, el proceso puede reducirse a solo 4 días durante todo el año.

Una vez que el secado ha finalizado, los filtros se someten a un proceso de cocción de 9 horas a una temperatura de 890 °C. Para asegurar el control térmico, se utiliza un pirómetro digital y conos

pirométricos que permiten monitorear los cambios de temperatura. Posteriormente, los elementos filtrantes permanecen en el horno hasta enfriarse a temperatura ambiente. Luego, se extraen y se colocan en una rejilla destinada a productos semiacabados.

Cuando han alcanzado la temperatura adecuada, se sumergen en un tanque con agua durante toda la noche, lo que permite que el líquido impregne los poros formados por la combustión del aserrín. Posteriormente, se realiza una prueba de filtración para verificar que la tasa de filtración esté dentro del rango adecuado de 1 a 2 litros por hora. Aquellos elementos que no cumplan con este estándar son descartados.

Finalmente, tras la fabricación de todas las vasijas, se llevan a cabo pruebas de infiltración en cada una de ellas, seleccionando únicamente las que presenten una tasa de filtración entre 2 y 8 litros por hora.

Obtención de plata por electrólisis

Según la literatura, la plata coloidal se puede producir mediante un proceso de electrólisis. Para lograrlo se realizaron varias pruebas hasta establecer el siguiente procedimiento:

- a. Se fabricaron dos varillas de plata pura con un diámetro de 5 mm y una longitud de 25 cm.
- b. Se destilaron cuatro litros de agua para su uso en el proceso.
- c. Las varillas de plata se sumergieron en el agua manteniendo una distancia de 3 cm entre ellas.
- d. Los polos positivo y negativo de la fuente de energía estaban conectados a cada una de las varillas.
- e. Se aplicó una corriente alterna de 24 voltios.
- f. La corriente se mantuvo hasta que las varillas se disolvieron gradualmente en el agua y liberaron partículas de plata coloidal.

Eficacia en la remoción de agentes patógenos

La eficiencia y funcionalidad de estos filtros han sido objeto de varios estudios, como señala Campbell (2005). La organización Potters for Peace ha realizado numerosos estudios sobre filtros cerámicos y, desde la popularización del modelo de Colloidal Silver Pot (CSP), no se había determinado con precisión el tiempo que estos filtros podían eliminar eficazmente bacterias y parásitos. La investigación de Campbell E. identificó comunidades que habían desarrollado y aplicado estas tecnologías, particularmente en algunos países de África y Centroamérica, donde se examinaron los efectos de los filtros en la eliminación de coliformes totales, coliformes fecales y estreptococos fecales.

El estudio del Dr. Campbell E. pretendía proporcionar una base científica más sólida para la durabilidad del elemento filtrante. Para ello se analizaron 19 filtros, 14 de los cuales fueron recolectados en el municipio de Chacaraseca. Nueve de estos filtros estuvieron en uso durante dos años, mientras que los otros cinco estuvieron en uso entre uno y siete años. Los cinco filtros restantes se obtuvieron de las comunidades rurales de Mancotal y Jiguina en el norte de Nicaragua. Los resultados del estudio mostraron que todos los filtros analizados fueron capaces de eliminar el 100% de la bacteria *E. coli* durante hasta cinco años. Por ello, se recomendó alargar la vida útil del filtro de dos a cinco años.

Por otra parte, la Dra. Bielefeldt retoma las investigaciones de Lantagne D. para profundizar en el estudio del Filtrón (nombre con el que se conoce a los filtros en Centroamérica). Su investigación abarcó aspectos como las condiciones hidráulicas, la diferencia entre eliminación física e inactivación de microorganismos, la necesidad de pretratamiento de aguas muy turbias y el análisis cuantitativo de la eficacia de la plata coloidal en la eliminación de virus y bacterias. (Bielefeldt, 2009)

Asimismo, el Dr. Brown (2007) realizó una investigación en Cambodia para evaluar la eficacia microbiológica de los filtros cerámicos fabricados localmente para eliminar virus y patógenos sustitutos tanto en condiciones de laboratorio como de campo. Los resultados mostraron que los filtros eliminaron más del 99,99% de *E. coli* en todos los casos analizados. Aunque los filtros demostraron una alta eficacia, se destacó la importancia de seguir las recomendaciones de limpieza. Además, se estimó que su uso reducía la incidencia de diarrea en un 46%.

El profesor Simon Silver del Departamento de Microbiología e Inmunología de la Universidad de Illinois en Chicago ha estudiado los mecanismos de inactivación bacteriana y la resistencia de los microorganismos a los metales, incluida la plata. Silver señala que los efectos de la plata sobre las bacterias son complejos porque interactúan con múltiples sitios celulares y tienen diferentes métodos de inactivación (Lantagne, 2001).

A pesar de la incertidumbre sobre el mecanismo de acción exacto en cada caso, se ha demostrado que tanto la plata como la plata coloidal exhiben propiedades antimicrobianas que se utilizan en medicina y tratamiento de agua. Aunque en Estados Unidos se han adoptado regulaciones que restringen el uso de plata, estas no afectan el uso de plata coloidal en los filtros desarrollados por CPP. Según el informe de investigación de 2001, todas las concentraciones de plata detectadas tras la filtración con estos dispositivos están por debajo de los límites establecidos por la USEPA y la OMS (Lantagne, 2001), por lo que su uso no supone ningún riesgo para la salud humana.

Berger (1976) comparó la plata coloidal obtenida por electrólisis con la sulfadiazina de plata y concluyó que 16 especies de microorganismos eran inhibidas con una concentración de 1,25 Ug/ml de plata coloidal, mientras que una concentración de 10,5 Ug/ml era fatal para ellos. En el caso de la sulfadiazina de plata, la tasa de inhibición fue aún mayor. Se ha descubierto que los iones de plata

coloidal alteran la función de la mesozona, una estructura celular importante para la respiración bacteriana, y contribuyen a su inactivación.

Parámetros físicos

Según Barbara (2000), el agua tiene propiedades físicas y químicas que la convierten en un eficaz disolvente de compuestos orgánicos e inorgánicos. Debido a esta propiedad, el agua puede contener diversas sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso que pueden cambiar sus propiedades. Además de su capacidad disolvente, el agua también puede contener vida. Para evaluar cambios en sus propiedades y determinar su impacto en diferentes usos se realizan análisis específicos. Es importante establecer parámetros de calidad para garantizar un uso adecuado.

Turbidez

Según Aguas Santiago Poniente (2018), en Chile existen varios parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se pueden utilizar para evaluar la calidad del agua potable para asegurar que llegue en óptimas condiciones a los consumidores. Uno de estos indicadores es la turbidez, que mide la disminución de la claridad del agua debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuanto mayor es la concentración de partículas en suspensión, menor es la transparencia del agua.

Sin embargo, Chile tiene regulaciones estrictas en cuanto a la calidad del agua potable. Aguas Santiago Poniente monitorea constantemente estos parámetros para garantizar la seguridad del suministro. La calidad del agua potable en el país está regulada por la NCh09, la cual establece los requisitos que deben cumplir en todo el territorio nacional. (Aguas, 2018).

Parámetros químicos

pH

Zabala et al. (2014) señalan que la baja alcalinidad del agua combinada con el uso de coagulantes y desinfectantes durante la limpieza requiere un ajuste del pH en la fase final del tratamiento. Este ajuste es fundamental para evitar problemas como cavitación, corrosión o depósitos de cal en la red de distribución de agua potable (SDA). Este estudio presenta los resultados de la aplicación de múltiples índices de estabilidad utilizados para monitorear y optimizar el proceso de regulación del Ph.

Parámetros microbiológicos

Londoño, (2017). Algunos de los riesgos para la salud más frecuentes, asociados con el consumo excesivo de alcohol, son las enfermedades infecciosas causadas por patógenos, incluidos virus, bacterias y ciertos parásitos como helmintos y protozoos. La carga de salud pública es la carga sobre la gravedad de la enfermedad asociada con los patógenos, su discapacidad y la población expuesta. Una de las fallas globales del sistema de protección del suministro de agua administrado es la contaminación generalizada del agua, que puede provocar brotes de enfermedades.

Trujillo et al (2018). Afirma que la alzada de principio razonable más relevante e enjundioso para la vigor y confort del ser humano, es el refresco. En Perú, se realiza el consumo de refresco de fuente, entre ellos el refresco potable, dispensadores y de mesa. Donde la ralea microbiológica genera diversas patologías gastrointestinales en infantes y adultos geriátricos. Para avisar el derrame de brotes de enfermedades en el tracto entérico y demás indisposiciones gástricas que son producto de coliformes, es de adicción cúspide satisfacer el símbolo microbiológico de la alzada hídrica. De guisa que establecida el inconmensurable calibre de infestar sincrónicamente a un numeroso símbolo de personas de una sociedad.

Trujillo et al (2018). Señaló aquellas enfermedades que suelen ser de símbolo infeccioso ocasionadas por microorganismos patógenos (como bacterias, virus, parásitos) relacionadas con el jugo bebedero son plus de vitalidad relativamente comunes en la vitalidad pública. En subgrupos vulnerables, las consecuencias del achaque pueden ser más graves. Los patógenos transmitidos por el jugo son únicos. Los patógenos pueden grabar enseres agudos y crónicos en la vitalidad. Algunos patógenos pueden agrandar en el ámbito ambiente. Los patógenos se encuentran en cantidades discretas en el ámbito ambiente. La unión de organismos patógenos generalmente aumenta y cambia con el tiempo, por lo que es impracticable anunciar la probabilidad de deglutir una dosis infecciosa en jerarquía de su unión averigüe en jugo.

Coliformes totales

El grupo de los coliformes incluye microorganismos Gran negativos con forma de bacilo que son capaces de fermentar la lactosa en medios de cultivo a temperaturas entre 35 y 37 °C, produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas. Estas bacterias incluyen *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

Por otro lado, las bacterias coliformes fecales, también conocidas como termotolerantes o termorresistentes, forman un subgrupo de bacterias coliformes que pueden fermentar la lactosa a temperaturas entre 44 y 45 °C. Estos microorganismos de origen fecal se utilizan como indicadores de la calidad del agua. Están representados predominantemente por *Escherichia coli*, aunque en menor medida también incluyen especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Easton, 1998).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Arci filtros

Lerma (2010) señala que el uso de filtros cerámicos ha sido utilizado por culturas muy antiguas, filtrando a través de vasijas cerámicas, la investigación de esta tecnología se desarrolla en torno a las grandes tragedias del siglo pasado. Luego de que Centroamérica sufra el paso del devastador Huracán Mitch.

Clarificación

Carrizales y Enríquez (2019) refiere que, en el transcurso en que se da la etapa de clarificar para dicha destrucción correspondiente de las partículas presentes en el agua se emplea por lo común un producto químico que tiene como función desestabilizar estos mediante un el proceso de coagulación para posteriormente pasar por la floculación con la acumulación de partículas, y por último se desarrolla el proceso de sedimentación.

Coliforme

Con forma de coli, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, *Escherichia coli*, descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich en 1860. Von Escherich la bautizó como *bacterium coli* ("bacteria del intestino", del griego *κολον*, *kolon*, "intestino")

Demanda bioquímica

La demanda biológica de oxígeno (DBO) es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto que necesitan los microorganismos aerobios para descomponer la materia orgánica presente en el agua. Es un parámetro utilizado para evaluar la calidad del agua según su capacidad para sustentar la vida acuática. Un patógeno, es un agente biológico que causa o produce enfermedad, generalmente son los patógenos los que causan las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), al alojarse en algún producto animal o vegetal.

Disolución

La USP define como “Q” al % de fármaco disuelto a un tiempo “t” determinado para medicamentos de liberación convencional y en más de un tiempo para preparados de liberación controlada. Los resultados se expresan en función de la potencia declarada del producto (100%).

Electro coloidal

En física y química, un coloide, sistema coloidal, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema conformado por dos o más fases, normalmente una fluida (líquido o gas) y otra dispersa en forma de partículas generalmente sólidas muy finas, de diámetro comprendido entre 10^{-9} y 10^{-5} m.

Fenoles

El fenol es un sólido cristalino (como la arena) incoloro o blanco que a menudo se vende o utiliza en solución. Se utiliza para producir resinas fenólicas para las industrias de construcción, automóviles y electrodomésticos, como desinfectante, y en medicamentos.

Filtración de agua

Lerma (2010) Refiere que, es aquel proceso donde se separa un sólido de un líquido que este suspendido para posteriormente hacerlo pasar mediante un conducto poroso que reserva al sólido, mediante el cual el líquido dispone de mayor facilidad para el paso. Se utiliza para la obtención más alta de clarificación por lo común este llega a ser aplicado posterior a la sedimentación para la eliminación de las sustancias que no pudieron emerger del agua en la decantación.

Filtro

Dispositivo que retiene ciertos elementos y deja pasar otros. El concepto suele referirse al material poroso que permite el tránsito de

un líquido, pero bloquea a las partículas que el fluido lleva en suspensión.

Idoneidad

Esa capacidad y seguridad de los conocimientos suficientes para poder desarrollar en forma oportuna, limpia y transparente todas las actividades que el hombre realiza a diario en su vida pública y privada.

Jipi de quinua

Es el residuo de la trilla del grano de quinua. La información disponible sobre las variedades Jacha Grano, Surumi, Chuacapaca y Nayjama (Amarantiforme), no incluye el rendimiento de los subproductos de trilla.

Patógeno

Un patógeno, es un agente biológico que causa o produce enfermedad, generalmente son los patógenos los que causan las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), al alojarse en algún producto animal o vegetal.

Plata coloidal

Lerma (2010), señaló que, en primer lugar, a conocer de este producto es que ha de haber al menos 4 diferentes productos, entre ellos la plata coloidal. La plata electro coloidal, es el primer tipo de producto, considerado clásico. La proteína suave de plata es aquella que amarra partículas microscópicas, siendo considerada el segundo tipo. Las sales de palta que comúnmente son obtenidos químicamente o electroquímicamente, son consideradas de tercer tipo. La plata en polvo es realizada posteriormente un cableado de Ag de origen puro se desintegra por una fuente de fluido eléctrico velozmente, siendo considerado el cuarto tipo.

Purificador de arcilla

Es un purificador de agua doméstico compuesto de arcilla, carbón activado y plata coloidal. Elimina sedimentos, bacterias y parásitos del agua. También elimina el mal color, mal sabor y mal olor del agua. Además, ayuda en la economía familiar

Salinidad

La salinidad es una medida de la cantidad de sales disueltas en agua. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas. Las sales en el mar son principalmente de cloruro de sodio (NaCl).

Sedimentario

Es el proceso por el que se depositan o precipitan los materiales transportados por distintos agentes (gravedad, escorrentía, glaciares o viento) y procedentes de la erosión y la meteorización de las rocas, pasando a ser sedimento.

Termo tolerante

Es un término que se refiere a la capacidad de un organismo para adaptarse al calor y disminuir su sensibilidad a los choques térmicos.

Turbidez

Carrizales y Enríquez (2019) señala que las aguas que presentan por lo común un alto índice de turbiedad son las superficiales, y así puedan ser potabilizada demanda de algunos tratamientos de manera convencional. Este químico del sulfato de aluminio ($Al_3(SO_4)_2$) es el coagulante sintético más común y de mayor uso.

Turbiedad

Es la característica de un líquido o sólido que indica su grado de transparencia u opacidad. Se debe a la presencia de partículas suspendidas que no se pueden ver a simple vista.)

2.4. HIPÓTESIS

El filtro de arcilla y plata coloidal tendrá como objetivo desinfectar el agua de baja turbiedad.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variable de calibración

Filtro de arcilla impregnado de plata coloidal.

2.5.2. Variable evaluativa

Desinfección del agua de baja turbiedad.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal para consumo humano”

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variable de Independiente	Indicador	Unidades
Filtro de arcilla impregnado de plata coloidal	% de arcilla	- mm/g
	% de plata coloidal	- mm/g
Variable evaluativa	Indicador	Unidades
Desinfección del agua de baja turbiedad.	- Turbiedad - PH - Temperatura - Coliformes totales	-NTU -UNIDADES LOGARITMICAS - T° - UFC/100ml

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis de investigación es experimental, es decir positivista y cuantitativa, esto se desarrollará un nuevo método y se generaran conocimientos prácticos para resolver el problema de partículas sólidas de baja turbiedad en el agua, en esta investigación se suman los análisis fisicoquímicos. Este método de investigación es cuantitativo, porque los resultados provienen de mediciones y se pueden realizar experimentos, que luego se pueden deducir como aplicabilidad general para toda la población beneficiaria.

La investigación fue experimental, determinara las relaciones de causas y efecto de las distintas concentraciones de variables de la investigación, de las diferentes dosis de plata coloidal y arco- filtro en la purificación del recurso hídrico para la actividad humana, a través los análisis y los datos obtenidos en campo y laboratorio y llegar a confirmar la eficiencia y eficiencia de los resultados aplicado del diseño experimental. El período de tiempo de la encuesta será el tipo longitudinal esperado, ya que se realizarán varias pruebas mediante un período de tres meses (Monje, 2011).

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según la planificación de mediciones – prospectivo: El investigador será quien se encargará la colección de dichos datos para el respectivo estudio de investigación por lo tanto es una medición prospectiva-cuantitativo ya que se trabajará con datos numéricos reales y distintos métodos de investigación para llegar a obtener dicho resultado.

Según el número de medición de variables de estudio – Longitudinal: se tratará un solo estudio longitudinal porque se hará una investigación y medición el antes y después de cada variable (estudio). Según la intervención del indagador con intervención por parte del investigador.

Según la cantidad de número de variable analíticas: Analítico – con estos números de variables analítico el indagador buscará y recogerá información actual con respecto a dicha situación determinado de dicho lugar, ya que se obtendrán más de una variable; por lo tanto, debemos realizar un análisis estadístico de dos variables denominado también bivariado. (Supo. 2014)

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la investigación de este trabajo esto es del tipo Cuantitativo debido a que representa una agrupación de procedimientos que resulta ser progresiva y demostrativo, puesto que emplea la recopilación de información para demostrar la hipótesis dicho trabajo de investigación. (Vilcas, 2020)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de la investigación presentada en el estudio del agua del río Huancachupa del Centro Poblado de Huancachupa – Pillco Marca – Huánuco, es un nivel explicativo, donde se realizó las explicaciones de turbiedad menor de 10 NTU acumulados en el agua con sus diferentes indicadores al ambiente. Pues su finalidad del alcance o nivel es reconocer el grado de asociados que existe entre dos o más variables.

3.1.3. DISEÑO

Cuasi Experimento: Diseños de Investigación experimentales en los cuales los sujetos o grupos de sujetos de estudio no están asignados aleatoriamente. Los diseños cuasi-experimentales más usados siguen la misma lógica e involucran la comparación de los grupos de tratamiento y control como en las pruebas aleatorias. En otros diseños, el grupo de tratamiento sirve como su propio control (se compara el antes con el después) y se utilizan métodos de series de tiempo para medir el impacto neto del programa (Rossi y Freeman, 1993)

GE: O1-----X-----O2

Donde:

GE: Grupo experimental que recibe la purificación del agua a través del filtro de arcilla con plata coloidal.

O1: Observación inicial

O2: Observación final

X: purificación con el Arci-filtro con plata coloidal.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

El agua contaminada que proviene del río Huancachupa del Centro Poblado de Huancachupa Distrito de Pillco Marca– Provincia Huánuco – Huánuco.

COORDENADAS UTM:

Este: 363666

Norte: 8897215

Altitud: 1946 m.s.n.m.

3.2.2. MUESTRA

La muestra de la investigación estuvo conformado por 20 litros de agua del río Huancachupa para cada muestra, se realizará un muestreo del agua de baja turbiedad, del Centro Poblado de Huancachupa– Distrito de Pillco Marca– Provincia Huánuco – Huánuco.

Las respectivas muestras serán tomadas antes y después de haber pasado por el sistema de tratamiento del arcifiltro y plata coloidal. Luego dichas muestras sean llevadas al laboratorio para evaluar los parámetros físicoquímico y microbiológico.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó el método de la observación experimental, y teniendo como dispositivo una ficha de registro de datos del Centro Poblado de Huancachupa.

Los análisis del laboratorio se realizaron en el LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO, se inició el 9 de noviembre del 2023 hasta el 12 de diciembre del 2023

Materiales y equipo usados:

Para la recolección de la muestra:

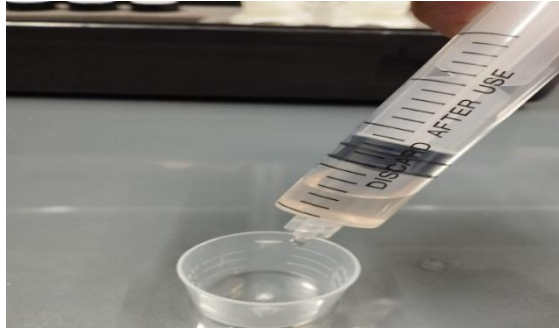
- Turbidímetro
- Coolers
- Ice pack o bolsas de hielo
- Agua destilada
- Preservantes
- Equipo Multiparamétrico.
- Frascos de vidrio transparente y/o ámbar
- Frascos de plástico
- Pisceta
- Papel toalla.
- Ice pack o bolsas de hielo

Para la determinación de los parámetros fisicoquímicos:

- Equipo multiparámetro.
- Ph metro
- Turbidímetros

Procedimiento:

En cada muestra se filtró 20 litros de agua y se utilizó 20 gotas de plata coloidal, para la desinfección según recomienda la ONU.



- Los 20 litros de agua se filtraron en 115 minutos.

Arena de cuarzo

- Malla: 0.50 mm
- Malla: 1.50 – 2.00 mm

Capas de arena utilizada

- 0.55 mm se utilizó 15 cm.

Filtro de arcilla

- 1.50 – 2.00 mm se utilizó 10 cm.

Composición de la plata coloidal

- Agua bidestilada: 99.99999%
- Iones de plata: 0.00001%
- Iones de plata pura a: 20 ppm



3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se realizó un análisis estadístico mediante la prueba Prueba t de Student, Se aplica cuando la población estudiada sigue una distribución normal, pero el tamaño muestral es demasiado pequeño como para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido, utilizándose una estimación de la desviación típica en lugar del valor real. Es utilizado en análisis discriminante.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

De acuerdo con el plan de diseño estadístico y determinar el efecto del filtro de arcilla con plata coloidal en la purificación del agua del rio Huancachupa del Centro Poblado de Huancachupa, Distrito de Pillco Marca -Huánuco, se procesó estadísticamente la información de los datos digitales obtenidos.

Análisis de la información

Los datos digitales fueron obtenidos en el lugar donde se llevará a cabo el proyecto y se registrarán claramente para construir tablas estadísticas y promedios generales.

Se utilizará el método de la observación experimental, y teniendo como dispositivo una ficha de registro de datos del Centro Poblado de Huancachupa.

Tabla 3

Análisis de la información de datos

Fecha	Agua Cruda	Agua Filtrada
9/11/2023	150	—
28/11/202	1100	75
30/11/202	93	150
5/12/2023	39	240
12/12/202	2400	240

Nota. Análisis de la información de datos, elaborado por el investigador.

En cada muestra se filtró 20 litros de agua y se utilizó 20 gotas de plata coloidal, para la desinfección según recomienda la ONU.

- El 20 litro de agua se filtró en 115 minutos.

Arena de cuarzo

- Malla: 0.50 mm
- Malla: 1.50 – 2.00 mm Capas de Arena utilizada
- 0.55 mm se utilizó 15 cm.

Filtro de arcilla

- 1.50 – 2.00 se utilizó 10 cm.

Composición de la plata coloidal

- Agua bidestilada: 99.99999%
- Iones de plata: 0.00001%
- Iones de plata pura a : 20 ppm

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Concentración de Coliformes totales en las Etapas de Tratamiento de Agua

Tabla 4

Resultados de Coliformes Totales (coli/ml)

Fecha	Param	Und de medida	Agua cruda	Agua filtrada	Agua desinfectada con plata	D.S.N 031-2010-SA	Und de medida	Eval
9/11/2023	Coli - totales	NMP/ml	150	-	-	<1.8	UFC/100ml a 35°C	Cumple
28/11/2023			1100	75	0			Cumple
30/11/2023			93	150	0			Cumple
5/12/2023			39	240	0			Cumple
12/12/2023			2400	240	0			Cumple

Nota. La tabla muestra que la concentración de coliformes totales de 150 colonias por 100ml en la muestra de agua cruda, elaborado por el investigador.

La presente sección delimita y analiza los resultados obtenidos de las concentraciones de coliformes totales en las muestras de Agua recolectadas en diferentes momentos del proceso de tratamiento, desde su estado crudo del río Huancachupa del Centro Poblado de Huancachupa del Distrito de Pillco Marca – provincia Huánuco – Huánuco, hasta su desinfección final con plata coloidal. Los datos reflejan las eficacias relativas de la filtración mediante filtro de arcilla y la desinfección con plata coloidal y así cumpliendo con los parámetros del Reglamento de la calidad del agua para consumo humano el D.S.N 031-2010-SA.

- **9 de noviembre de 2023:** Se registró una concentración de coliformes totales de 150 colonias por 100 ml en la muestra de agua cruda. No se realizaron procedimientos de filtración o desinfección en esta fecha, por lo que no se disponen de datos para las etapas subsiguientes.
- **28 de noviembre de 2023:** La muestra cruda mostró una elevada concentración de coliformes de 1100 colonias por 100 ml. Tras el

proceso de filtración con el filtro de arcilla, esta cifra disminuyó a 75 colonias por 100 ml, indicando una reducción significativa del 93,18%. La etapa de desinfección con plata coloidal resultó en una eliminación total de las bacterias, alcanzando un ideal de 0 colonias por 100 ml.

- **30 de noviembre de 2023:** Inicialmente, la muestra cruda contenía 93 colonias por 100 ml. Posterior a la filtración, sorprendentemente, se observó un aumento a 150 colonias por 100 ml. Sin embargo, la intervención con plata coloidal rectificó completamente el incremento inesperado, reduciendo la concentración bacteriana a 0 colonias por 100 ml.
- **5 de diciembre de 2023:** Una baja concentración inicial de 39 colonias por 100 ml en la muestra cruda se incrementó a 240 colonias por 100 ml tras la filtración. A pesar de este aumento, el tratamiento con plata coloidal fue efectivo, eliminando la totalidad de las bacterias y dejando la muestra en un estado óptimo para el consumo.
- **12 de diciembre de 2023:** La muestra de agua cruda presentó una concentración considerablemente alta de 2400 colonias por 100 ml. Luego de la filtración, se registró una disminución al 10% de su valor inicial, con 240 colonias por 100 ml. La fase de desinfección con plata coloidal fue exitosa, erradicando todas las bacterias presentes.

Los resultados indican que, mientras el filtro de arcilla demostró ser eficaz en la mayoría de los casos para reducir la carga de coliformes totales, en dos instancias se detectó un incremento en la concentración bacteriana post-filtración 30 de noviembre de 2023 y 5 de diciembre de 2023. Esto sugiere la posibilidad de una contaminación secundaria o una ineficacia bajo ciertas condiciones del filtro, lo cual requeriría una investigación adicional para identificar y mitigar las causas subyacentes.

En contraste, la plata coloidal mostró una eficacia constante y robusta en la desinfección del agua, independientemente de la concentración inicial de bacterias, llevando la cifra final a 0 colonias por 100 ml en todas las muestras tratadas. Esto resalta la potencia de la

plata coloidal como agente desinfectante y su posible utilidad como una etapa crítica en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano.

Resultados de Turbiedad

Tabla 5

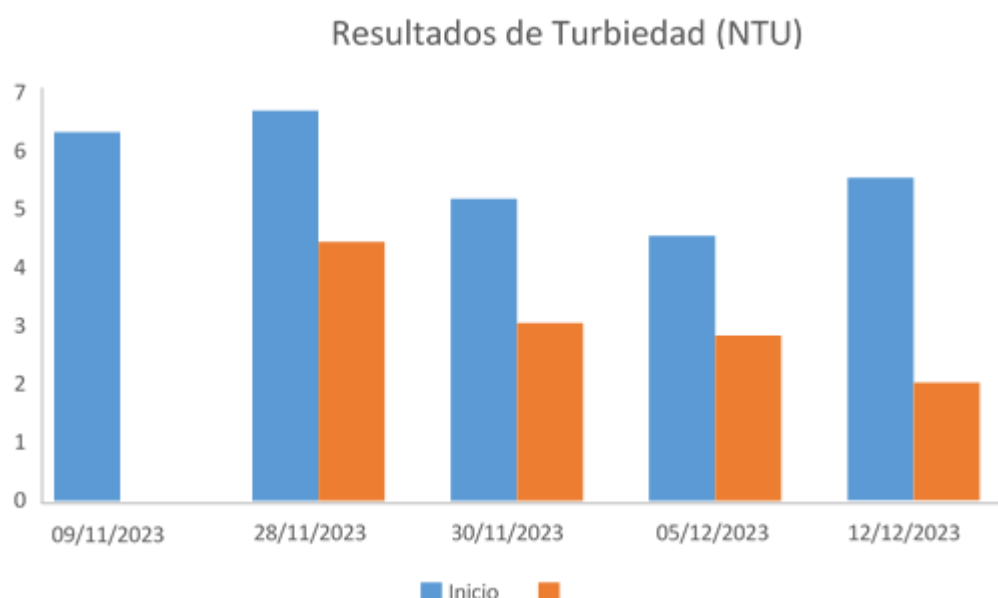
Resultados de Turbiedad (NTU)

Fecha	Param	Und de medida	Agua cruda	Agua filtrada	D.S.N03 1-2010-SA	Evaluación
9/11/2023	Turbiedad	NTU	6.21	-	< 0 = 5	Cumple
28/11/2023			6.57	4.36		Cumple
30/11/2023			5.09	2.99		Cumple
5/12/2023			4.46	2.78		Cumple
12/12/2023			5.44	1.99		Cumple

Nota. La tabla muestra los datos de la turbiedad, logrando la reducción de 5.44 hasta 1.99 NTU, elaborado por el investigador.

Figura 7

Resultados de Turbiedad (NTU)



Nota: La figura muestra la variación de la turbiedad en las diferentes fechas. Logrando una reducción más eficaz la fecha 12/12/2023 a 1.99 NTU, elaborado por el investigador.

La turbiedad, medida en Unidades Nefelométricas de Turbiedad (NTU), es un indicador clave de la calidad del agua, reflejando la claridad y la presencia de partículas suspendidas. Los resultados obtenidos en

diferentes fechas durante el proceso de tratamiento son presentados en la Tabla 2.

- **9 de noviembre de 2023:** La muestra inicial registró una turbiedad de 6.21 NTU. No se dispone de un valor final de turbiedad para esta fecha, lo que indica que no se completó el proceso de tratamiento en ese momento, o que los datos no fueron registrados o reportados.
- **28 de noviembre de 2023:** El valor de turbiedad inicial fue de 6.57 NTU. Tras el tratamiento, se observó una reducción a 4.36 NTU. Esto representa una disminución del 33.6%, lo que sugiere una efectividad significativa del tratamiento para mejorar la claridad del agua.
- **30 de noviembre de 2023:** Se partió de una turbiedad de 5.09 NTU, y tras el proceso de tratamiento, se obtuvo un valor final de 2.99 NTU. Esta reducción de 41.3% refuerza la capacidad del tratamiento de disminuir la turbiedad y, por ende, mejorar la calidad del agua.
- **5 de diciembre de 2023:** La turbiedad inicial de la muestra fue de 4.46 NTU, disminuyendo a 2.78 NTU al final del tratamiento. La reducción observada fue del 37.7%, lo que indica una continuidad en la eficiencia del proceso de tratamiento.
- **12 de diciembre de 2023:** El valor inicial de turbiedad se registró en 5.44 NTU. Después del tratamiento, el valor disminuyó a 1.99 NTU, lo que representa la mayor disminución porcentual observada de 63.4% en las fechas registradas. Esto demuestra una mejora notable en la claridad del agua y sugiere un rendimiento óptimo del proceso de tratamiento en esta instancia.

Los resultados de la turbiedad en las muestras tratadas muestran una tendencia consistente de disminución a lo largo de las diferentes fechas de muestreo. La mejora en la claridad del agua después del tratamiento es evidente y destaca la eficacia de los métodos aplicados para la reducción de partículas en suspensión. Es particularmente notable que la mayor reducción de turbiedad se observó el 12 de diciembre de 2023, lo que podría atribuirse a mejoras en la técnica de tratamiento o variaciones en la calidad del agua cruda.

Resultados de pH

Tabla 6

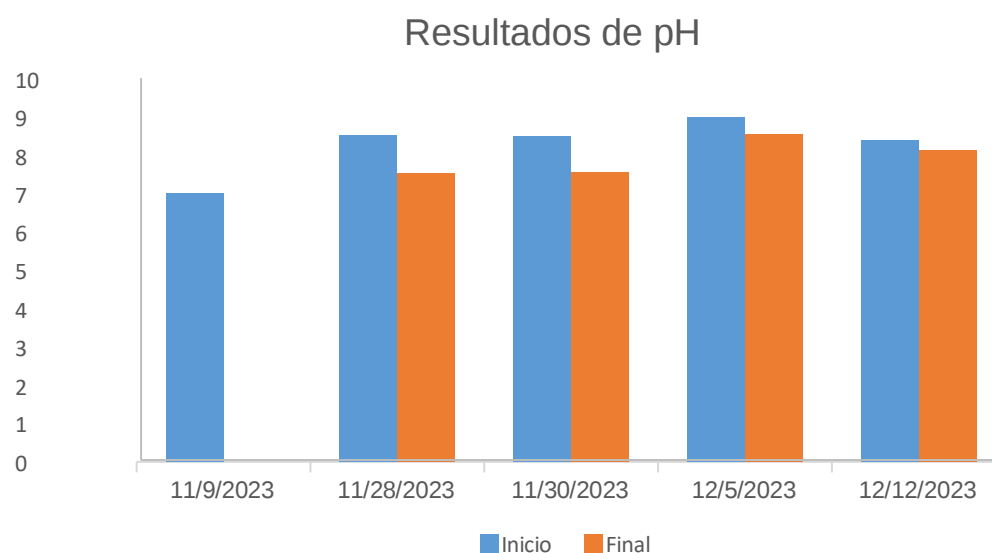
Resultados de Ph

Fecha	Param	Und de medida	Agua cruda	Agua filtrada	D.S.N031-2010-SA	Evaluacion
9/11/2023	pH	Valor de pH	7.02	-	< o = 6,5 a 8,5	Cumple
28/11/2023			8.53	7.53		Cumple
30/11/2023			8.5	7.57		Cumple
5/12/2023			9	8.56		Cumple
12/12/2023			8.4	8.14		Cumple

Nota. La tabla muestra los datos sobre el pH, este tuvo una variación no muy significativa pero dentro de los rangos alcalinos, elaborado por el investigador.

Figura 8

Resultados de pH



Nota. La figura muestra datos sobre el pH, este tuvo una variación no muy significativa pero dentro de los rangos alcalinos, elaborado por el investigador.

El pH es un parámetro crítico en la evaluación de la calidad del agua, indicando su acidez o alcalinidad. Los valores de pH en un rango de 6.5 a 8.5 generalmente se consideran aceptables para el agua potable. La Tabla 3 resume los resultados de pH obtenidos en las muestras de agua en dos momentos: antes y después del tratamiento.

- **9 de noviembre de 2023:** La muestra inicial registró un pH de 7.02, que se encuentra dentro del rango considerado seguro para el agua potable. No se reporta un valor final para el pH en esta fecha, lo que

puede indicar que el tratamiento no fue aplicado o que el dato final no fue capturado.

- **28 de noviembre de 2023:** El valor inicial fue significativamente alto, con un pH de 8.53, indicando una condición más alcalina de lo habitual. Tras el tratamiento, el pH disminuyó a 7.53, acercándose al rango neutro y dentro de los estándares aceptados para el consumo humano.
- **30 de noviembre de 2023:** La muestra presentó inicialmente un pH de 8.5. Después del tratamiento, el pH se ajustó a 7.57, mostrando una corrección efectiva hacia un nivel más neutro.
- **5 de diciembre de 2023:** Se observó un pH de inicio de 9, lo cual es considerablemente alcalino. El tratamiento logró reducir este valor a 8.56, lo que representa una mejora, pero aún ligeramente por encima del rango óptimo para el agua potable.
- **12 de diciembre de 2023:** El valor inicial del pH fue de 8.4, y el tratamiento logró disminuirlo a 8.14. Aunque hubo una reducción, el pH final se mantuvo en el lado más alto del espectro aceptable.

La tendencia de los resultados indica que el tratamiento fue capaz de reducir el pH desde niveles inicialmente altos hacia valores más cercanos al rango neutro. Esto es particularmente relevante, ya que un pH demasiado alto o bajo puede tener efectos adversos en la salud humana y en el ambiente acuático. Sin embargo, se observa que, en dos ocasiones, el 5 y el 12 de diciembre de 2023, los valores finales de pH se mantuvieron ligeramente por encima del límite superior del rango ideal. Esto sugiere que, aunque el tratamiento es efectivo en la modificación del pH, puede requerirse ajustes o pasos adicionales para asegurar consistentemente que el agua tratada cumpla con los estándares de pH para el agua potable.

Resultados de Temperatura

Tabla 7

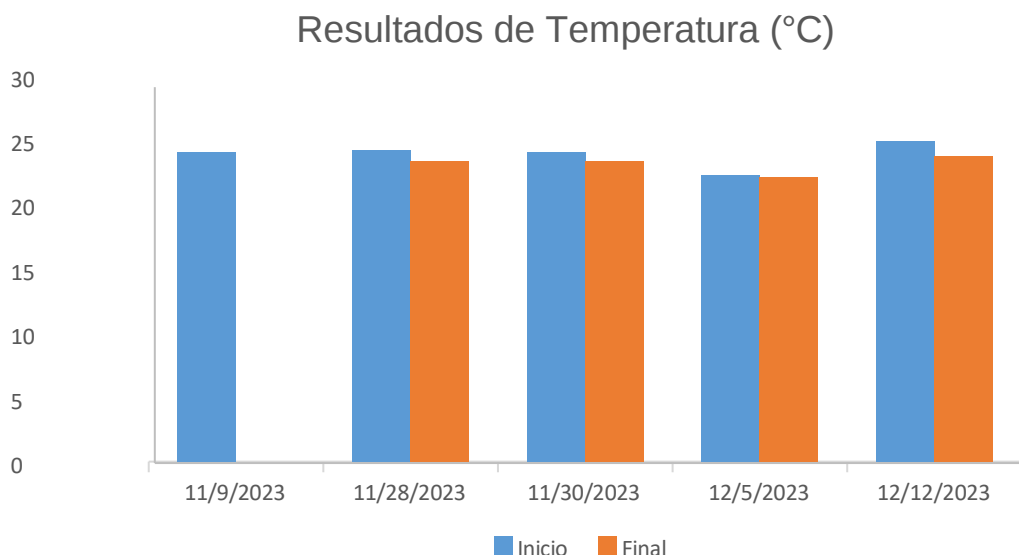
Resultados de Temperatura (°C)

Fecha	Param	Und de medida	Agua cruda	Agua filtrada
9/11/2023	Temperatura	°C	24.1	-
28/11/2023			24.3	23.4
30/11/2023			24.1	23.4
5/12/2023			22.3	22.2
12/12/2023			25.0	23.8

Nota. La tabla refleja una tendencia general de disminución en la temperatura del agua tras el proceso de tratamiento. La reducción más significativa se observó el 12 de diciembre de 2023, elaborado por el investigador.

Figura 9

Resultados de Temperatura (°C)



Nota. El grafico refleja una tendencia general de disminución en la temperatura del agua tras el proceso de tratamiento. La reducción más significativa se observó el 12 de diciembre de 2023.

La temperatura del agua es un factor importante en los procesos de tratamiento y calidad del agua, afectando tanto a la solubilidad de los gases como a las reacciones químicas y biológicas. La Tabla 4 muestra los valores de temperatura registrados al inicio y al final del tratamiento del agua.

- **9 de noviembre de 2023:** La muestra inicial reportó una temperatura de 24.1°C. No se proporciona un valor final para la temperatura, lo cual puede indicar que no se llevó a cabo un tratamiento posterior o que no se recogió el dato final.
- **28 de noviembre de 2023:** El valor de temperatura inicial fue de 24.3°C, y después del tratamiento, se observó una ligera disminución a 23.4°C. Esto refleja una reducción en la temperatura del agua de 0.9°C.
- **30 de noviembre de 2023:** La temperatura inicial de la muestra se mantuvo consistente con el registro anterior, presentando 24.1°C. Al concluir el tratamiento, la temperatura disminuyó marginalmente a 23.4°C, lo que puede estar relacionado con los procesos de tratamiento o las condiciones ambientales.
- **5 de diciembre de 2023:** Se registró una temperatura de inicio más baja en comparación con las fechas anteriores, siendo de 22.3°C. Al final del tratamiento, la temperatura experimentó una mínima reducción a 22.2°C, lo que podría considerarse dentro del margen de variación normal.
- **12 de diciembre de 2023:** La muestra presentó una temperatura inicial de 25.0°C, la más alta de las registradas en el estudio. Tras el tratamiento, la temperatura se redujo a 23.8°C, indicando un cambio notable en comparación con el valor inicial.

Los datos reflejan una tendencia general de disminución en la temperatura del agua tras el proceso de tratamiento. La reducción más significativa se observó el 12 de diciembre de 2023, lo que sugiere una posible correlación con las etapas del proceso de tratamiento o las condiciones ambientales durante ese periodo. Es importante destacar que las variaciones de temperatura registradas se mantienen dentro de un rango que no sugiere cambios drásticos en las propiedades fisicoquímicas del agua ni en la eficacia del tratamiento.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Análisis Estadístico

Estadísticas Coliformes totales (Colonias/100 ml)

Se presentan a continuación las estadísticas descriptivas para las concentraciones de bacterias heterotróficas en agua cruda y agua filtrada.

Tabla 8

Estadísticas Coliformes Totales (Colonias/100 ml)

Estadística	Agua Cruda	Agua Filtrada
Media	908.00	176.25
Desv. Est.	1107.90	79.73
Varianza	1227438	6356.25
Mínimo	39.00	75.00
25%	79.50	131.25
Mediana	596.50	195.00
75%	1425.00	240.00
Máximo	2400.00	240.00
Rango	2361.00	165.00

Nota: La tabla muestra la estadística de las Bacterias Heterotróficas, la media de bacterias se reduce a 176.25 colonias por 100 ml.

Interpretación de las Estadísticas Descriptivas

- Agua Cruda: La media de bacterias es significativamente más alta en la muestra cruda que en la filtrada, con una media de 908 colonias por 100 ml. Hay una gran variabilidad en las concentraciones de coliformes en el agua cruda, como lo indica la alta desviación estándar y la varianza.
- Agua Filtrada: Después de la filtración, la media de bacterias se reduce a 176.25 colonias por 100 ml. La menor desviación estándar y la varianza en comparación con el agua cruda sugieren que las concentraciones de bacterias en el agua filtrada son más consistentes.

El rango indica la dispersión total de los valores, siendo mucho mayor en el agua cruda, lo cual es esperable dada la influencia de factores ambientales antes del tratamiento.

Tabla 9

Test de t para la dispersión total de los valores entre las concentraciones de coliformes totales en agua cruda y agua filtrada.

Variable Comparada	N	Media Diferencia	Desv. Est. Dif.	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
Agua Cruda - Filtrada	4	731.75	1031.45	515.72	1.418	3	0.2357

Nota. La tabla muestra el Test de t para la dispersión total de los valores entre las concentraciones.

El test t para muestras relacionadas entre las concentraciones de coliformes totales en agua cruda y agua filtrada produjo un p-valor de 0.2357. Este resultado indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que no existe una diferencia significativa en las concentraciones medias de bacterias entre el agua cruda y el agua filtrada. La significancia (2-tailed) superior a 0.05 sugiere que las diferencias observadas podrían deberse a la variabilidad aleatoria de las muestras.

Estadísticas para Turbiedad (NTU)

Las estadísticas descriptivas para los valores de turbiedad antes y después del tratamiento son las siguientes:

Tabla 10

Estadística de turbiedad

Estadística	Inicio	Final
Media	5.39 NTU	3.03 NTU
Desv. Est.	0.89	0.99
Varianza	0.78	0.97
Mínimo	4.46 NTU	1.99 NTU
25% Cuartil	4.93 NTU	2.58 NTU
Mediana	5.27 NTU	2.89 NTU
75% Cuartil	5.72 NTU	3.33 NTU
Máximo	6.57 NTU	4.36 NTU
Rango	2.11 NTU	2.37 NTU

Nota: La tabla muestra la estadística de la turbiedad, se observa una **reducción media** en la turbiedad de 5.39 NTU a 3.03 NTU tras el tratamiento, lo que indica una mejora significativa en la claridad del agua

- Se observa una **reducción media** en la turbiedad de 5.39 NTU a 3.03 NTU tras el tratamiento, lo que indica una mejora significativa en la claridad del agua.
- La **variabilidad** de la turbiedad, tanto antes como después del tratamiento, se mantiene relativamente similar, como lo demuestran las desviaciones estándar y las varianzas cercanas.
- El **rango** de los valores de turbiedad muestra una disminución después del tratamiento, lo que sugiere una mayor consistencia en la calidad del agua tratada.

Tabla 11

Test de t para valores de turbiedad

Variable Comparada	N	Media Diferencia	Desv. Est. Dif.	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
Turbiedad	4	2.36	0.95	0.48	-4.92	3	0.0085

El análisis inferencial muestra un p-valor de 0.0085 para el test t de muestras relacionadas entre los valores de turbiedad antes y después del tratamiento, lo cual es menor que el nivel de significancia de 0.05. Esto indica una diferencia estadísticamente significativa en la reducción de la turbiedad como resultado del tratamiento. La significancia (2-tailed) por debajo del umbral establecido demuestra que el tratamiento tiene un efecto significativo en la mejora de la claridad del agua.

Estadísticas Descriptivas para pH

Las estadísticas descriptivas para los valores de pH antes y después del tratamiento son las siguientes:

Tabla 12*Estadística para valores de pH*

Estadística	Inicio	Final
Media	8.61	7.95
Desv. Est.	0.27	0.49
Varianza	0.07	0.24
Mínimo	8.4	7.53
25% Cuartil	8.48	7.56
Mediana	8.52	7.86
75% Cuartil	8.65	8.25
Máximo	9.0	8.56
Rango	0.6	1.03

Nota: La tabla muestra la estadística del Ph, Se observa una disminución media en el pH de 8.61 a 7.95 tras el tratamiento, acercando el agua a un estado más neutro.

- Se observa una disminución media en el Ph de 8.61 a 7.95 tras el tratamiento, acercando el agua a un estado masa neutro.
- La variabilidad del pH aumenta después del tratamiento, como lo demuestran una desviación estándar y una varianza mayores en los valores finales.
- El rango de los valores de pH muestra un aumento después del tratamiento, lo que sugiere una mayor variabilidad en la acidez o alcalinidad del agua tratada.

Análisis Inferencial

Test t para muestras relacionadas (pH Inicio vs Final):

- **P-valor:** 0.0364

El test t para muestras relacionadas entre los valores de pH antes y después del tratamiento arroja un p-valor de 0.0364. Este resultado es menor que el umbral de significancia de 0.05, lo que indica que hay una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de pH antes y después del tratamiento. Este hallazgo confirma que el tratamiento aplicado es efectivo para modificar el pH del agua, ajustándolo hacia niveles más deseables.

Tabla 13

Tabla de Análisis Inferencial - Test t para muestras relacionadas (pH Inicio vs Final)

Variable Comparada	N	Media Diferencia	Desv. Est. Dif.	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
pH	4	0.6575	0.49	0.24	3.15	3	0.0364

El análisis estadístico descriptivo e inferencial muestra que el tratamiento del agua ha sido efectivo en modificar significativamente el pH, acercándolo a un nivel más neutro, lo que es un indicador positivo de mejora en la calidad del agua. La reducción estadísticamente significativa en los valores de pH refleja el éxito del proceso de tratamiento en ajustar la acidez o alcalinidad del agua tratada hacia los estándares recomendados para el consumo humano.

Estadísticas Descriptivas para Temperatura (°C)

Las estadísticas descriptivas para los valores de temperatura antes y después del tratamiento son las siguientes:

Tabla 14

Estadísticas descriptivas para los valores de temperatura antes y después del tratamiento.

Estadística	Inicio	Final
Media	23.57 °C	23.00 °C
Desv. Est.	1.10 °C	0.69 °C
Varianza	1.21 °C ²	0.48 °C ²
Mínimo	22.30 °C	22.20 °C
25% Cuartil	23.20 °C	22.80 °C
Mediana	24.10 °C	23.40 °C
75% Cuartil	24.20 °C	23.40 °C
Máximo	24.30 °C	23.40 °C
Rango	2.00 °C	1.20 °C

Nota. La tabla muestra la Estadísticas descriptivas para los valores de temperatura.

- Se observa una disminución media en la temperatura de 23.57 °C a 23.00 °C tras el tratamiento.

- La variabilidad de la temperatura disminuye después del tratamiento, como lo indican la desviación estándar y la varianza menores en los valores finales.
- El rango de los valores de temperatura muestra una disminución después del tratamiento, lo que sugiere una menor variabilidad en la temperatura del agua tratada.

Análisis Inferencial

El test t para muestras relacionadas entre los valores de temperatura antes y después del tratamiento arroja un p-valor de 0.1425. Este resultado es mayor que el umbral de significancia de 0.05, lo que indica que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de temperatura antes y después del tratamiento. Esto sugiere que el tratamiento aplicado no tiene un impacto significativo en la temperatura del agua.

Tabla 15

Tabla de Análisis Inferencial - Test t para muestras relacionadas (Temperatura Inicio vs Final)

Variable Comparada	N	Media Diferencia	Desv. Est. Dif.	Std. Error Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
Temperatura	3	0.57 °C	0.95 °C	0.55 °C	-1.04	2	0.1425

El análisis estadístico descriptivo e inferencial muestra que el tratamiento del agua no produce cambios significativos en la temperatura del agua. Aunque se observa una disminución leve en la media de temperatura tras el tratamiento, esta diferencia no es estadísticamente significativa. Esto indica que el proceso de tratamiento mantiene la temperatura del agua dentro de un rango similar, lo cual es beneficioso para evitar alteraciones que podrían afectar otros aspectos de la calidad del agua o su idoneidad para ciertos usos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Respecto a la hipótesis el filtro de arcilla con plata coloidal para el tratamiento de agua respecto a las bacterias heterotróficas respecto a de Vidal (2010) con el título de "Evaluación de la efectividad del filtro

o a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua. Medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas". En su tratamiento tuvo porcentajes de remoción promedio de 99.56% al 100%, pero en nuestro trabajo todos los organismos vivos se eliminaron al 100%, demostrando mayor efectividad.

Con diferencia en la tesis de Chura y Gómez (2017) titulado como: "Estudio de filtros cerámicos impregnados con plata coloidal, como un sistema de tratamiento de agua para procesos agroindustriales". Para su tratamiento se elaboraron filtros a diferentes proporciones de jipi de quinua y arcilla (20/80; 30/70; 40/60) % e impregnados con plata coloidal a diferentes concentraciones (20; 35; 55) ppm y pese que realizo 27 observaciones solo obtuvo un buen resultado en tratamiento 1 (filtro 01 con 20% jipi de quinua y 80% arcilla y concentración de plata coloidal 55 ppm), sin embargo, en nuestra tesis todas las observaciones realizadas fueron totalmente efectivas.

Asimismo encontramos en la tesis de Cartagena (2001) con el título de, "Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotal de Guinope, Honduras" se determinó la presencia de coliformes, pH, cloro libre y temperatura en sus aguas tratadas teniendo como resultado que el filtro reduce la temperatura en 2°C y aumenta el pH en 0.34 unidades, pero en nuestro tratamiento todo los ensayos demostraron que bajo el pH, casi un 10% en todos los ensayos, respecto a la temperatura bajo ligeramente un 01 punto.

Todo lo contrastado respecto al parámetro turbidez, según la tesis de Carcausto, (2017) titulada como: “Limpieza de aguas subterráneas con filtros lentos de arena para uso humano en la comunidad de Thunco 2017”. el uso de filtros de arena es óptimo en la filtración de agua de la comunidad de Thunco en los parámetros de turbidez con control 68,02%, siendo este tratamiento ligeramente relativo, sin embargo en nuestro tratamiento relativo este tratamiento salió que en el segundo test, de 6.57 a 4.36 casi un 20 % menos y en el segundo 5.09 a 2.99 casi 40%menos, el tercer tratamiento de 4.46 a 2.78 casi un 42%menos, y el ultimo tratamiento de 5.44 a 1.99 casi un 65% siendo este el mejor resultado a al parámetro mencionado.

CONCLUSIONES

Se concluye que, el análisis de los resultados experimentales enfatiza la necesidad de un control riguroso durante el proceso de filtración para garantizar su eficacia y evitar posibles aumentos en la carga bacteriana. Además, los hallazgos consolidan la confianza en la plata coloidal como un desinfectante final efectivo en la purificación del agua, sugiriendo su aplicación invariable en el protocolo de tratamiento del agua para asegurar la calidad potable del recurso hídrico.

La secuencia de reducción de la turbiedad a lo largo de las diferentes fechas demuestra la capacidad del proceso de tratamiento para mejorar la calidad del agua en términos de claridad. Este hallazgo es relevante para la validación de la metodología de tratamiento utilizada y subraya la importancia de monitorear continuamente este parámetro para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad del agua destinada al consumo humano. La ausencia de datos finales para la primera fecha plantea la necesidad de asegurar la integridad y la completitud en la recolección de datos en futuras investigaciones.

El proceso de tratamiento ha demostrado ser eficaz en la corrección del pH del agua de valores altamente alcalinos a niveles más aceptables. No obstante, la variabilidad en los resultados finales sugiere la necesidad de optimizar el tratamiento para garantizar que el pH se mantenga consistentemente dentro del rango seguro. La integridad del registro de datos también debe ser una prioridad, como lo indica la falta de valores finales en la primera fecha de muestreo, para asegurar la fiabilidad del proceso de monitoreo de la calidad del agua.

Las variaciones en la temperatura del agua antes y después del tratamiento no son pronunciadas y se mantienen dentro de un rango que no compromete la calidad del agua para consumo humano. No se observan tendencias que indiquen una influencia directa del proceso de tratamiento sobre la temperatura del agua. Sin embargo, la consistencia en la reducción de la temperatura tras el tratamiento en la mayoría de las muestras sugiere

un efecto leve del proceso de tratamiento sobre la temperatura. La ausencia de datos de temperatura final en la primera muestra resalta la necesidad de una recopilación completa de datos para garantizar la integridad del análisis en futuras investigaciones.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, para obtener mejor resultado en la depuración de las aguas después del tratamiento, considerar mantener un mayor tiempo para asegurar un mejor tratamiento.
- La variabilidad en los resultados finales sugiere la necesidad de optimizar el tratamiento para garantizar que el pH se mantenga consistentemente dentro del rango seguro

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguas, S. (2018) *"Turbidez del agua y su medición. Turbidez del agua y su medición"* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/handle/123456789/3541>
- Avila, I., & Moreno, M. (2017) *"Diseño, propuesta e implementación de un filtro para tratamiento de aguas de uso doméstico en tanques de reserva en la población del casco urbano de la inspección de San Antonio de Anapoima"*. Universidad Libre, Bogotá.
<https://repository.unilibre.edu.co/handle/11185/3219>
- Barba, A. (2000) *"Determinación de parámetros físico-químicos del agua"*. Universidad Carlos III, Madrid.
<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Barreto, A. (2010). *"Protocolo de monitoreo de agua"*. Universidad Nacional Santiago Antuanez De Mayolo, Huaraz.
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-santiago-antunez-de-mayolo/agua-potable/protocolo-agua/30318312>
- Berger , T. et al. (1976) *"Electrically generated silver ions: ountitative effects on bacterial and mammalian cells"*. Brighton: Preface.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC429529/>
- Bielefeldt, A. (2009). *"Evaluating the water treament effectiveness of the filtron"*. University Of Colorado, Colorado.
<https://spot.colorado.edu/~bielefel/resources/BielefeldtCV14.pdf>
- BLACIO, D. & PALACIOS, J. (2014). *"Filtros biológicos para la potabilización del del agua posibilidades de uso de fla (filtros lentos de arena) con agua superficial de nuestra región"*. Universidad de cuenca, cuenca.

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/24afa08a-a1d8-4761-9abd-ef2b9bddf4e5>

Boris, T. (2020). *“INGENIERIA AMBIENTAL”*

<https://ingenieriaambiental.net/tipos-de-filtros-de-agua/>

Brown, J. (2007). *“Effectiveness of ceramic filtration for drinking water treatment in cambodia”*. University of North Carolina, Chapel Hill.

Carabali, J. (2019). *“Evaluación del efecto de la plata coloidal, en la remoción de escherichia coli y la obtención de un agua salubre a partir de filtros caseros”*. UNIVERIDAD DE SANTIAGO DE CALI, CALI.

Carbajal, A. & Gonzales, M. (2012). *“Propiedades y funciones biológicas del agua”*. Madrid: agua para la salud.

Carcausco, C. (2017). *“Limpieza de aguas subterráneas con filtros lentos de arena para uso humano en la comunidad de Thunco, Puno”*. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno.

Carrizales, R. & Nilo, E. (S.F.). *“Determinación de la dosis y concentración óptima del coagulante de moringa oleifera en la clarificación del agua de la quebrada taczanapampa de la ciudad de Huancavelica”*. Universidad Nacional De Huancavelica, Huancavelica.

Cartagena, J. (2001). *“Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio el ocotal de guinope, Honduras”*. Universidad Zamorano, Zamorano.

Chulluncuy, N. (2011). *“Tratamiento de agua para humanos”*. Universidad De Lima.

CHURA, P. & GOMEZ, J. (2017). *“Estudio de filtros cerámicos impregnados con plata coloidal como sistema de tratamiento de agua para procesos agroindustriales”*. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno.

Cochachi, J. (2018). *“Eficiencia del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua, medidas por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en el río Casca del distrito de Independencia-Huaraz-Ancash”*. Universidad Nacional Santiago Antuanez De Mayo, Huaraz.

Ministerio del Ambiente. (2017) *“D.S.N°004”*.

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.

Ministerio del Ambiente (2010). *“D.S.N°031, REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PAR ACONSUMO HUMANO”*.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273650/reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano.pdf?v=1561937448>.

DEGREMONT, H. (1979). *“Manual Técnico Del Agua”*. Urmo: Urmo S.A.

<https://fr.scribd.com/document/479451768/Manual-tecnico-del-Agua-Degremont-1979-pdf>

GOMEZ, H. (2020). *“Plata coloidal, beneficios y características”*.

<https://www.casapia.com/blog/oligoelementos/plata-coloidal-beneficios-caracterisiticas.html>

Grillet, C. et al. (2013). *“Características de las aguas residuales de la comunidad Antonio Maceo”*.

<https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543735003.pdf>

Heradia M. & Sanchez, Y. (2014). *“La importancia de monitoreo de la higiene parasitaria en la calidad del agua, según sus usos”*.

https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032014000200006&script=sci_arttext

Lantage, D. (2011). *“Investigación del filtro de barro impregnado con plata coloidal promovido por ceramistas por la paz”*.

<https://www.biosandfilters.info/document/f9ce7038/investigacion-del-filtro-de-barro-impregnado-con-plata-coloidal-promovido-por-ceramistas-por-la-paz->

Lerma, D. (2010). *“Filtros de cerámica, una alternativa al agua potable”*. Universidad Tecnológica De Pereira, Risaralda.

<https://repositorio.utp.edu.co/bitstream/11059/2710/1/6281683L616.pdf>

London, O. (2017). *“Caracterización de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de sistemas estándar de producción de agua desmineralizada en la industria cosmética”*. Universidad Militar Nueva Granada, Nueva Granada.

<https://repository.umng.edu.co/bitstream/10654/10961/1/CARACTERI...pdf>

Metodología de la investigación; cuantitativa y cualitativa. (2011).

<https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

Muñoz, J. et al. (2017). *“Estudio del procesamiento cerámico de las arcillas para potenciar su uso en la elaboración de piezas cerámicas”*. Antioquia.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43004206>

Ordoñez, M. & Gonzales, S. (2021). *“Filtros de arcilla y residuos orgánicos revestidos con plata coloidal para potabilizar del agua en poblaciones rurales”*. Lima, Universidad Peruana Unión.

<https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstreams/78bf8105-762a-4b93-87f8-37aa660c9648/download>

Ortiz, A. et al. (2013). *“Caracterización de opuntia ficus-inidica para uso como coagulante natural para columbia biotechnology”*. Bogotá.

<https://sired.udenar.edu.co/5473/1/PDF%20Opuntia%20ficus%20indica%20como%20coagulante%20natural%20alternativo%20para%20la%20clarificacion%20de%20agua%20cruda.pdf>

Ospina, O. et al. (2015). *“Evaluación de la turbidez y la conductividad que ocurren durante las estaciones secas y lluviosas en el río kumbima”*. Ibagué.

https://www.researchgate.net/publication/303026098_Evaluacion_de_la_turbiedad_y_la_conductividad_ocurrida_en_temporada_seca_y_de_lluvia_en_el_rio_Combeima_Ibague_Colombia/fulltext/5735e32e08ae9f741b29c3af/Evaluacion-de-la-turbiedad-y-la-conductividad-ocurrida-en-temporada-seca-y-de-lluvia-en-el-rio-Combeima-Ibague-Colombia.pdf

Pineda, P. (2018). *“Desalinización de agua para aplicaciones de potabilización mediante el desarrollo de tecnología solar sustentable”*. Bogotá.

<https://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1002/873/1/17450.pdf>

Porras, L. & Lumba, N. (2022). *“Eficiencia de filtro de cerámica con plata coloidal en el tratamiento de agua de cisterna para el consumo humano”*. Universidad Peruana Unión, Lima.

<https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstreams/68386f51-d6e0-4db1-871a-fc5f2360beaf/download>

Roldan, L. (1994). *“Tipos de agua revista ecológica”*.
https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-agua-2679.html#anchor_0

Rosbeli (2019). *“Evaluación de la concentración del aluminio residual en lodos del decantador y filtros que vierte al río higuera la planta de tratamiento de agua potable cabritopampa de la EPS Seda Huánuco- 2019”*. Universidad De Huánuco, Huánuco.

<http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3363>

Rossi, G. (2017). *“Diseño de depuradora de agua para uso en la pequeña industria alimentara rural”*. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.

<https://repositorio.unsa.edu.pe/bitstreams/892fd16d-27aa-47c6-8a0d-06b269959297/download>

Russell, A. (1994). *“Anttimicrobial activity an action of silver . En p. I. Chemistry, progress in medicinal chemistry”*. Stanford: Chemistry.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8029478/>

Sanchez, J. (2021). *“Ecología verde”*.

<https://www.ecologiaverde.com/como-hacer-un-filtro-de-agua-casero-para-beber-1123.html>

Secretaria de Salud. (2015). *“Plata coloidal, características, peligrosos y aplicación”*. Gobierno De México.

<https://www.gob.mx/salud/en/articulos/plata-coloidal-caracteristicas-peligros-y-aplicacion>

Silva, M. (2017). *“Extracto de moco de las hojas de nopal y su aplicación en la coagulación de aguas turbias”*. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima.

<https://hdl.handle.net/20.500.12672/7155>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2023). *“El 10 % la población peruana no tiene agua potable y 23 % no accede al alcantarillado”*.

<https://www.gob.pe/institucion/sunass/noticias/781301-el-10-la-poblacion-peruana-no-tiene-agua-potable-y-23-no-accede-al-alcantarillado>

Tiravantti, J. et al. (2015). *“Optimización de temperatura y concentración de tiourea en la síntesis de películas de CdS y SnO2 de células solares”*. Madrid.

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/3565>

Trujillo, M., & Ponce, Y. (2018). *“Determinación de la calidad microbiológica en agua para distribuciones de la oficina de farmacia local de Villa El Salvador”*. Universidad Inca Garcilaso De La Vega, Lima.

<https://www.redalyc.org/pdf/3497/349736284008.pdf>

Unzueta, J. et al. (2024). *“Encuentros sobre el agua”*.

<https://www.passeidireto.com/arquivo/135501875/encuentrossobreel-agua>

Vidal, S. (2010). *“Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua. Medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas”*. Universidad Tecnológica De Pereira, Bogotá.

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2086/1/628352V648.pdf>

Vilcas, C. (2020). *“Determinación de propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra compactada con adición de goma de nopal en la ciudad de Huancayo, 2019”*. Universidad Continental, Lima.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8433/3/IV_FIN_105_TE_Vilcas_Painado_2020.pdf

Zabal, B. et al. (2014). *“Monitoreo y medición del ph ajustado del agua tratada del rio cauca mediante indicadores de estabilidad”*.

<https://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n2/v17n2a28.pdf>

COMO CITAR ESTRE TRABAJO DE INVESTIGACION

Espinoza Masgo, G. (2025). *Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal para consumo humano*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal para consumo humano”.

Problema general	Objetivo general	Hipótesis General	Variables/ Indicadoras	Metodología
¿Cuál es el efecto del filtro de arcilla con plata coloidal en la desinfección de agua de baja turbiedad?	Comprobar que el filtro “arci filtro con plata coloidal” es eficaz en la desinfección de agua de baja turbiedad.	El filtro de arcilla y plata coloidal tienen como objetivo desinfectar el agua de baja turbiedad.	Variable independiente: Filtro de arcilla impregnado de plata coloidal. Variable dependiente: Desinfección del agua de baja turbiedad. Parámetros físicos: - Turbiedad - pH - Temperatura - Coliformes totales	Nivel de investigación: descriptivo. Enfoque: cuantitativo. Diseño: cuasi experimental. Tipo de investigación: longitudinal.
Problemas específicos	Objetivos específicos			Población y muestra
¿Cuáles son los parámetros del agua antes de tratarla con el filtro de arcilla y plata coloidal?	Describir los siguientes parámetros del agua antes de tratarla con el filtro de arcilla y plata coloidal: turbiedad, pH, temperatura coliformes totales.			Población: El agua contaminada que proviene del rio Huancachupa Distrito de Pillco Marca – Provincia Huánuco – Huánuco.
¿Cuáles son los parámetros del agua durante el tratamiento con el filtro de arcilla y plata coloidal?	Medir los parámetros del agua durante del tratamiento con el filtro de arcilla y plata coloidal: turbiedad, pH, temperaturas coliformes totales.			Muestra: se llegará a utilizar el instrumento de recolección de datos, mediante este instrumento utilizado se obtendrán 20lt agua para cada muestra para llegar analizar el agua contaminada por partículas de lodo y microorganismo.
¿Cuáles son los parámetros del agua después del tratamiento con el filtro de arcilla y plata coloidal?	Determinar los parámetros del agua después del tratamiento con el filtro de arcilla y plata coloidal: turbiedad, pH, temperatura, coliformes totales.			

ANEXO 2

MATRIZ PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS O RECURSOS
	% de arcilla	-	-
Filtro de arcilla impregnado con	% de plata coloidal		
Desinfección del agua de baja	- Turbiedad		- Turbidímetro
turbiedad.	- Coliformes totales		- JMS-CPM coliformes rápido
	- Ph		instrumento de supervisión.

ANEXO 3
INFORME DE LABORATORIO DE ENSAYO

 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO UDH	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA	 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO UDH
	LABORATORIO DE ENSAYO	

INFORME DE ENSAYO N° 13- 2023

Solicitante: alumno de Ingeniería Ambiental Giovanni Brayan Espinoza Masgo

Proyecto de tesis: Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal

Tipo de muestra: AGUA DE RIO

Cantidad de muestras: 1 frascos de 600 ml c/u

Fecha y hora de muestreo: 9/11/2023

Procedencia de las muestras: Río Huancachupa

Ubicación del punto de muestreo: se indica en resultados

Procedimiento de muestreo: muestreado por el solicitante

Lugar y recepción de la muestra: Ciudad Universitaria La Esperanza – Edificio 3-Lab 101

Fecha de recepción de la muestra: 9/11/2023

Estado y condiciones de la muestra: Conservado

Fecha de ejecución del ensayo: Del 9 al 11 de Noviembre 2023

Resultados:

1) Propiedades Físico-Químicas

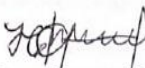
Muestra de agua de Río Huancachupa (Coordenadas UTM:
)

propiedad	resultados
Turbiedad, NTU	6.21

2) Propiedad Bacteriológica

propiedad	resultados
Coliformes totales Método NMP bacterias/ml	150

Informe autorizado por:


Ing. Herman Tarazona Mirabal
C.L.P. 14643
Director Técnico del Laboratorio

Fecha de emisión: 14/11/2023

Carretera Huánuco Tingo María Km. 8

Email: lab_bioteecnologia@gmail.edu.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito del LBT-UDH. Solamente originales son válidos y el LBT-UDH no se responsabiliza por las copias. Estos resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas por el laboratorio

LBT-FGR-63

Pag. 1de1

	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA LABORATORIO DE ENSAYO	
--	--	--

INFORME DE ENSAYO N° 16- 2023

Solicitante: alumno de Ingeniería Ambiental Giovanni Brayan Espinoza Masgo
Proyecto de tesis: Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal
Tipo de muestra: AGUA DE RIO
Cantidad de muestras: 1 frascos de 600 ml c/u
Fecha y hora de muestreo: 28/11/2023
Procedencia de las muestras: Río Huancachupa
Ubicación del punto de muestreo: se indica en resultados
Procedimiento de muestreo: muestreado por el solicitante
Lugar y recepción de la muestra: Ciudad Universitaria La Esperanza – Edificio 3-Lab 101
Fecha de recepción de la muestra: 28/11/2023
Estado y condiciones de la muestra: Conservado
Fecha de ejecución del ensayo: Del 28 al 30 de Noviembre 2023

Resultados:

1) Propiedad Bacteriológica

Procedencia de muestra de agua:	Coliformes totales : método NMP
1) agua cruda del río Huancachupa	1100 bact./ml
2) agua filtrada con filtro de arcilla	75 bact./ml
3) agua desinfectada con plata ionizada	0 bact./ml

Informe autorizado por:

Ing. Herman Tarazona Mirabal
CLP. 14643
Director Técnico del Laboratorio

Fecha de emisión: 04/12

/2023

Carretera Huánuco Tingo María Km. 8

Email: lab_biotecnologia@gmail.edu.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito del LBT-UDH. Solamente originales son válidos y el LBT-UDH no se responsabiliza por las copias. Estos resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas por el laboratorio

LBT-FGR-63

Pag. 1de1

INFORME DE ENSAYO N° 20- 2023

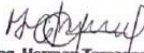
Solicitante: alumno de Ingeniería Ambiental Giovanni Brayan Espinoza Masgo
Proyecto de tesis: Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal
Tipo de muestra: AGUA DE RIO
Cantidad de muestras: 3 frascos de 600 ml c/u
Fecha y hora de muestreo: 5/12/2023
Procedencia de las muestras: Río Huancachupa y tratada
Ubicación del punto de muestreo: se indica en resultados
Procedimiento de muestreo: muestreado por el solicitante
Lugar y recepción de la muestra: Ciudad Universitaria La Esperanza – Edificio 3-Lab 101
Fecha de recepción de la muestra: 5/12/2023
Estado y condiciones de la muestra: Conservado
Fecha de ejecución del ensayo: Del 5 al 7 de Diciembre 2023

Resultados:

1) Propiedad Bacteriológica

Procedencia de muestra de agua:	Coliformes totales : método NMP
1) agua cruda del río Huancachupa	39 bact./ml
2) agua filtrada con filtro de arcilla	240 bact./ml
3) agua desinfectada con plata ionizada	0 bact./ml

Informe autorizado por:


 Ing. Herman Tarazona Mirabal
 C.I.P. 14643
 Director Técnico del Laboratorio

Fecha de emisión: 07/12/2023

Carretera Huánuco Tingo María Km. 8

Email: lab_bioteecnologia@gmail.edu.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito del LBT-UDH. Solamente originales son válidos y el LBT-UDH no se responsabiliza por las copias. Estos resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas por el laboratorio

LBT-FGR-63

Pag. 1de1

INFORME DE ENSAYO N° 24- 2023

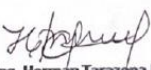
Solicitante: alumno de Ingeniería Ambiental Giovanni Brayan Espinoza Masgo
Proyecto de tesis: Desinfección de agua de baja turbiedad utilizando un filtro de arcilla con plata coloidal
Tipo de muestra: AGUA DE RIO
Cantidad de muestras: 3 frascos de 600 ml c/u
Fecha y hora de muestreo: 12/12/2023
Procedencia de las muestras: Río Huancachupa y tratada
Ubicación del punto de muestreo: se indica en resultados
Procedimiento de muestreo: muestreado por el solicitante
Lugar y recepción de la muestra: Ciudad Universitaria La Esperanza – Edificio 3-Lab 101
Fecha de recepción de la muestra: 12/12/2023
Estado y condiciones de la muestra: Conservado
Fecha de ejecución del ensayo: Del 12 al 14 de Diciembre 2023

Resultados:

1) Propiedad Bacteriológica

Procedencia de muestra de agua:	Coliformes totales : método NMP
1) agua cruda del río Huancachupa	> 2400 bact./ml
2) agua filtrada con filtro de arcilla	240 bact./ml
3) agua desinfectada con plata ionizada	0 bact./ml

Informe autorizado por:


Ing. Herman Tarazona Mirabal
C.I.P. 14643
Director Técnico del Laboratorio

Fecha de emisión: 14/12/2023

Carretera Huánuco Tingo María Km. 8

Email: lab_biotecnologia@gmail.edu.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito del LBT-UDH. Solamente originales son válidos y el LBT-UDH no se responsabiliza por las copias. Estos resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas por el laboratorio

LBT-FGR-63

Pag. 1de1

ANEXO 4

Plan de actividades (protocolo para monitorear de la calidad del recurso hídrico – para la recolección de datos

1. Diseño de monitoreo

a) Parámetros de monitoreo

En este se muestra de manera resumida ciertos motivos para el cuál incluiremos cada parámetro.

b) Parámetros que se utiliza para medir en campo

Por naturaleza de origen de tonalidad, estos parámetros permitirán realizar diagnósticos previos de ver la calidad del agua, entre ellos, el potencial de hidrógeno, la temperatura, conductividad, cuya medida será realizada con un equipo multiparámetro.

c) Oxígeno - Disuelto

La porción de oxígeno disuelto presentes en el recurso hídrico es proporcionada por este parámetro. Para la subsistencia de los especímenes de vida acuática, entre ellos los peces, es necesario preservar una correcta concentración de oxígeno disuelto en ella.

d) Conductividad

Dicha capacidad precisa netamente de la existencia y la movilidad. Esta capacidad se da en una sola muestra de agua, es la dimensión que posee dicha alternativa para ceder una fuente de corriente eléctrica.

e) pH

El potencial de hidrógeno (pH) es la dimensión y/o La concentración de iones de hidrógeno presentes en el agua. Uno de los motivos de la repentina devastación de la fauna y flora de origen acuático, como de las proliferaciones celulares son causadas por los niveles del potencial de hidrógeno (pH).

f) Temperatura

Un rol demasiado relevante en la solubilidad de gases, en la conductividad eléctrica y en la disolución de sales, viene a ser la temperatura.

g) Turbiedad

(Barreto, 2010), describe a este como el fenómeno óptico que básicamente radica de la absorción de la luz en acoplo con el proceso correspondiente a la difusión. La materia impenetrable que se encuentra en suspensión y/o dispersión coloidal, genera la turbidez del agua.

2. Ubicación y punto de muestreo:

Este equipo de trabajo es encargado del monitoreo, tiene la obligación de conseguir todo aquel dato posible de modo especificado referente a las estaciones a monitorear del agua, usualmente la información en brindada por el cliente que posteriormente será útil para el planeamiento del procedimiento correspondiente para el muestreo.

a) Ubicación

Hay ciertos criterios que deben ser cumplidos para la obtención de los puntos correspondientes para el muestreo.

b) Identificación

En este proceso lo primero es el reconocimiento del punto de muestreo. Comúnmente estos son representados en mapas y/o cartas mediante Coordenadas UTM, según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

c) Facilidad

Para la toma correspondiente de la muestra, las características del punto en cuestión tienen que brindar un acceso presuroso y certero.

d) Representatividad

Para ello se tiene que eludir ciertos lugares de embalse o agitación no peculiares del recurso hídrico, a no ser que hayan de ser el objeto de evaluar, para esto se toma el tramo regular posible.

e) Seguridad

Uno de las principales apariencias que debe considerarse, Este es el nivel de seguridad que tendrá una muestra de grupo de trabajo, esto se desarrolla a partir de la ubicación de los sitios de monitoreo.

2.1. Puntos de muestra

a) Puntos de Muestrea para Descargas

Anticipadamente del ingreso de una descarga a un curso de agua receptor, el sector adecuado para el muestreo es el punto antes de ello.

b) Puntos de Muestreo para Aguas Receptoras

Para esto se tiene toma como Al menos dos puntos de muestreo: aguas arriba y aguas abajo, corresponden al organismo receptor. Comúnmente se trata de arroyos, ríos, pantanos, aguas subterráneas y lagos.

3. Medición de caudales

Se llama así a la cantidad y/o volumen de agua que atraviesa cierto tramo en un tiempo determinado. Normalmente se interpreta en metros cúbicos por segundo o litros por segundo. Es de suma importancia identificar la fuente de agua manantial, para el medido correcto y correspondiente de los caudales.

a) Método del Correntómetro

Se recomienda el empleo de esta metodología en cursos de agua en la cual la tirante no tenga un valor superior a 60 cm, debido a La corriente utilizada es peligrosa para el monitor.

b) Procedimiento

- Primeramente, se tiene que elegir un tramo uniforme que no cuente con cruce del transcurso del agua por rocas u otros materiales.
- Luego, utilizando una La cinta métrica mide el ancho de la sección y la sección se divide cada 10 cm o 20 cm.
- Como mínimo se realizan 5 mediciones para cada punto, y en cada una de estas con ayuda del correntómetro se mide la velocidad.

3.1. El método de uso de equipos especiales tales como: presas y canalones (parshall, trapezoidal, sin cuello ... etc.)

Los medidores son aquellas estructuras ocasionalmente construidas, que son empleadas para mensuración correspondiente del caudal.

a) Método Volumétrico

Este es empleado normalmente Para caudales extremadamente bajos y un recipiente para recoger agua. El caudal, es el resultado de la división del volumen correspondiente al agua que se recolecta en el envase en el tiempo que requiere para el recojo del volumen mencionado. A fin de lograr una precisión se encarga repetir dicha operación al menos 5 veces y posteriormente se cogerá la media del tiempo transcurrido que se obtuvo. (Barreto, 2010).

$$Q = V / T \text{ Donde:}$$

Q: caudales en m³ /s

V: en m³

T: en segundos

4. Programa de monitoreo

Este repertorio tolera, en utilización de medios que están bajo su mando que al estudiar a cierto fenómeno su caracterización sea factible y de una manera más cercana a la realidad viable.

a) Número de muestras a tomar y configuración de parámetros

En función al grado de profundidad se encontrarán la cantidad que será la toma de muestras de diferentes parámetros estudiar en la investigación mencionada, normalmente este es puntualizado por la clientela a la cual se le brinda el servicio.

4.1. Según Matriz

a) Agua para Consumo Humano

En esta jurisprudencia instaure las Técnicas de muestreo, procedimientos analíticos, frecuencia de fugas de agua de plantas de tratamiento, así como la fuente de agua en la red de distribución.

b) Agua Superficial Destinada a Potabilización

Estas son clasificadas en tres categorías considerando la calidad de cada una, el análisis de aguas superficiales designadas al rendimiento de agua potable apta para el consumo del ser humano manifestadas según la normativa nacional.

c) Agua Subterránea

Normalmente suelen ofrecer una calidad óptima. Entre los programas de muestreo, en estos casos son más restringidos, debido a que se aplica en determinación efectuadas al río, pero ampliamente con una frecuencia de carácter temporal.

d) Efluentes

De acuerdo al ECA y al Decreto N°17752 (Ley General del agua), tal sea este caso de agua residual provenientes de domicilios como fabricantes, la asiduidad de nuestros no se encuentran bien establecidas. (Barreto, 2010).

5. recolección almacenamiento, conservación y transporte de muestras al laboratorio para su análisis.

5.1. Tomas de Muestras

Es de suma importancia estimar tipos de fases que se debe de entregar para tomar las muestras de agua, con el fin de que la muestra se presente de la manera mayor significativa factible y con ella garantizar que desde la selección hasta el reporte de los resultados obtenidos en los parámetros de carácter físicos – químicos sea seguro.

a) Para determinar Metales Pesados

Para esto se empleará recipientes de plástico con entrada amplia y con cierre hermético con una capacidad no mayor a un litro. Primero se apertura el recipiente, y se enjuagara como mínimo 3 veces para posteriormente hundirlo a 20 cm bajo la superficie y por último se preserva.

b) Muestra para determinar Mercurio y Arsénico:

Se tendrá que emplear recipientes de plástico con entrada amplia y con cierre hermético, limpio y con una capacidad no mayor a un litro. Primero se apertura el recipiente, y se enjuagara como mínimo 3 veces para posteriormente hundirlo a 20 cm bajo la superficie y por último se preserva.

c) Muestras para determinar los parámetros Físicos / iones

Se empleará recipientes de plástico con entrada amplia y con cierre hermético, limpio y con una capacidad no mayor a un litro. Primero se apertura el recipiente, y se enjuagara como mínimo 3 veces, sin embargo, estos no requieren tiempo de preserva, pero sí conserva en cajas que cumplen la función de protección del plástico a 4°C.

d) Para el parámetro Dureza Total y Cálctica

Se empleará recipientes de plástico con entrada amplia y con cierre hermético, limpio y con una capacidad no mayor a 1/2 litro. Primero se apertura el recipiente, y se enjuagara como mínimo 3 veces, posteriormente se preserva, pero sí conserva en cajas que cumplen la función de protección del plástico a 4°C.

e) Para muestra de Cianuro WAD y Libre

Utilice recipientes de plástico limpios con puertas anchas y tapas herméticas, con una capacidad no mayor a 1/2 litro. Las muestras se obtuvieron enjuagando tres veces y luego conservando.

5.2. Muestreo de Agua Potable

a) Consideraciones Generales

- Se podría omitir el muestro en la planta de tratamiento, de forma que se logra seleccionar las muestras en el reservorio, siempre y cuando el H₂O que surge De la planta de tratamiento emitidos desde una fuente subterránea conectada directamente a uno u otro de los tanques.
- Para el control de este se admitirá la muestra solo en el reservatorio respectivo, solo sí, de la fuente subterránea es correctamente clorada, sin embargo, si se llegara a aplicar de distintas Las fuentes que no son de cloro se encuentran en un tanque y solo se seleccionarán las muestras correspondientes de ese tanque.
- Anticipadamente de tomar una muestra para análisis bacteriológico, determine siempre el contenido de cloro residual. Si el contenido de cloro libre residual en el agua en cualquier punto es menor de 0.5 mg/L, entonces el muestreo debe realizarse en base al número determinado de muestras.

b) Materiales y Equipos:

- Turbidímetro
- Coolers

- Ice pack o bolsas de hielo
- Agua destilada
- Preservantes
- Equipo Multiparamétrico.
- Frascos de vidrio transparente y/o ámbar
- Frascos de plástico
- Pisceta
- Papel toalla.
- Ice pack o bolsas de hielo

5.3. Muestreo en Agua Superficial

a) Consideraciones Generales:

Teniendo en cuenta la profundidad, la velocidad del agua y La distancia entre las dos orillas (en el caso de un río), evitar zonas con excesiva turbulencia.

El muestreo debe ser opuesto a la dirección del flujo de agua, primero lanzando y luego lanzando. Si es posible, tomar muestras a cierta profundidad en el centro de la fuente de agua de acuerdo con los criterios a determinar.

Use guantes de látex, un par por temporada. Para campos donde las emisiones y sus características varían mucho, se debe tomar una muestra del balde (enjuagar 3 veces), suficiente para llenar todas las botellas.

Al recolectar múltiples muestras en un punto o sitio de muestreo, realice primero un análisis microbiológico, luego un análisis biológico y finalmente una determinación física y química para evitar una posible contaminación.

b) Procedimiento de Muestreo:

Se empleará recipientes de plástico con entrada amplia y con cierre hermético, limpio y con una capacidad no mayor a 1/2 litro. Primero se apertura el recipiente, y se enjuagara como mínimo 3 veces, posteriormente se preserva, para la realización del análisis

general se escoge una muestra que no contenga burbujas, hasta el tope. Para ello se toma 1/3 de la muestra. Y al final para los metales totales, igual se toma al tope la muestra.

5.4. Muestreo de las aguas residuales

a) Consideraciones Generales

Dichas muestras se deben inspeccionarse lo antes posible (consulte la Tabla 4), porque el deterioro bacteriano en las botellas de muestras continúa. Se debe respetar el tiempo mínimo entre la recolección de Especímenes y laboratorio especificados por el laboratorio para cada muestra. Al recolectar múltiples muestras en un punto o sitio de muestreo, realice primero un análisis microbiológico, luego un análisis biológico y finalmente una determinación física y química para evitar una posible contaminación. En las muestras de derrames, es importante tener en cuenta que la concentración de partículas se ve afectada por la profundidad y el espacio, y puede que no sea uniforme a lo largo del tiempo. Complete un perfil para cada muestra tomada en la serie de conservación e identifique cada vial (etiqueta).

b) Procedimiento de Muestreo

Se empleará recipientes de plástico con entrada amplia y con cierre hermético, limpio y con una capacidad no mayor a 1/2 litro. Primero se apertura el recipiente, y se enjuagara como mínimo 3 veces, posteriormente se preserva, para la realización del análisis general se escoge una muestra que no contenga burbujas, hasta el tope. Para ello se toma 1/3 de la muestra. Y al final para los metales totales, igual se toma al tope la muestra. (Barreto, 2010).

6. Aseguramiento y control de calidad

- Cada operación individual requerirá tratamientos previos en el lugar de la toma de muestras, algunos de ellos son preservantes, reactivos y filtrados.

- En el transporte de las muestras se tendrá en cuenta medidas necesarias para el cuidado de las mencionadas muestras como el embalaje para que no se muevan los envases en el transcurso del traslado.
- El traslado de aquellas muestras que necesiten condiciones de temperaturas particulares, serán realizadas en depósitos apropiados.
- Envíe todos los documentos (formato, cadena de custodia, etiquetas, transacciones, etc.) a los formularios para asegurarse de que los datos del campo no cambien en su descripción.
- Para asegurar que las muestras del dato no varíen en su definición se recomienda enviar toda la documentación correspondiente.
- Es fundamental que los trabajadores de campo se encuentren correctamente capacitados para la aplicación de nuevos métodos estandarizados y aptas en el protocolo actual. (Barreto, 2010).

7. Etapas de la información

a) Recopilación y difusión de información

Los datos correspondientes a caudal y parámetros medidos, se registran en un software especializados en hojas de cálculo en Excel.

b) Análisis de información.

El proceso y análisis de los datos estadísticos que se obtengan en la presente investigación, se empleará Versión del software estadístico Microsoft Excel y SPSS 25 en la comprobación de la información (valores numéricos) proporcionados por el laboratorio; del mismo modo resultados de factores determinantes de evaluación de la tolerabilidad de contaminantes.

c) Generación de las bases de datos

La información recolectada a fin de describir los datos numéricos que se obtengan, se emplearán gráficos, tablas, que serán debidamente procesados para facilitar los análisis estadísticos, ahí se encontrarán los resultados de las variaciones que se obtendrán en los parámetros fisicoquímicos, en las cantidades acumuladas de metales contaminantes

del suelo y en la parte superior (tallo y hojas), y la base (raíz) de las plantas antes y después del tratamiento que se llevará a cabo en la presente investigación; los datos que se presenten serán útiles para la discusión y las conclusiones del estudio.

c) Reporte del Monitoreo

Posteriormente las monitoreo que se hayan tomado para realizar la investigación, serán enviadas con su respectiva ficha de muestreo y cadena de custodia para el análisis inicial de los metales con mayor densidad y parámetros fisicoquímicos del recurso suelo con polución al laboratorio acreditado de análisis de las muestras de suelos. (Barreto, 2010)

ANEXO 5

Plano de ubicación



ANEXO 6

Registro de datos en campo

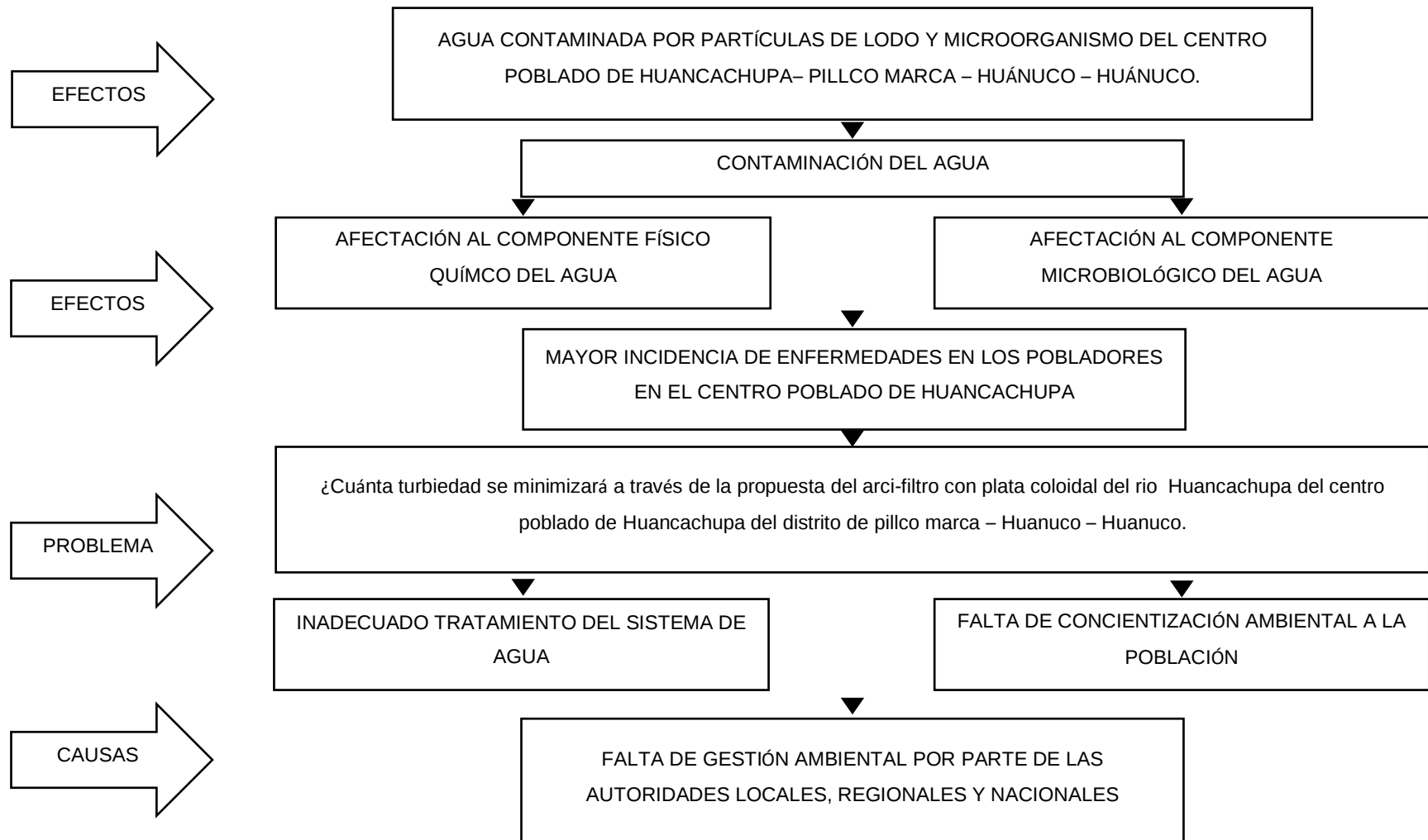
CUENCA:						REALIZADO POR:									
AAA/ALA:						RESPONSABLE									
Punto de monitoreo	Descripción origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Fecha	Hora	PH	T	OD	COND	Observaciones
						Norte/ Sur	Este/ Oeste	msnm				°C	mg/L	Us/cm	

Firma del responsable

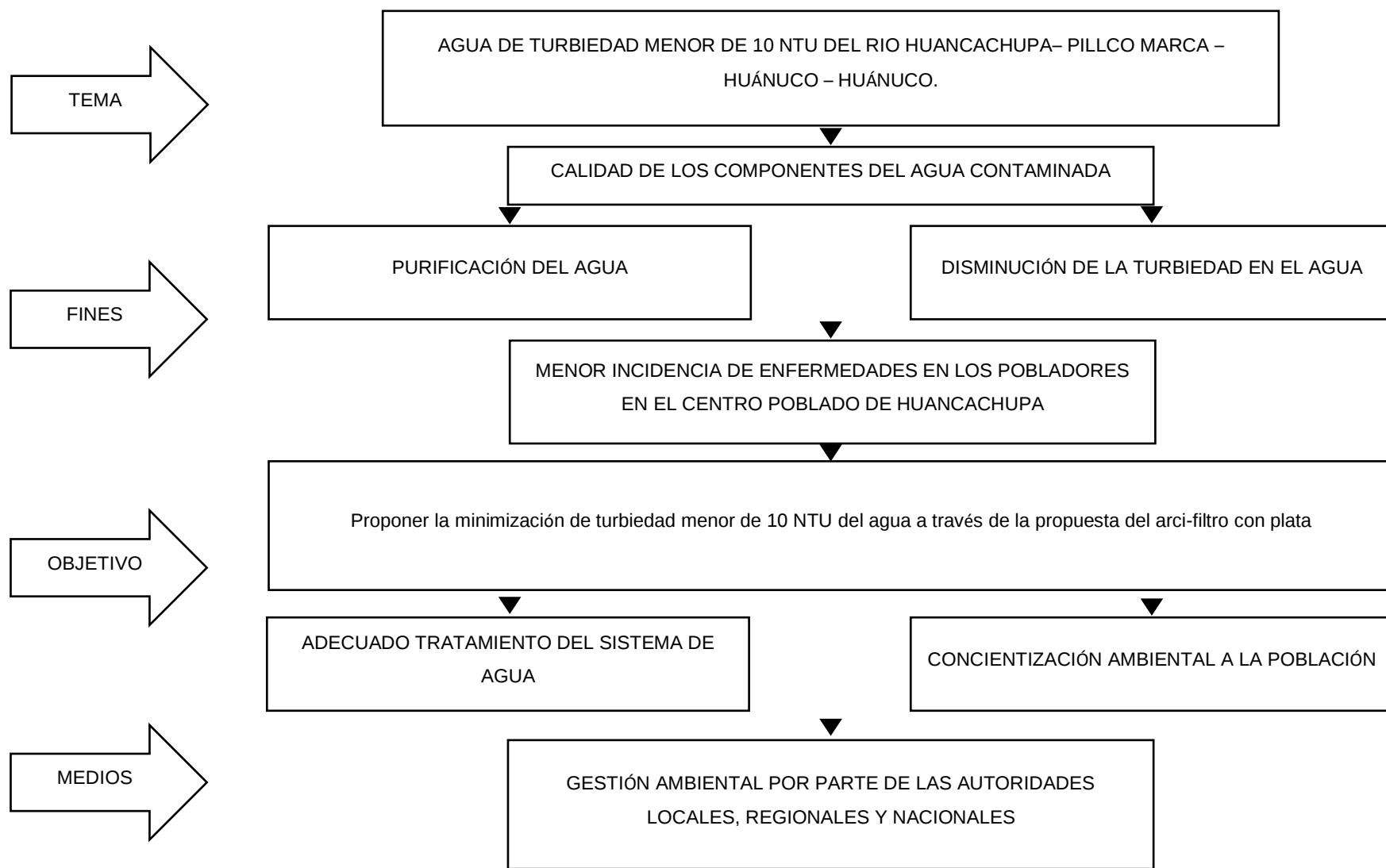
ANEXO 7
Cadena de custodia

Código número de custodia:					Solicitante:					DNI:		Firma:																
Institución:					Dirección:		Distrito:			Provincia:		Depart:																
Teléfono:			FAX:		Responsable de muestreo:					Firma:		Urgencia:																
CODIGO DILAB.	Código de campo	Fecha de muestro	Hora de muestreo	Tipo de muestra	N° de envases por muestreo	Preservación					Parámetros físico - químicos													Parámetros biológicos			Observaciones	
						HCL	H2SO4	HN03	NaOH	Zn	SST	STD	DBO	DQO	Aceites y grasas	Metales totales	Nitrógeno total	Nitrógeno	Nitrato	Nitrito	Fosfato	Cianuro WAP	Fenoles	Sulfuros	Fluoruros	Coli.		Coliformes totales
Entregado:						Recibido:										Fecha		Hora										
Nombres y apellidos:		Firma:		Institución/empresa:		Nombres y apellidos:		Firma:		Institución/empresa:																		

ANEXO 8
Arbol de causas-efectos



ANEXO 9
ARBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 10
PANEL FOTOGRAFICO



ARMADO DE CAPAS CON ARENA DE CUARZO EN EL ARCI - FILTRO



ARMADO COMPLETO DEL ARCI - FILTRO



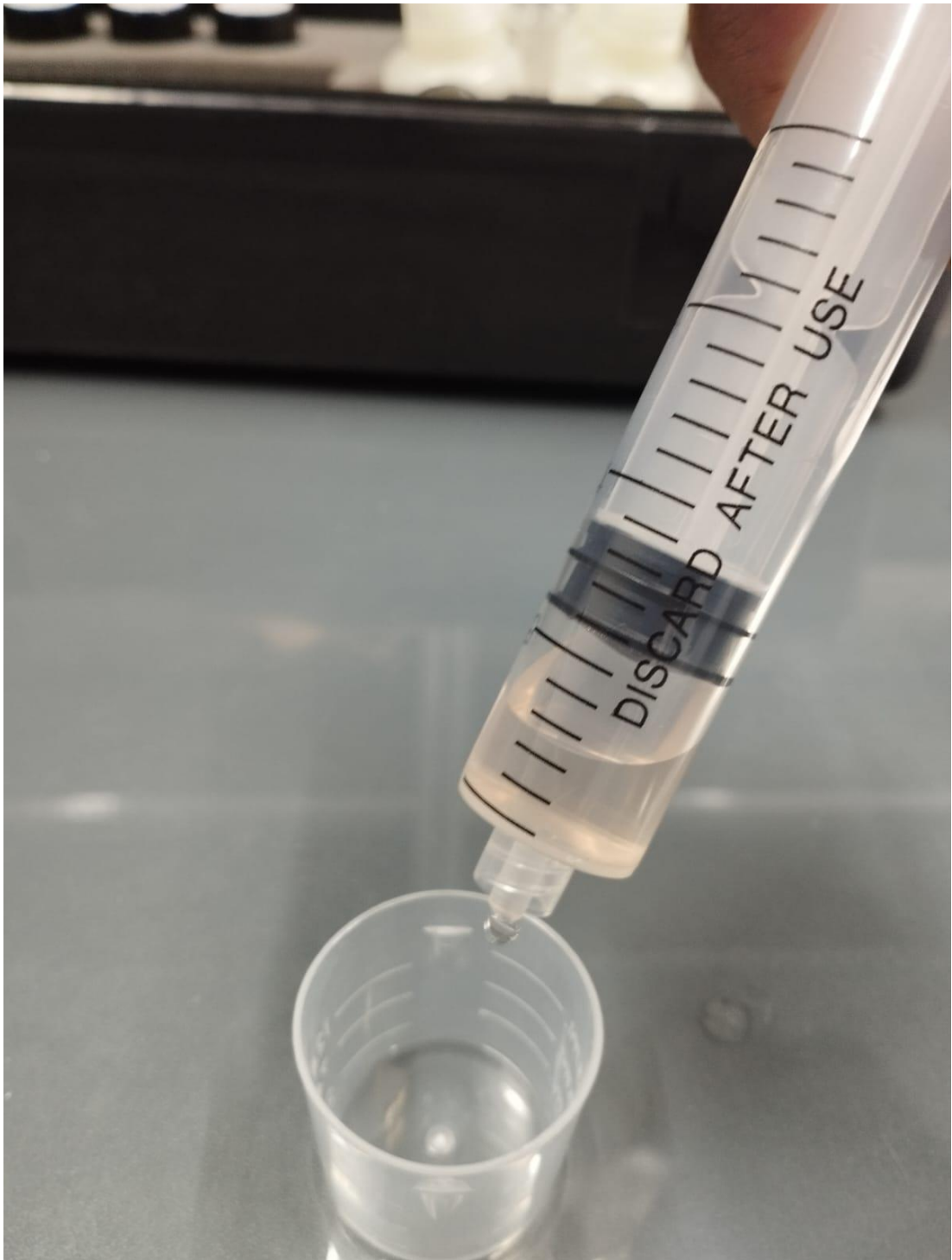
TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA EL AGUA CONTAMINADA DE 20LT



ARMADO COMPLETO DEL ARCI – FILTRO Y EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 20LT



OBSERVACIÓN DEL PROCESO DE FILTRACIÓN A LOS 10 MINUTOS



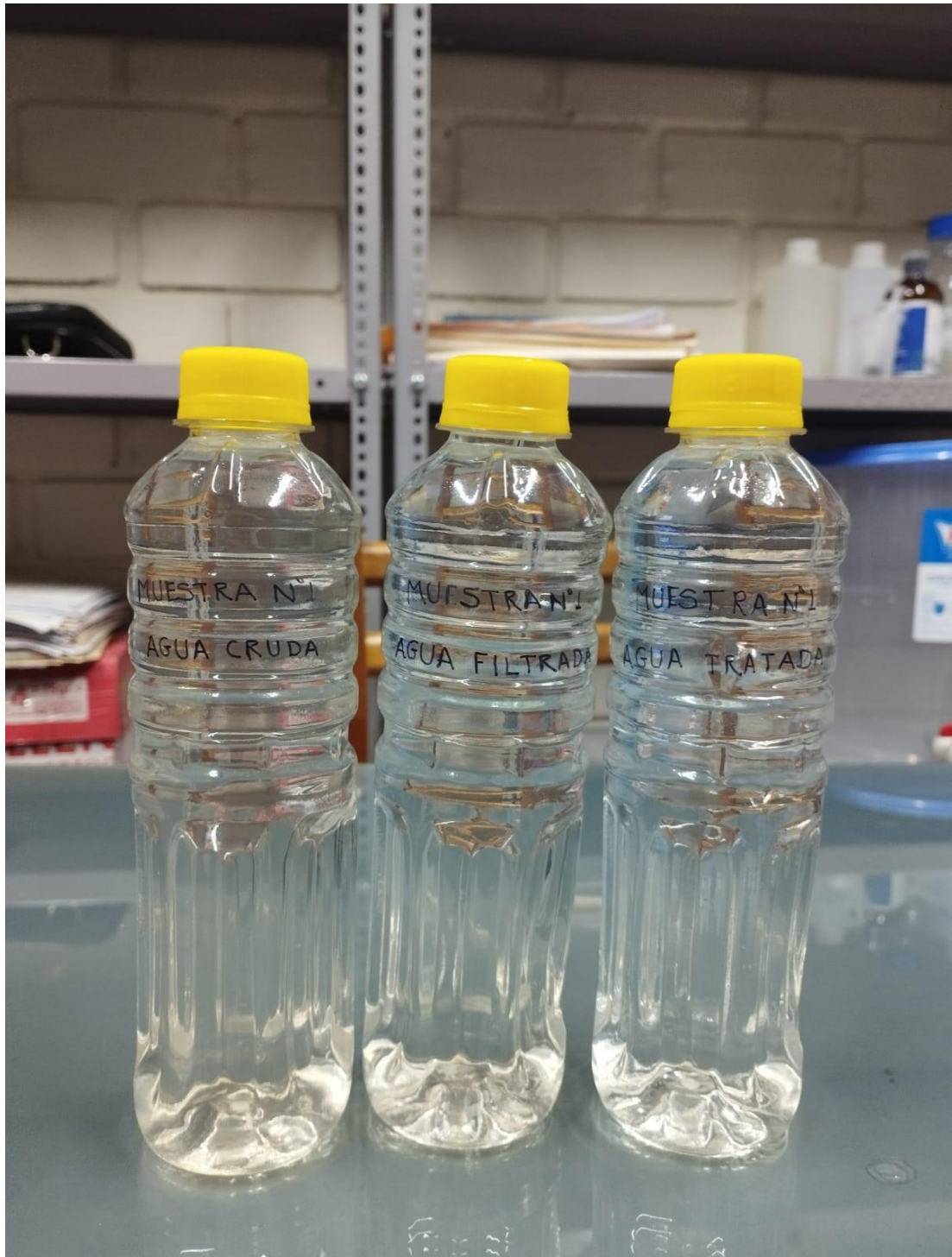
CALIBRACIÓN DE LA PLATA COLOIDAL



PROCEDIMIENTO DE LA INCORPORACIÓN DE LA PLATA COLOIDAL AL AGUA FILTRADA



TOMA DE MUESTRA DE AGUA FILTRADA A LOS 30 MINUTOS PARA MEDIR LOS DIFERENTES PARÁMETROS



MUESTRAS N°01 AGUA CRUDA, AGUA FILTRADA Y AGUA TRATADA



MUESTRAS N°02 AGUA CRUDA, AGUA FILTRADA Y AGUA TRATADA



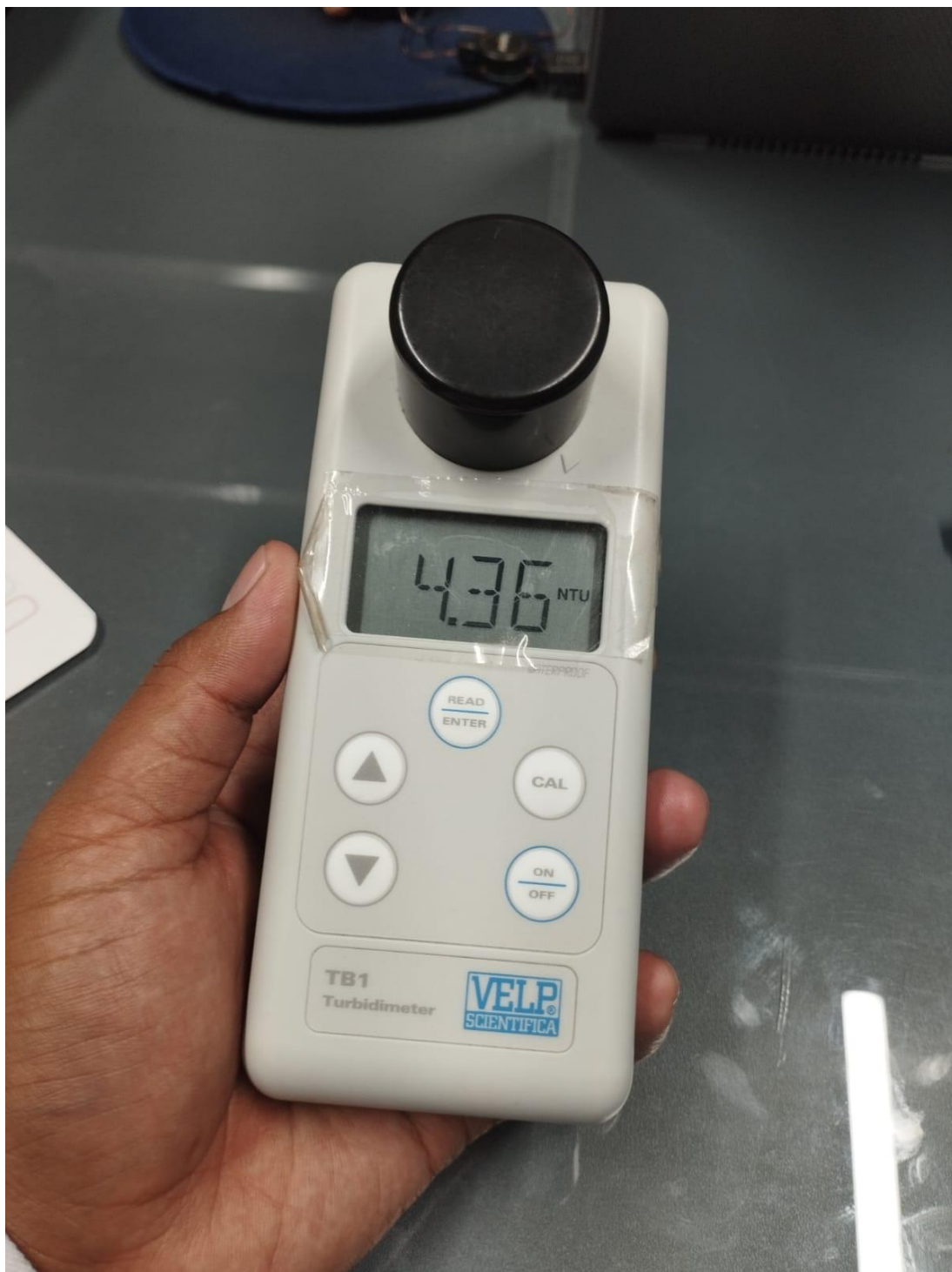
MUESTRAS N°03 AGUA CRUDA, AGUA FILTRADA Y AGUA TRATADA



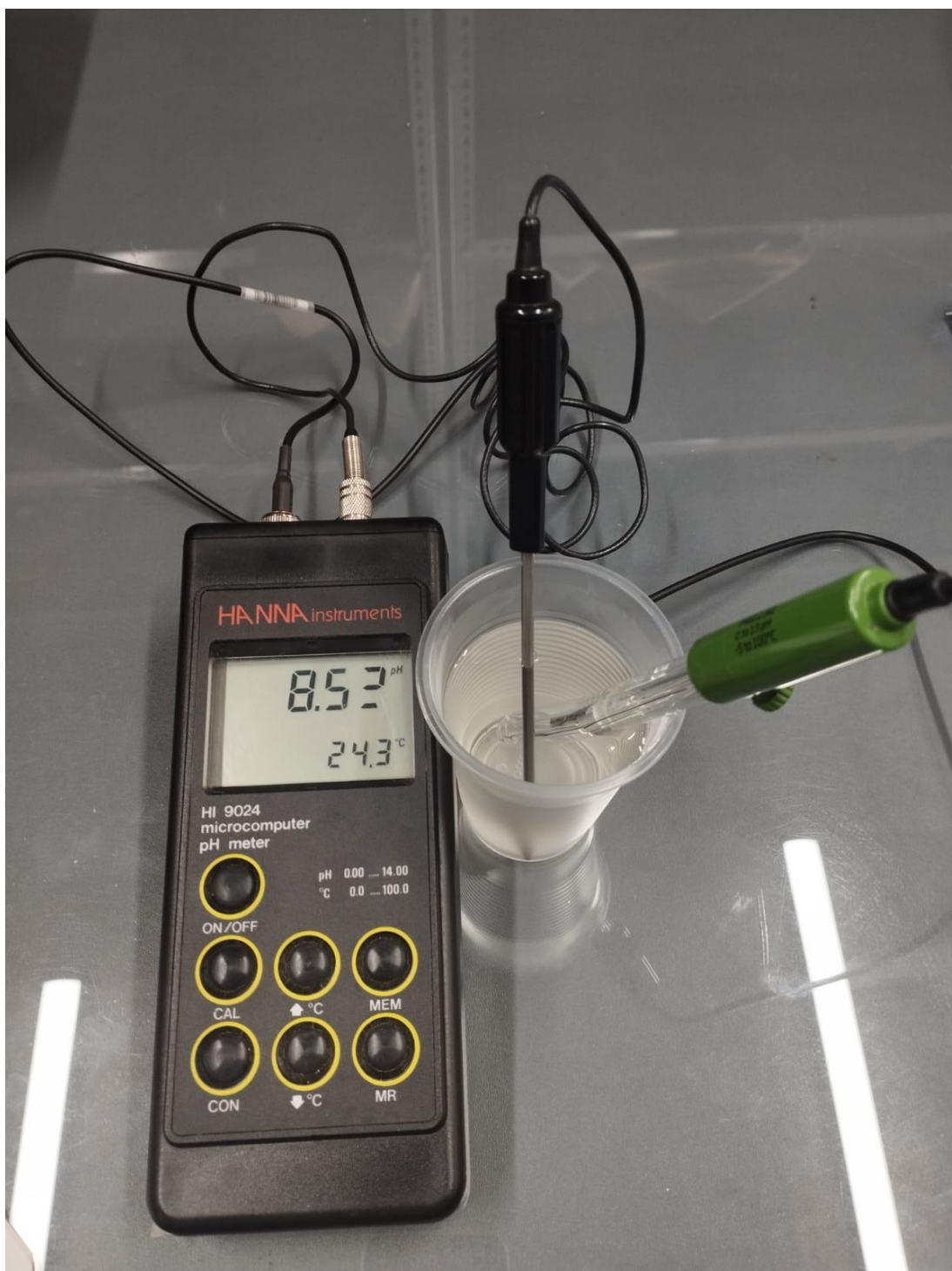
MUESTRAS N°04 AGUA CRUDA, AGUA FILTRADA Y TRATADA



ANALIZANDO LOS PARÁMETROS DE Ph Y TEMPERATURA



ANALIZANDO EL PARÁMETRO DE TURBIEDAD



RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS PARÁMETROS DE Ph Y TEMPERATURA



VISITA DE UNO DE MIS JURADOS EL BIÓLOGO DURAND