

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Eficacia de un sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial”

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

AUTORA: Palacios Salvador, Wendy Meleine

ASESOR: Zacarías Ventura, Héctor Raúl

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

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 Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72229965

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22515329

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

Código ORCID: 0000-0002-7210-5675

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288

D

H



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

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 17:00 horas del día 19 del mes de julio del año 2023, 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. Frank Erick Cámara Llanos (Presidente)
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Secretario)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1508-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL"**, presentado por el (la) Bach. **PALACIOS SALVADOR, WENDY MELEINE**, 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 **1.6**... y cualitativo de **BUENO**..... (Art. 47)

Siendo las **18:01** horas del día **19**.....del mes de **JULIO**...del año **2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Cámara Llanos
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

Mg. Yasser Vasquez Baca
ORCID: 0000-0002-7136-697X
Secretario

Mg. Milton Edwin Morales Aquino
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **HÉCTOR RAÚL ZACARIAS VENTURA**, asesor del P.A. de Ingeniería Ambiental y designado mediante documento: RESOLUCIÓN RN°1732-2022-D-FI-UDH de la Bach. **WENDY MELEINE PALACIOS SALVADOR**, de la investigación titulada “EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL”

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 20% 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, 29 de agosto de 2023.

ZACARIAS VENTURA, Héctor Raúl

DNI N° 22515329

Código ORCID: 0000-0002-7210-5675

eficacia de un sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	19%	9%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	investigacion.cloududh.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%



Dr. Héctor R. Zacarías Ventura

DNI N° 22515329

Código ORCID: 0000-0002-7210-5675

DEDICATORIA

En especial a Dios, mi creador, porque permitió que se realice esta investigación, brindándome los recursos necesarios, ayudándome a afrontar todo obstáculo que se haya presentado.

A mi madre, quién siempre estuvo preocupándose por mi bienestar y animándome en todo momento.

A mis hermanos, quiénes estuvieron apoyándome y aconsejándome en el transcurso de mi vida.

AGRADECIMIENTO

En especial, a mi Dios, que en todo momento me brindó protección en el transcurso de mi carrera universitaria y por la sabiduría que me otorga, sin Él nada hubiera sido posible.

A mi madre asimismo hermanos por el apoyo absoluto que me dieron en todo momento de mi vida, por la dedicación y esfuerzo para brindarme todos los recursos y valores de la vida.

A mi hermano en Cristo, Daniel Claudio Sánchez por el apoyo como también paciencia en el desarrollo de la investigación como también en mi vida universitaria.

A mi querido amigo Alberto Jara Trujillo, por los ánimos, apoyo y conocimientos brindados en el transcurso de la investigación.

Al Dr. Héctor Zacarías Ventura, por el asesoramiento brindado a lo largo de la realización de la investigación.

Por último, a mis docentes pertenecientes al Programa Académico de Ingeniería Ambiental perteneciente a la Universidad de Huánuco, quiénes me dieron el conocimiento base respecto a mi respectiva carrera profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	19
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	19
1.3. OBJETIVOS.....	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	23
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	25
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	29
2.2. BASES TEÓRICAS.....	32
2.2.1. SISTEMA DE FILTRACIÓN DE AGUA.....	32
2.2.2. SISTEMAS PARA USO HUMANO.....	35
2.2.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN.....	36

2.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN DEL AGUA PLUVIAL.....	39
2.2.5. FILTRACIÓN.....	40
2.2.6. FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO.....	42
2.2.7. AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO.....	46
2.2.8. PARÁMETROS DEL AGUA DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO	62
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	64
2.4. HIPÓTESIS GENERAL.....	65
2.5. VARIABLES.....	66
2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN.....	66
2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA.....	66
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	67
CAPÍTULO III.....	68
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	68
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	68
3.1.1. ENFOQUE	68
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	68
3.1.3. DISEÑO	68
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	69
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	70
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	70
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	77
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ..	77
CAPÍTULO IV	78
RESULTADOS	78
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	78
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ..	86
CAPÍTULO V	91
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	91
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	91
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

ANEXOS 110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los filtros de tipo rápido	34
Tabla 2 Composición química del carbón que se encuentra activado	43
Tabla 3 Marco legal e institucional relacionado al consumo de agua como también al tratamiento de agua.....	46
Tabla 4 Enfermedades transmitidas mediante el agua	49
Tabla 5 Límites Máximos Permisibles de parámetros sobre la calidad del agua para el consumo humano	63
Tabla 6 Coordenadas UTM – WGS84	69
Tabla 7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	70
Tabla 8 Dimensiones del filtro.....	72
Tabla 9 Parámetros fisicoquímicos del agua pluvial previo como también posterior al uso del sistema de filtración	78
Tabla 10 Parámetros microbiológicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración	82
Tabla 11 Prueba de normalidad de datos	85
Tabla 12 T de Student para muestras relacionadas para la contrastación de la hipótesis de los parámetros fisicoquímicos	87
Tabla 13 T de Student para muestras relacionadas para la contrastación de la hipótesis de los parámetros microbiológicos.....	88
Tabla 14 Tabla interpretativa de la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial respecto al exceso del Límite Máximo Permisible del D. S. N°031-2010-SA.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elementos del sistema de filtración: Área de captación	36
Figura 2 Elementos del sistema de filtración: Recolección - conducción.....	37
Figura 3 Elementos del sistema de filtración: Interceptor	38
Figura 4 Elementos del sistema de filtración: Almacenamiento	38
Figura 5 Elementos del sistema de filtración (vista ampliada)	39
Figura 6 Diseño del filtro	72
Figura 7 Indicador de color antes y después del uso del sistema de filtración	79
Figura 8 Indicador de turbiedad antes y después del sistema de filtración...	79
Figura 9 Indicador de pH antes y después del sistema de filtración	79
Figura 10 Indicador de sulfatos antes y después del uso del sistema de filtración	80
Figura 11 Indicador de dureza total antes y después del uso del sistema de filtración	80
Figura 12 Indicador de Cloruros antes y después del uso del sistema de filtración	80
Figura 13 Indicadores de amoníaco, hierro, manganeso, aluminio y cobre, antes y después del uso del sistema de filtración	81
Figura 14 Indicadores de STD y Zinc antes y después del uso del sistema de filtración	81
Figura 15 Indicador de conductividad antes y después del uso del sistema de filtración	81
Figura 16 Indicador de Sodio antes y después del uso del sistema de filtración	82
Figura 17 Indicador de Bacterias Heterotróficas antes y después del uso del sistema de filtración	83
Figura 18 Indicadores de B. Coliformes Totales como también B. Coliformes Termotolerantes antes y después del uso del sistema de filtración.....	83
Figura 19 Indicador de E. Coli antes y después del uso del sistema de filtración	83

Figura 20 Indicador de Organismos de vida libre antes y después del uso del sistema de filtración	84
Figura 21 Indicador de Huevos y larvas de Helmintos antes y después del uso del sistema de filtración	84

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Secado de la cáscara del coco	154
Fotografía 2 Carbonización de la cáscara del coco	154
Fotografía 3 Cáscara carbonizada, luego de la limpieza con el agua destilada	155
Fotografía 4 Proceso de molienda del carbón proveniente de la cáscara del coco.....	155
Fotografía 5 Tamizado del carbón una vez molido.....	155
Fotografía 6 Peso del carbón tamizado proveniente de la cáscara del coco	156
Fotografía 7 Materiales para la activación del carbón	156
Fotografía 8 Disolución del ácido fosfórico con el agua destilada	157
Fotografía 9 Adición del ácido fosfórico diluido al 40% al carbón tamizado	157
Fotografía 10 Colocación del papel aluminio al recipiente donde se encuentra la mezcla	158
Fotografía 11 Colocación del carbón con ácido fosfórico al horno para la evaporación de líquido restante	158
Fotografía 12 Colocación del carbón activado a otro recipiente para el secado	159
Fotografía 13 Carbón activado considerado para el estudio	159
Fotografía 14 Materiales que incorporaron el filtro del sistema	160
Fotografía 15 Sistema de filtración	160
Fotografía 16 Recolección de información respecto a los parámetros in situ de la muestra inicial (pre test).....	161
Fotografía 17 Muestra recolectada (pre test)	161
Fotografía 18 Toma de muestra del agua pluvial filtrada (primer post test)	161
Fotografía 19 Toma de muestra del agua pluvial filtrada (segundo post test)	162
Fotografía 20 Toma de muestra del agua pluvial filtrada (tercer post test).	162
Fotografía 21 Toma de muestra del agua pluvial filtrada (cuarto post test)	163
Fotografía 22 Muestras recolectadas (post test)	163

Fotografía 23 Visita técnica del Mg. Frank Erick Cámara Llanos, jurado supervisor.....	164
Fotografía 24 Propietaria de la vivienda donde se realizó el estudio.....	164
Fotografía 25 Autorización por parte de la dueña de la vivienda para la implementación del sistema de filtración.....	165

RESUMEN

El **objetivo** de la investigación a presentar consistió en evaluar la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial. Cuya **metodología** fue del nivel aplicativo, diseño cuasi experimental; la muestra fue 80L de agua pluvial, conformándose por 4 unidades de estudio de 20L que fueron sometidos al sistema de filtración; llegó a realizarse el pre y post test de dichas muestras considerándose parámetros tanto fisicoquímicos como microbiológicos. Como **resultado** en el pre test se obtuvo que la turbiedad (23UNT), hierro (0.50mg/l), aluminio (0.43mg/l), zinc (274.77mg/l), Coliformes Totales (23UFC por cien mililitros), Coliformes Termotolerantes (23UFC por cien mililitros), OVL (1751Org./L) y E. Coli (370000UFC por cien mililitros) excedieron los LMP del Decreto Supremo N°031-2010-SA, en el post test se obtuvo en color (6.91UCV), turbiedad (2.53UNT), pH (8.18), sulfatos (39.68SO₄⁼mg/l), STD (131.83mg/l), dureza total (64.12CaCO₃mg/l), cloruros (2.15Cl⁻mg/l), conductividad (234.50µmho/cm), amoníaco (0.0425mg/l), hierro (0.11mg/l), manganeso (0.02mg/l), aluminio (0.05mg/l), cobre (0.00mg/l), zinc (0.09mg/l), sodio (2.70mg/l), Heterotróficas (15UFC/ml), Coliformes Totales (23UFC por cien mililitros), Coliformes Termotolerantes (17.75UFC por cien mililitros), OVL (37682.75Org./L), E. Coli (1020000UFC por cien mililitros), huevos y larvas de Helmintos (0 Huevos/L). **Conclusión**, el sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco no fue eficaz en la obtención del agua para consumo humano a partir de agua pluvial; esta afirmación se hizo con un noventa y cinco por ciento de nivel de confianza.

Palabras claves: Agua pluvial, carbón activado, filtración, LMP, sistema.

ABSTRACT

The **objective** of the research to be presented consisted of evaluating the effectiveness of the filtration system with activated carbon based on coconut shell to obtain water for human consumption from rainwater. Whose **methodology** was of the application level, quasi-experimental design; the sample was 80L of rainwater, consisting of 4 study units of 20L that were subjected to the filtration system; the pre and post test of these samples was carried out considering both physicochemical and microbiological parameters. As a **result**, in the pre-test it was obtained that turbidity (23UNT), iron (0.50mg/l), aluminum (0.43mg/l), zinc (274.77mg/l), Total Coliforms (23UFC per hundred milliliters), Thermotolerant Coliforms (23UFC per hundred milliliters), OVL (1751Org./L) and E. Coli (370000UFC per hundred milliliters) exceeded the LMP of Supreme Decret N° 031- 2010- SA, in the post test it was obtained in color (6.91UCV), turbidity (2.53UNT), pH (8.18), sulfates (39.68SO₄=mg/l), STD (131.83mg/l), total hardness (64.12CaCO₃mg/l), chlorides (2.15Clmg/l), conductivity (234.50µmho/cm), ammonia (0.0425mg/l), iron (0.11mg/l), manganese (0.02mg/l), aluminum (0.05mg/l), copper (0.00mg/l), zinc (0.09mg/l), sodium (2.70mg/l), Heterotrophic (15UFC/ml), Total Coliforms (23UFC per hundred milliliters), Thermotolerant Coliforms (17.75UFC per hundred milliliters), OVL (37682.75Org./L), E. Coli (1020000UFC per hundred milliliters), Helminths eggs and larvae (0Eggs/L). **Conclusion**, the activated carbon filtration system based on coconut shell was not effective in obtaining water for human consumption from rainwater; this claim was made at a ninety five percent confidence level.

Key words: Rainwater, activated carbon, filtration, LMP, system.

INTRODUCCIÓN

La condición del agua pluvial llega a alterarse debido a la presencia de partículas como también gases emitidos por las fuentes naturales también antropogénicas hacia la atmósfera, haciendo imposible su consumo directo sin una previa filtración.

La vivienda considerada para el estudio, ubicada en el C.P. de Chacabamba, no cuenta con agua potable; las personas de dicha vivienda captan el agua pluvial de una manera artesanal, colocando depósitos en el suelo y recolectando el agua pluvial proveniente de los techos mediante canaletas; dicho recurso hídrico presenta una amenaza para su salud por su consumo directo, ya que podría darse la ingesta de sustancias tóxicas presentes en la atmósfera.

Debido a ello se formuló como problema general: ¿Cuál es la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial?. La investigación se justifica por la necesidad de una alternativa de solución respecto al manejo del agua pluvial destinada al consumo humano en dicha vivienda, siendo el presente estudio una opción para dar solución al problema mencionado; además se contribuye al conocimiento con respecto a la filtración del agua pluvial.

Teniendo como objetivo el evaluar la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial. El método del estudio llegó a ser cuasi experimental, consistiendo en la implementación del sistema de filtración en la vivienda que no tiene un acceso al agua potable, para así poder mejorar las características del agua pluvial direccionada al consumo; se realizaron los análisis del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración con carbón activado (1 pre y 4 post test), para luego compararlos con los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA. Las limitaciones fueron que la investigación solo abarcó el proceso de filtración y la escasa información local sobre los contaminantes existentes en el agua pluvial.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se sabe que el agua refiere como el elemento de vital importancia para todos los animales, plantas y seres humanos; su escasez afecta a todas las posibilidades de desarrollo y bienestar para cualquier población, porque sin el agua no se daría la vida. Además de ser una sustancia muy importante para la vida, también es ampliamente usada en diferentes actividades del hombre como en la agricultura, como un medio de transporte, en la producción de la energía de tipo eléctrica, en las industrias, en el hogar, entre otros.

Es por ello que el agua viene a ser considerada como uno de los recursos más apreciados en el mundo, debido a ello es necesario no darle un mal uso ni contaminarlo, sino todo lo contrario, priorizar su conservación, reaprovechamiento y eludir la polución de toda fuente de agua en su estado natural; para garantizar su sostenibilidad y aprovechamiento para las generaciones tanto presentes como también futuras.

Según Ercilio et al. (2005) el 71% del planeta viene a ser agua, pero que en un 97,5 % del total de todos los recursos hídricos existentes viene a ser agua salada; también menciona que el volumen absoluto del agua viene a ser 1.400 millones de kilómetros cúbicos aproximadamente, del cual un 2,5 %, o en torno a los treinta y cinco millones de kilómetros cúbicos viene a ser agua dulce; presentándose una gran proporción en forma de nieves eternas o hielos perennes, que se encuentran disponibles alejados de la mayor parte de las comunidades, ello implica más aún las preguntas existentes sobre el cuidado de este recurso vital.

Sin embargo, la mayoría de habitantes en el mundo le dan un uso derrochador al agua dulce, en sus distintas actividades e incluso no aplican lo que es el reaprovechamiento, si en caso les sea posible; cabe recalcar que

actualmente debemos de considerar dicho reaprovechamiento de los diversos tipos existentes de agua, debido a que ya se vive la escasez de este recurso.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), llega a indicar que la utilización del agua vino aumentando en 1% anual en varias partes del planeta, esto se da desde los años 80 del siglo XX, esto es a causa de la combinación del cambio en los modelos de consumos, del incremento de la densidad poblacional como también del desarrollo socioeconómico, dicho requerimiento mundial de este recurso se pronostica que seguirá ascendiendo a una medida semejante hasta el año 2050 (UNESCO, 2019).

Si bien es cierto el consumo y por ende la carestía de este recurso hídrico seguirá ascendiendo según siga aumentando la densidad poblacional en el mundo y también por el uso que se le da en las distintas actividades antropogénicas que se vienen realizando como lo es la agricultura, la minería, ganadería, entre otros; por eso es imprescindible e importante aprovechar el agua pluvial lo más que pueda ser posible; sin embargo debido a la contaminación atmosférica, el agua pluvial presenta ciertos contaminantes que en un consumo directo de esta fuente de agua de manera continua podría dañar a la salud.

Bolaños et al. (2017) mencionan que el sulfato el cual viene a ser un constituyente principal que se encuentra disuelto en la lluvia, que cuyo nivel tiene una correlación con las emisiones del dióxido de azufre originadas debido a la acción del hombre; su elevada concentración presente en el agua que es destinado al consumo tiene un efecto de laxante.

Según García (2018) indica que la industrialización como también la elevada densidad de la población presentan efectos colaterales sobre la química de las lluvias, además de ello indicó que el agua pluvial de la Ciudad de México aparte de tener microorganismos, tiene níquel, zinc, arsénico, plomo, mercurio también aluminio; y debido a dichos contaminantes el agua pluvial solo podría usarse para lavar automóviles y algunas prendas o para el riego, sin embargo, no para consumo humano de manera directa.

Nuestro país no escapa de este problema de contaminación atmosférica, además si bien es cierto el Perú cuenta con varias fuentes disponibles de agua de clasificación dulce, pero también no escapa del problema de escasez del recurso hídrico que sea adecuada para que las personas puedan consumirla que ya viene a ser una realidad que se viene viviendo desde hace varios años atrás; asimismo en los lugares donde la sostenibilidad económica de las poblaciones que llegan a depender de la agricultura son vulnerables a la pérdida de sus cultivos debido a la escasez de este recurso.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática conocido como el INEI, en su informe señala que, desde mayo 2019 hasta abril 2020, un 9,2 % de toda la población del Perú no tuvo ingreso al agua mediante la red pública, ellos se abastecían de pozos (1,6%), camiones cisternas (1,2%), manantial, acequia y río (3,5 %) y entre otros (2,8 %); en lo que es el territorio urbano un 5,2% de su población no tuvo ingreso al agua de una red pública asimismo consumían agua proveniente de pozos (1 %), camiones cisternas (1,4%) y de manantial, acequia, río y otras fuentes (2,8%); mientras que en el territorio rural un 23,7% de su población no tuvieron accesibilidad al agua de una red pública, siendo un mayor porcentaje (15%) los que se abastecían del agua de manantial, acequia, río entre otras fuentes (4,2%); también indica que en el periodo del 2019 al 2020, 7 millones 355 mil personas (22,6%) consumían agua no potable y que el 73,1% de la población de la región de Huánuco, presentan una cobertura menor de agua mediante red pública (INEI, 2020).

En estas áreas, donde la población no tiene ingreso hacia el agua mediante una red pública, las personas se encuentran vulnerables a obtener enfermedades como el cólera, la diarrea, hepatitis, paludismo, entre otros; según la data numérica dada por el IHME (Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud) en el 2019 en Perú hubieron 1,221.8 muertes debido a la diarrea, a causa del paludismo hubieron 19.22 muertes, en caso de hepatitis A hubieron 13,77 muertes (IHME, 2022); en el caso del cólera según Vadillo (2020) desde el año 1991 – 2000 hubieron 2,909 fallecidos.

La vivienda considerada para el estudio se encuentra localizada en el C.P. llamado Chacabamba, localizada en el distrito de Pillco Marca, provincia

como también región de Huánuco, no cuenta con agua potable, abasteciéndose con agua pluvial sin ningún previo proceso de filtración; debido a la ausencia de una accesibilidad al agua por red pública padecen de escasez del agua para sus actividades y más aún no tienen agua que sea de una calidad adecuada para ser direccionado hacia el consumo humano, causándoles problemas a su salud.

Las consecuencias de seguir consumiendo el agua pluvial directamente sin ningún tipo de filtración no solo les ocasionarían enfermedades diarreicas, sino también otros tipos de enfermedades; ya que el agua pluvial si bien es cierto era considerada como una fuente de agua limpia, pero esto cambió con el pasar de los años debido al incremento de la contaminación atmosférica en nuestro planeta, causado mayormente por la quema de los combustibles fósiles, ya que estas sustancias contaminantes van a formar parte de la lluvia, dichas sustancias pueden ser material particulado o sulfatos, entre otros.

Debido a ello llega a ser imprescindible que el agua pluvial llegue a pasar mediante un proceso de filtración con tal de poder ser apto para el consumo humano, para prevenir enfermedades a las personas que lo consumen.

En este contexto debido a la falta de una filtración del agua pluvial que consumen las personas de la vivienda, se planteó el presente estudio:

“Eficacia de un sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial”

Dicho estudio consistió en diseñar e implementar un sistema de filtración en la vivienda que consume el agua pluvial de manera directa, dicho sistema que recolectó el agua pluvial, se encontró conformado por un filtro constituido por un carbón que se encontró activado, realizado a partir de la cáscara del coco, por donde pasó el agua pluvial recolectada que luego pasó a un recipiente de almacenamiento, finalmente se evaluó cuan eficaz fue este sistema de filtración.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración?

¿Cuáles son los parámetros microbiológicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración?

¿Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, luego de la intervención del sistema de filtración, cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del Reglamento referido a la calidad del agua para el consumo humano?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir los parámetros fisicoquímicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración.

Describir los parámetros microbiológicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración.

Evaluar si los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, luego de la intervención del sistema de filtración, cumplen con los Límites

Máximos Permisibles (LMP) del Reglamento referido a la calidad del agua para el consumo humano.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente diversos contaminantes presentes en la atmósfera forman parte del agua pluvial, si bien es cierto en años anteriores no se evidenciaban problemas en la salud debido al consumo directo del agua pluvial, pero hoy en día al consumirlo directamente en cantidades considerables causa enfermedades como la diarrea, el hepatitis o el paludismo entre otros, esto se debe a que el agua pluvial contiene valores elevados de contaminantes que están presentes en el aire, esto debido al incremento de la contaminación atmosférica.

La vivienda que se consideró se encuentra en el C. P. de Chacabamba, no cuenta con agua potable, las personas de dicha vivienda captan el agua pluvial de una manera artesanal, colocando depósitos en el suelo y recolectando el agua pluvial proveniente de los techos mediante las canaletas, dicho recurso hídrico presenta una amenaza para su salud, ya que puede contribuir a transmitir enfermedades.

Por lo tanto, debido a este problema se visualizó la necesidad de proponer una nueva alternativa de solución sobre el manejo del agua pluvial que es destinado al consumo humano.

De este modo el presente estudio fue una opción de las tantas para dar solución al problema mencionado que se basó en un sistema de filtración, cuyo sistema fue instalado en una vivienda que no cuenta con agua potable, para así poder mejorar las características del agua pluvial destinada al consumo de las personas de dicha vivienda que se consideró para el estudio. A la vez también se contribuyó al conocimiento con respecto de la filtración de agua pluvial.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio que se presenta estuvo limitado a trabajar con la cantidad del agua captada que es dependiente de la precipitación generada en la zona como también en el área de la captación donde se encuentra ubicada la vivienda considerada para el estudio.

Otra limitación que se presentó vino a ser que, de la totalidad de los procesos abarcados en el tratamiento de agua destinado al consumo por parte de las personas, los cuales vienen a ser el cibrado, coagulación – floculación, sedimentación, filtración como también desinfección; el estudio se encontró enfocado en el proceso de filtración.

También se contó con una limitación espacial ya que la instalación del sistema de filtración solo se realizó a una vivienda, por el motivo que no se identificaron a más viviendas que no tengan ingreso al agua potable o porque estuvieron fuera del alcance espacial del investigador. Por último, se contó con una escasa información local sobre los diversos contaminantes atmosféricos que están presentes en el agua pluvial.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La ejecución del estudio fue en la vivienda que se encontró en un terreno de fácil acceso y al alcance espacial para el investigador.

Además, las personas de dicha vivienda dieron las facilidades con respecto al acceso de los materiales que se necesitaron para la implementación del sistema de filtración, necesario para el proceso de filtración del agua pluvial; también se encontraron interesados en la investigación ya que mejoró en gran parte las características del agua que ellos del cual hacen uso.

El estudio contó con una viabilidad ecológica ya que debido al aprovechamiento del agua pluvial se redujo el gasto energético que se necesita en el tratamiento del agua potable, su aprovechamiento fue económicamente útil, además de que fue una estrategia para combatir la

escasez del agua potable en las zonas que se encuentran en la parte rural donde no se cuentan con un fácil acceso a dicha agua.

Asimismo, se contó con la disposición del tiempo para la recopilación de información con respecto al monitoreo de calidad que presentó el agua pluvial.

Finalmente, los materiales destinados hacia la elaboración del sistema de filtración no fueron costosos, llegando a estar al alcance económico del investigador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Carrasco y Londa (2018), presentaron dicha tesis: Obtención de carbón activado a partir de la cáscara del coco "*Cocos nucifera L*", Universidad de Cuenca, Ecuador, tuvieron como **objetivo** realizar la activación química para obtener carbón activado desde el endocarpio de coco "*Cocos nucifera L*", en su **metodología** emplearon los residuos originados en la extracción de la pulpa y su activación se realizó con el ácido fosfórico por medio de dos métodos, donde experimentaron con tiempos, temperaturas diferentes y concentraciones distintas, en el primer método usaron una concentración de ácido fosfórico al 85% por 24 horas a 120°C y en el segundo método usaron una concentración de ácido fosfórico al 40% por 2.5 horas a 300 °C, seleccionaron la materia prima teniendo en cuenta el porcentaje tanto de las cenizas como también de la humedad, además evaluaron parámetros (área superficial, densidad aparente e índice de yodo), como **resultado** obtuvieron que el área superficial (BET) lo determinaron de las muestras del carbón activado tanto de la concentración al 40 % porque este mostró un alto índice de yodo asimismo una mayor capacidad de adsorción, lo cual generó un área superficial de unos 660.287m²/g de carbón activado, como **conclusión** demostraron que dichos carbones activados que obtuvieron fueron utilizados para la atracción de los residuos de cloro presentes en el agua calificado como potable de donde obtuvieron un óptimo resultado respecto al carbón activado de concentración a un 40% porque lograron disminuir la acumulación del cloro residual de 0.81ppm al 0.3 ppm.

Ortiz y Velandia (2017) presentaron la tesis: Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la Universidad

Católica de Colombia a partir de un modelo de recolección de agua, Universidad Católica de Colombia, tuvieron el **objetivo** de analizar el agua pluvial recogido en el edificio de la Universidad Católica de Colombia para su recolección como también su distribución, a partir de un modelo físico, para la **metodología** emplearon la construcción de la estructura del modelo físico de captación como también utilización del agua proveniente de la lluvia, utilizaron materiales que no contaminaron al agua, luego establecieron una ubicación para el sistema, determinaron el área para la recolección lo cual fue una tolva, la estructura contuvo capas del material en forma granular lo cual conformó el filtro por el cual pasó el agua pluvial que fue recogida hacia un tanque usado para su almacenamiento, luego recopilaron información para que determinen el volumen recolectado durante 30 días calendario, con ello realizaron una proyección para toda la cubierta del bloque considerado, por último recolectaron muestras para realizar los respectivos análisis sobre el agua pluvial recogida, con el fin de saber sobre el uso más conveniente para dicha agua, como **resultado** obtuvieron que luego de la filtración mejoraron las características físicas del agua pluvial que fue recogida y el uso que se le dio fue para los servicios en general como el aseo de sus instalaciones y para la descarga de los inodoros, como **conclusión** demostraron que el modelo que crearon para el recogimiento y el filtrado del agua pluvial, da una solución de manera sustentable para la fabricación, también proporciona agua de característica adecuada.

Bravo y Garzón (2017), en su tesis titulada: Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial del coco (*Cocus nucifera*) para remoción de contaminantes en agua, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador, el **objetivo** que tuvieron fue estimar la eficiencia con la que cuenta el carbón activado proveniente de residuos agro industriales del coco en la eliminación de los contaminantes presentes en el agua, su **metodología** consistió en emplear la cáscara del coco proveniente del lugar de Pimpiguasi; elaboraron el carbón activado a través de la activación física a 700°C durante una hora, aplicaron un diseño aleatorio con 3 repeticiones y sus

respectivos tratamientos de 25, 50 hasta 100 gr de carbón que se encuentra activado por la cual filtraron un litro del agua sintética que estuvo constituida de cloro (0,0025g) asimismo un gramo de suelo limoso, para sus unidades experimentales realizaron 9 filtros, elaboraron los análisis físicos como el residuo de cloro, los sólidos que están en suspensión, pH, turbiedad y color; todos esos % de la supresión de los parámetros que evaluaron luego lo procesaron mediante el software estadístico InfoStat de versión 2016, respecto al **resultado** que obtuvieron en la realización del carbón activado llegó a ser de 823,5 gramos, los parámetros de sólidos suspendidos y del cloro libre residual presentaron diferencias de manera significativa, en el caso del pH no presentó mucha diferencia; y en el caso del color y turbidez si presentaron diferencias como similitudes muy significativas entre todos los tratamientos, como **conclusión** demostraron que la eficiencia que obtuvieron en la supresión de las poluciones presentes en el agua fue elevada, los porcentajes de la eliminación estuvieron entre los 58 hasta el 76 %, del cual el tratamiento 3 que fue de 100 gramos del carbón que se encuentra activado resultó el más eficiente cuyo porcentaje fue de 75,68 % sobre la eliminación de los contaminantes del agua.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Hidalgo y Trigozo (2020) presentaron la tesis: Diseño de un sistema colector con filtro de carbón activado para la potabilización del agua de lluvia en viviendas, Tarapoto 2020, Universidad César Vallejo, Lima, tuvieron como **objetivo** diseñar un sistema colector de agua de lluvia con filtro de carbón activado para mejorar la potabilización del agua de lluvia en viviendas unifamiliares, Tarapoto 2020; su **metodología** fue de tipo experimental, que consistió en diseñar un sistema colector para ello implementaron una bomba de Ariete para economizar lo que respecta al transporte de la bomba con tal de trasladar el agua hacia el tanque que se encuentra elevado, incluyeron tres fases de filtrados, el primer filtro viene a ser de grava y arena fina, en el 2do utilizaron cloro en los tanques una vez que llegaron a pasar mediante el primer filtro, por último en el

3er filtro consta de un cartucho de carbón que se encuentra activado. Como **resultados** obtuvieron un diseño óptimo, a la vez en un área de 253.16m² obtuvieron 300m³ de agua pluvial, respecto a los análisis éstos cumplen con los parámetros de abastecimiento de la SUNASS; como **conclusión** llegan que con las características técnicas con las que contó el sistema recolector de agua pluvial llega a abastecerse a la vivienda, siendo a la vez beneficiosa para dicha vivienda, además una mayor parte de los índices referentes a los parámetros fisicoquímicos que presentó el recurso hídrico luego de pasar mediante los filtros tanto de arena, graba como también carbón que estuvo activado llegaron a encontrarse dentro del Decreto Supremo N°031–2010–SA, llegando a ser el pH, C.E., STD y cobre a excepción del hierro.

Ñontol y Saldaña (2020), en su tesis titulada: Sistemas de captación y purificación de agua de lluvia en viviendas, Cajamarca 2020, Universidad Privada del Norte, Cajamarca; cuyo **objetivo** fue analizar diversos sistemas para la captación como también purificación de agua de lluvia en las viviendas, su **metodología** consistió de una investigación con enfoque cualitativo, tipo descriptiva, diseño no experimental, basado en el análisis de 20 estudios, a las cuales a cada estudio aplicaron 03 fichas (la de análisis, recopilación de datos como también de datos del sistema) en la que llegaron a agrupar como también recolectar la información, en sus **resultados** obtuvieron que el cien por ciento de los estudios utilizan el área de captación, un sistema tanto de conducción como recolección, el treinta y cinco por ciento utilizan filtros o bombas para la impulsión, en cuanto al uso del agua obtuvieron que el cincuenta y cinco por ciento utilizan el agua pluvial para consumo por parte de las personas, utilización doméstica un sesenta y cinco por ciento y para otros usos un veinticinco por ciento, respecto a la purificación el 60% de dichos estudios no purifican el agua pluvial, un 40% si lo hace, en cuanto a la eficiencia de los estudios al dar utilidad a los sistemas de captación de agua proveniente de la precipitación el 90% llegaron a ser positivos y un diez por ciento llegaron a tener resultados negativos; llegaron a la **conclusión** que las partes importantes del sistema vienen a ser: área

para la captación, el sistema tanto de conducción también recolección, a la vez reconocieron que llega a utilizarse los materiales a continuación para la construcción de cada parte: canaleta metálica, calamina metálica galvanizada, tubería y tanques de PVC, también determinaron que los filtros caseros vienen a ser la metodología más aplicado en la purificación del agua pluvial.

Jiménez (2020), en su tesis titulada: Diseño e instalación de un sistema captador de lluvia para la mejora en el abastecimiento de agua de consumo humano, Iparía- Ucayali, Universidad Nacional de Ucayali, el **objetivo** que tuvo fue de resolver la calidad como también escasez del agua destinado al consumo humano para la comunidad nativa, en Ucayali, la **metodología** que empleó consistió en un diseño y la instalación de 14 sistemas que captan el agua pluvial y evaluó su nivel de adopción por parte de las familias para evaluar su sostenibilidad, para el diseño como también para la instalación del sistema de captación consideró el requerimiento del recurso hídrico como también la disposición de la precipitación, lo cual lo realizó aplicando encuestas de la presente situación que presentaba la comunidad nativa y también observó las prácticas sobre el uso que le dan al agua en cada vivienda, también empleó datos pasados de la precipitación teniendo como fuente la Estación Meteorológica Puerto Inca, como **resultado** logró diseñar el sistema para la captación estándar del agua pluvial mediante la metodología SCAPT, en el análisis de su respectiva muestra llegó a obtener valores de 6.76 de pH, 12.5uS/cm de conductividad, 25.5 °C, 0 UNT en turbidez, 12.3 mg/l de cloruros, menos de 5 UCV escala Pt/Co en lo que es el color, 0.2 mg/l de nitratos, 5 mg/l en lo que son los sólidos disueltos totales, 19mg/l en los sulfatos, 35.3mg/l de dureza, 0 NMP/100 mililitros referido a los coliformes termotolerantes y en lo que son los coliformes totales, 0 N° org/l en larvas y huevos de los helmintos y un 0 NMP/100 mililitros de Escherichia coli todos ellos se encontraron dentro de los ECAS de agua del decreto supremo 004-2017-MINAM, con respecto al cálculo del nivel de acogida de dichos sistemas de captación, obtuvo que un 86% continuaron en uso, de la cual el 60% realizó un

correcto uso y el 40% usó el sistema de una incorrecta manera, como **conclusión** demostró que el diseño e implementación del sistema logró ser técnicamente factible y su nivel de acogida fue admisible.

Yachas (2019) en su tesis: Grado de eficacia del carbón activado de la cáscara de coco, en la absorción del hierro y plomo del agua de consumos de los estudiantes de la I.E. San Andrés de Paragsha –Simón Bolívar 2018, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro De Pasco, su **objetivo** consistió en identificar como también determinar el grado de eficacia del carbón activado de la cáscara de coco, en la absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los estudiantes de la institución educativa San Andrés de Paragsha–Simón Bolívar, cuya **metodología** llegó a ser una investigación de tipo cuasi – experimental, de método inductiva a deductiva, con el diseño cuasi experimental prospectivo asimismo con la intervención del investigador, su muestra fue el agua proveniente del cafetín estudiantil, el control de laboratorio lo realizó previo y post a la aplicación del método que consistió en 10 gramos de carbón que se encontró activado proveniente de la cáscara del coco para 250ml de agua; el análisis del agua tratada lo hizo en 02 momentos, a los sesenta minutos y a los noventa minutos de haber aplicado el carbón, llegó analizar los indicadores de turbidez, pH, Coliformes Totales, conductividad, Coliformes fecales, cloro residual, plomo y hierro, como **resultado** tuvo que respecto a la concentración inicial de los parámetros de plomo y hierro fue 0.09 y 0.81 respectivamente, luego de la aplicación del método la concentración de plomo disminuyó a 0.05 miligramos por litro (sesenta minutos) y 0.02 miligramos por litro (noventa minutos) y la concentración de hierro disminuyó a 0.41mg/l (sesenta minutos) llegando a mantenerse en 0.41mg/l (noventa minutos), como **conclusión** obtuvo que el uso de dicho carbón que se encontró activado proveniente de cáscara del coco cuenta con un elevado grado de eficacia sobre la absorción tanto de plomo como hierro como también purificación, llegando a ser un método alternativo para absorber plomo y hierro como también otros tipos de metales del agua.

Espinal (2017) en la tesis: Eficiencia del carbón activado a base de cáscara del coco en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el AA. HH. 10 de Octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, año 2017, Universidad César Vallejo, Lima, cuyo **objetivo** fue evaluar la eficiencia del carbón activado realizado de la cáscara del coco, en el tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas en el AA. HH. 10 de Octubre, su **metodología** que empleó consistió de un estudio que cuyo diseño fue explicativo y experimental; realizó una pre prueba y una post prueba, su diseño fue al azar, la muestra que consideró fue de 25 L del agua residual doméstica, la cual después los colocó en el interior de 2 filtros para su tratamiento, que fueron elaborados de manera manual; uno de ellos con el carbón una vez activado de diámetro granular (cm) asimismo el otro en polvo (mm), y luego fueron almacenadas, preservadas y también llevadas al laboratorio para ser analizadas, como **resultados** obtuvo que si es eficiente dicho carbón ya activado proveniente de la cáscara del coco para tratar este tipo de agua; con el carbón activado en polvo logró remover el 56.20% del DBO₅, en un 98.48% los Coliformes Termotolerantes y en un 99.96% los aceites y grasas, como **conclusión** demostró que el carbón activado de la granulometría granular como el polvo resultan ser eficientes donde obtuvo porcentajes del 70.34 % y 85.30 % respectivamente, de la cual el que era en polvo fue el más eficiente en la eliminación de las poluciones.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Romero (2021) en la tesis intitulada: Análisis de la calidad de agua y diseño de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, provincia de Tocache – 2021, Universidad de Huánuco, su **objetivo** fue determinar la calidad del agua para consumo humano y diseñar un sistema de tratamiento de agua para el consumo humano en la localidad de Puerto Rico, Provincia de Tocache, su **metodología** consistió en un estudio de tipo aplicado, experimental, longitudinal como también analítico, enfoque cuantitativo, su población se encontró conformada por la localidad denominada Puerto Rico

asimismo la zona circundante el cual llega a intervenir el abastecimiento de agua direccionado al consumo de la población, su sistema de tratamiento consistió en la utilización del cloro, del filtro multimedia como también de carbón que se encuentra activado de tamaño granular asimismo de luz ultravioleta y tuvo en total dieciséis muestras, como **resultado** de la comparación que realizó de las medidas de los parámetros físicos como también bacteriológicos del agua tanto antes como después del sistema de tratamiento, se dio en los parámetros físicos una significancia del 0,038; a causa de ello resulta que dicho recurso hídrico no resultó ser apto para que las personas la consuman además dicho sistema usado no funcionó, respecto a los bacteriológicos llegó a darse una significancia de 0,000 haciendo que el agua sea apta para que las personas puedan consumirla asimismo dicho sistema de tratamiento llega a ser de beneficio para los pobladores, como **conclusión** llegó que respecto a los parámetros químicos como también físicos evaluados en las 16 muestras llega a considerarse el agua apta para que pueda ser consumida por las personas, pero respecto al parámetro bacteriológico la mayor parte de muestras están dentro del Límite Máximo Permissible menos la muestra 05, que llega a exceder el LMP.

Nieto (2019) presenta la tesis: Implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua de un estanque de producción de trucha común (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalíes, 2019, Universidad de Huánuco; su **objetivo** fue implementar un sistema de recirculación acuapónico con (*Lactuca sativa*) para mejorar la calidad del agua de los estanques de producción de trucha común en el distrito de Punchao, su **metodología** consistió de un nivel aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental, transaccional correlacional causal, para su población consideró treinta truchas existentes en el estanque de producción y para su muestra consideró 900 litros de agua de dicho estanque que pasa a ser tratada con la *Lactuca sativa* con tal de mejorar su calidad, consideró los parámetros de concentración de nitrato y

amonio, oxígeno disuelto, pH y temperatura, como **resultado** obtuvo respecto al valor del nitrato hasta el día 14 era 10mg/l y en el día 21 era 0mg/l, en la concentración de amoniaco en los 21 días el valor fue el mismo siendo 0.05mg/l (ppm), referente al oxígeno disuelto en los 21 días toma valores diferentes, el pH se mantuvo con el mismo valor de 7 en los 21 días y en lo que refiere la T° tomó el valor de diez grados centígrados en el momento que ingresa el agua hacia los estanques para la producción de las truchas pero al momento de su salida el valor varía entre 11 y 10°C, llegó a la **conclusión** que cuya implementación de dicho sistema de recirculación acuapónico no llega a mejorar las características del agua perteneciente al estanque para la producción de las truchas ya que no llega a presentarse de forma óptima el parámetro de oxígeno disuelto, disminuyendo su nivel con el paso del tiempo.

Calderón (2019) presentó la tesis intitulada: Remoción de arsénico mediante el uso del biofiltro de carbón activado a base de cáscara de manzana para el tratamiento de aguas subterráneas empleadas para el consumo humano de la comunidad campesina San Marcos de la Aguada, Mala, Lima 2019, Universidad de Huánuco, su **objetivo** llegó a ser la remoción del arsénico por medio de la utilización del biofiltro con carbón activado proveniente de la cáscara de la manzana para emplearlo en el tratamiento de las aguas subterráneas usadas para el consumo humano, en su **metodología** aplicó un alcance explicativo, un enfoque que fue cuantitativo y un diseño que fue experimental; consistió en la extracción de una cierta muestra de dicho recurso hídrico cuyo origen fue un pozo y para la remoción de arsénico elaboró cuatro diferentes biofiltros, de la cual tres de ellos se distinguieron en la proporción de carbón que se encontró activado además de los líquidos heterogéneos; el biofiltro restante contuvo arena (blanco) y grava, como **resultado** obtuvo que la concentración del arsénico luego de haber aplicado los biofiltros estaban abajo del 0.01mg/L, cumpliendo así con el LMP dispuesto en el D.S. N°031-2010-SA, como **conclusión** tuvo que los biofiltros de acuerdo a los resultados que obtuvo demuestran que si fueron eficientes para la supresión del arsénico, pero el biofiltro dos

mediante la utilización de la prueba estadística llamada T - Student, demostró una importante eficiencia respecto a la supresión del arsénico, con respecto a los demás biofiltros.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISTEMA DE FILTRACIÓN DE AGUA

Según la Academia Nacional de Ciencias (2007), indica que los sistemas de filtración vienen a ser un tipo de tratamiento donde se hace pasar al agua mediante los lechos de materiales granulares, por ejemplo: el carbón activado o la arena, los cuales son los que retienen y retiran los contaminantes del agua; los sistemas de filtración de arena que son lentos, convencionales, de diatomita y los directos logran hacer una tarea excelente al remover en gran cantidad a los protozoos y a las bacterias.

IMA Water Technology (2016) menciona que el tratamiento que se le llega a realizar al agua mediante el sistema de filtración viene a ser una solución común para las aguas consideradas como residuales, industriales, también para la considerada como potable; su manejo viene a ser independiente de la tecnología que se llegue a utilizar y también es común; la filtración funciona mediante el paso del agua que se tratará por el interior del sistema donde se va realizando la separación de sólidos disueltos o en suspensión; dejando pasar dicho líquido para que sea apto en aplicaciones como el riego, para el consumo o para el vertido de las aguas de tipo residual.

Chalco (2016) señala que es recomendada la captación del agua pluvial destinada al consumo en las áreas urbano marginales, que cuenten con índices de lluvia que puedan hacer factible el apropiado abastecimiento del recurso para una comunidad que no tenga acceso a las fuentes superficiales que se encuentren cercanas, en donde el nivel superior de la capa freática de las aguas que son subterráneas puede ser mínimo, sin embargo actualmente es realmente primordial aprovechar la captación del agua pluvial como también su tratamiento

respectivo mediante el sistema de filtración, en zonas con población aún si exista un sistema de abastecimiento.

Según Solarte y González (2012) varios países por ejemplo Suecia, EE.UU., Japón, Indonesia, España, Nigeria, Sudáfrica entre otros, se encuentran como los líderes con respecto a las prácticas de provecho de las aguas que cuyo origen viene a ser la lluvia, por medio de concepciones científicas, técnicas, socioeconómicas y normativas que están sujetos a los procesos de la construcción sostenible.

Göbel et al. (2006) indican que el agua pluvial proveniente de la escorrentía, en especial de ciudades enormes, presentan poluciones las cuales podrían impactar a la salud de las personas.

Según lo indican Gromaire et al. (1999) varias de sus experiencias con respecto a la clarificación del agua pluvial señalan que las aglutinaciones de las típicas contaminaciones presentes en el agua pluvial proveniente de la escorrentía consecuencia del roce con los tejados en las áreas urbanas, son los metales pesados.

Xue y Kang (2012) refieren que los metales pesados provienen en general del material particulado que está presente en la atmósfera siendo causado por las industrias de metales no ferrosos como también ferrosos, industrias de vidrio o cemento, plantas incineradoras, de los procesos de combustión y también del tráfico pesado.

Asado (2017) revela la disposición de las lluvias calificadas como ácidas en Santa María del Valle, localizado en la provincia de Huánuco, indica que el pH del agua pluvial en mayo tuvo un valor de 7.17 y que el valor más bajo fue en setiembre siendo 5.19, el cual está abajo del LMP respectivo con referencia al pH cuyo valor es de un 5.6.

De acuerdo a lo dispuesto en lo anterior, el agua pluvial requiere de un sistema de filtración para mejorar su calidad para que pueda ser consumida por las personas, Gonzaga (2015) indica que una cantidad considerable de familias en el país de Irlanda realizan la ejecución del

sistema de filtración para poder perfeccionar las características del agua pluvial que captan, siendo la filtración de tipo lenta en la arena el más aplicado en Irlanda ya que ayuda a perfeccionar las características del tipo microbiológico que presenta el agua pluvial.

2.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE FILTRACIÓN

Según De Vargas (2004), para la clasificación de sistemas de filtración para el recurso hídrico se da considerando lo siguiente:

- La forma del control operacional.
- La forma de aplicar la carga del agua en el medio filtrante.
- Sentido del flujo en la filtración.
- Lecho filtrante.

En la tabla 1 se visualiza un resumen de las alternativas diferentes que existen para cada parámetro que fue mencionado en el párrafo anterior, que son utilizados usualmente para la clasificación de los filtros que son de tipo rápido.

Tabla 1

Clasificación de los filtros de tipo rápido

Parámetros para la clasificación			
Lecho filtrante	Sentido del flujo	Carga sobre el lecho	Control operacional
Lechos múltiples o dobles	Ascendente y descendente	Presión	Tasa declinante
	Ascendente		Nivel constante como también tasa constante
Simple (antracita o arena)	Descendente	Gravedad	Tasa constante y nivel variable

Nota: La tabla 1 muestra las alternativas para cada parámetro que se utiliza usualmente para clasificar a los filtros rápidos (De Vargas, 2004).

Según Arango (2004), los sistemas para la filtración del agua se catalogan en:

- **Presión - gravedad:** Todos los filtros que son de presión se encuentran dentro de recipientes, donde el agua fluye forzosamente a causa de la presión por medio de dicho filtro; la filtración por gravedad viene a ser el proceso donde se permite el paso del recurso hídrico mediante un medio filtrante, dicho proceso es realizado por los efectos de la gravedad.
- **Velocidad de la filtración:** Podría ser lenta, rápida como también variable; de ellos la lenta llega a realizarse a unas velocidades que van entre 0,1 a 0,2 m/h y la rápida se realiza a las velocidades que van de los 5 hasta los 20 m/h.
- **Filtración en manera profunda o de torta:** La filtración de manera profunda es producida cuando una considerable fracción del grosor del filtrante se encuentra activo, donde la condición del filtrado va mejorando conforme a la profundidad; la filtración nombrado como torta viene a ser un proceso que se da en los filtros de arena de manera lenta, donde se forma una torta que es el filtrante sobre una superficie del filtro y la filtración se da por medio de dicha superficie, es por mecanismos biológicos y físicos (Arango, 2004).

2.2.2. SISTEMAS PARA USO HUMANO

Anaya (1998) refiere que estos sistemas emplean técnicas de captación de agua pluvial, las cuales optimizan el escurrimiento superficial que es captado por medio de las superficies terrestres por ejemplo los tejados, donde luego pasará a ser almacenado en distintos recipientes para utilizarse de manera cotidiana.

Dicho sistema viene a ser un recurso que cuya finalidad es obtener el agua tanto para un uso doméstico como también consumo de las personas que consiste de unos cinco principales elementos los cuales son captación, conducción y la recolección, filtro o interceptor,

almacenamiento y el sistema de distribución; pueden ser sofisticados o sencillos con los tratamientos automáticos en cada uno de los procesos y con monitoreos electrónicos, ello es dependiente de la utilización del recurso hídrico como por ejemplo para el sanitario, riego de los jardines, alimentación, limpieza, etc.; existen muchos sistemas que varían principalmente debido al elemento para el almacenamiento utilizando aljibes o zanjas revestidos con ladrillo, piletas de ladrillo de concreto y arcilla, lagunas, plástico o polietileno y pozos (Anaya, 1998).

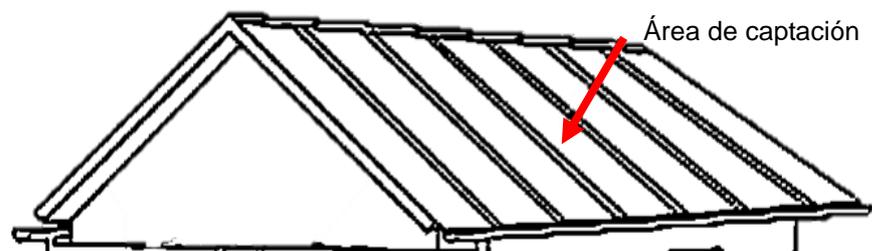
2.2.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN

La Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural (UNATSABAR, 2003) indica que el sistema se encuentra compuesto por los elementos a continuación:

- **El área de la captación:** El proceso de captación llega a encontrarse instituido por el tejado de la casa, este debe contar con una superficie y una pendiente mayor al 5% para que se pueda dar la facilidad de la escorrentía del agua pluvial con dirección al sistema para la recolección; y los recursos que se emplean para la elaboración de los tejados para darse el recogimiento del agua pluvial son: arcilla, paja, metálica ondulada, etc.; es primordial que dichos materiales que son empleados, no desprendan colores, olores ni sustancias que puedan alterar la eficiencia con la que pueda contar el sistema de tratamiento u ocasionar contaminación del recurso hídrico pluvial.

Figura 1

Elementos del sistema de filtración: Área de captación



Nota: Se muestra el elemento área de captación del sistema de filtración (UNATSABAR, 2003).

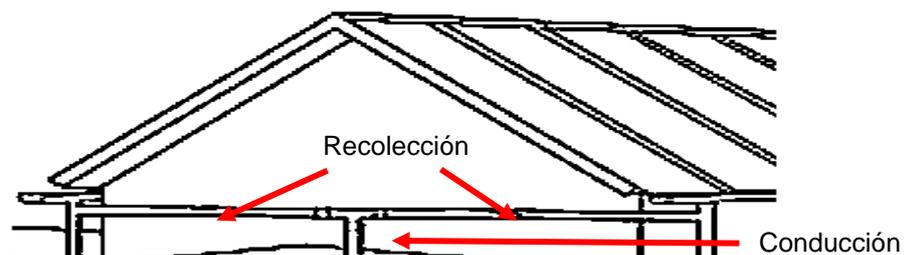
- **Recolección - conducción:** Viene a ser la parte importante que tiene el sistemas debido a que este conducirá el agua pluvial recogida mediante el tejado con dirección al recipiente usado para el almacenamiento, se encuentra constituido por las canaletas que están pegadas en el margen del tejado, ya que es ahí donde el recurso hídrico pluvial llega a acumularse previo a llegar a la superficie; para el material de dicha canaleta es necesario considerar que este resista al agua, liviano y de una fácil unión entre sí, esto es para poder disminuir el escape del agua que puedan presentarse; los materiales que se pueden emplear pueden ser el PVC, madera, bambú y metal.

García (2012) indica que en el caso de la canaleta metálica es más duradera e incluso necesitan un menor mantenimiento, pero son caras; en cambio la canaleta del material de madera o bambú son muy sencillas de construirlas, sin embargo, estas se deterioran de manera rápida; y las de PVC resultan ser durables, sencillas de obtener y a un bajo costo.

Por otra parte, Herrera (2010) señala que es importante que el material que se utilice para la conexión de los segmentos de las canaletas, no presente contaminantes para el recurso (agua) como podrían ser los compuestos inorgánicos u orgánicos; si en caso dicha canaleta logre atraer indeseables materiales, por ejemplo, heces de las aves, hojas, entre otros, el sistema tiene que contar con mallas para lograr retener dichos materiales y así lograr eludir que atasquen la tubería.

Figura 2

Elementos del sistema de filtración: Recolección - conducción

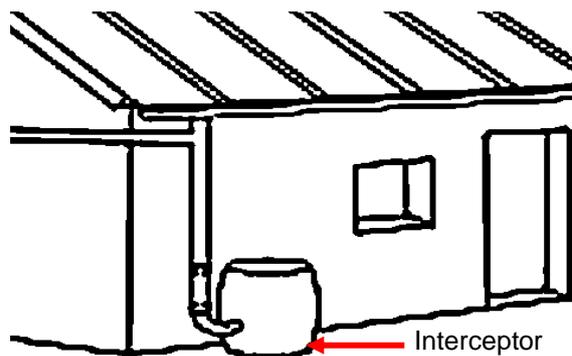


Nota: Se muestra el elemento de recolección y conducción del sistema de filtración (UNATSABAR, 2003).

- **Interceptor:** Viene a ser el instrumento para la descarga de las aguas primarias que contiene todos los materiales desde el inicio de la lluvia presentes en el techo y que provienen del lavado de este, el interceptor evita que los materiales despreciables puedan ingresar al recipiente de acopio para que se pueda disminuir la polución del agua que se encuentra almacenado en el recipiente y del que luego se almacenará.

Figura 3

Elementos del sistema de filtración: Interceptor

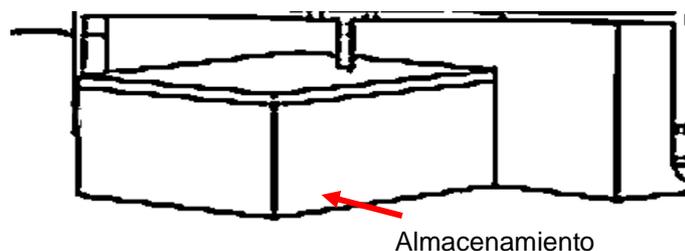


Nota: Se muestra el interceptor del sistema de filtración (UNATSABAR, 2003).

- **Almacenamiento:** Es el proceso donde se almacena la cantidad del agua pluvial imprescindible para el consumo de la comunidad beneficiada, debe contar con una cubierta que pueda imposibilitar que la luz solar ingrese, así como también los insectos, polvo; también debe ser impermeable para poder imposibilitar que se pierda el agua ya sea por medio de la transpiración hasta incluso por el goteo (UNATSABAR, 2003).

Figura 4

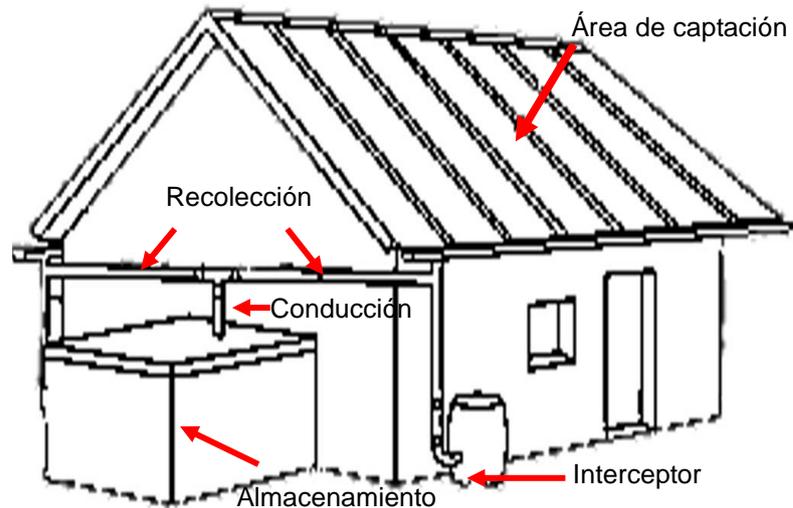
Elementos del sistema de filtración: Almacenamiento



Nota: Llega a mostrarse el almacenamiento del sistema de filtración (UNATSABAR, 2003).

Figura 5

Elementos del sistema de filtración (vista ampliada)



Nota: Se muestra el área de captación, el de recolección, conducción, interceptor como también almacenamiento, siendo los elementos los cuales forman parte del sistema de filtración (UNATSABAR, 2003).

2.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN DEL AGUA PLUVIAL

Según Anaya (1998), el sistema de filtración se presenta con estas ventajas:

- Una calidad alta del agua pluvial.
- Sistema independiente e ideal para las comunidades alejadas y dispersas.
- Empleo de recursos locales e incluso mano de obra.
- Agua almacenada disponible destinada al consumo.
- No se requiere de energía para que el sistema opere.
- Ahorro de tiempo y comodidad con respecto al recogimiento del agua pluvial.
- Mantenimiento fácil.
- Es un sistema totalmente autónomo.

Las desventajas que presenta dicho método de abastecimiento del agua según Anaya (1998) son:

- La cantidad del agua recogida va a depender de la precipitación que llegue a darse en el área de la captación como también lugar.
- El precio inicial se puede presentar como un impedimento para la implementación del método, por parte de los pobladores que tengan recursos económicos bajos.

2.2.5. FILTRACIÓN

De Vargas (2004) refiere que la filtración es el proceso final donde se da la clarificación del agua, ello se suele realizar en la planta donde llega a realizarse el tratamiento del recurso hídrico y también viene a ser el encargado de producir agua de una característica adecuada, en este proceso se da la remoción de las partículas coloidales como también suspendidas que llegan a encontrarse en una suspensión acuosa que llega a ser escurrido mediante un cuerpo que es poroso.

Gonzaga (2015) señala que la filtración viene a ser un proceso donde el agua pluvial va a circular a mediante las capas de materiales diferentes que van a servir como un medio para lograr la retención de las partículas orgánicas causantes de su contaminación.

2.2.5.1. MANERAS DE FILTRACIÓN DEL AGUA PLUVIAL

- **Filtración lenta en arena:** Suele ser implementado domésticamente, esta filtración consiste en permitir el pase del agua pluvial mediante una capa de arena, dicha capa viene a ser el medio de la depuración, luego pasa a través de un medio que tenga una capa constituida por grava, este es empleado como un medio filtrante (Ellis y Wood, 1985).
- **Biofiltración:** Combina los filtros de extracción de clase química, medios físicos y también el efecto biológico de las plantas, con la finalidad de lograr la limpieza del agua pluvial; el medio biológico viene a ser creado a partir de las plantas sembradas, donde sus tallos y hojas funcionan como los interceptores del material suspendido presentes en el

líquido; el ingreso del líquido al sistema de la biofiltración se da de manera de flujo horizontal (Zhang et al., 2013).

- **Filtro vortex:** Su forma es cilíndrica y tiene una malla en el interior, cuya malla es de 0.28mm para la filtración, la calidad que presenta el recurso hídrico llega a evaluarse posterior al proceso de filtración resultando de una adecuada calidad, este filtro tiene una vida útil larga (Koenig, 2014).
- **Filtro con el carbón activado:** El medio filtrante que se utiliza es una capa de carbón activado, dicha capa es la que va a retener a la mayoría de microorganismos que contaminan el agua que se tratará, tiene la eminente eficiencia en la depuración del líquido ello permite el ahorro en los siguientes tratamientos. Su costo de funcionamiento es relativamente bajo, también es una ventaja (Charlesworth et al., 2014).
- **Desinfección mediante la cloración:** Ello se fundamenta en la distribución de una cierta porción de cloro que se encuentra en el líquido cuyo propósito es quitar las partículas, las bacterias también los microorganismos porque son ellos los que pueden perturbar las características del agua en estado natural, causando su contaminación, la cantidad que se aplica dependerá de la temperatura del agua, contenido de la materia tanto inorgánica como orgánica (Ramírez, 2005).
- **Método SODIS:** Se ubica el agua en un recipiente de preferencia transparente, donde los rayos del sol pasan a través de dicho recipiente y mejorará las características del agua contenida, usualmente es utilizado en comunidades que se encuentran en la parte rural, en donde no pueden acceder al agua calificado como potable, este método es mayormente aplicado al agua pluvial que es acopiada en una escala pequeña y también en una escala grande (Amin y Han, 2009).

2.2.6. FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO

Según Bravo y Garzón (2017) refieren que los filtros realizados a partir del carbón activado son del tipo extractivos, debido a que, en el instante de emplear este tipo de filtro, la sustancia contaminante es retenida y atrapada en las partículas del carbón activado, específicamente en sus poros, y son usados usualmente en un sistema para el tratamiento como también extracción para la limpieza de aguas subterráneas.

Suárez (2014) indica que para el dimensionamiento de los filtros donde se haga uso del carbón activado es necesario que se determine la capacidad que tiene el carbón que está activado que será necesario en la reducción de la densidad de los sólidos que están en suspensión, una vez obtenida la dosis del carbón que se encuentra activado, luego se procede a determinar el volumen del medio filtrante que acapararía en el filtro a usar, y para la determinación del área de la filtración, altura del filtro y para el diámetro del filtro se hace uso de las ecuaciones que se presentan a continuación:

$$A = \frac{V_{ca}}{h} \qquad D = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} \qquad H = 2 \times h$$

Siendo:

- V_{ca} : Volumen del medio filtrante (cm^3)
- h : Altura del lecho del medio filtrante (cm)
- A : Área de la filtración (cm^2)
- H : Altura del filtro (cm)
- D : Diámetro del filtro (cm)

2.2.6.1. CARBÓN ACTIVADO

Según López et al. (2015) viene a ser una mezcla producida cuando el material animal o vegetal es introducido a un horno de calentamiento al vacío, la naturaleza porosa que presenta, le

proporciona una superficie alta por unidad de masa siendo igual a $1000\text{m}^2/\text{gramo}$.

Martínez de Yuso (2012) refiere que la estructura la cual llega a presentar el carbón activado se encuentra constituida por el grupo irregular de capas del carbón que cuentan con unas áreas que son generadas por los hoyos que se crean debido al plegamiento de dichas capas, ello es lo que integra su porosidad; también indica que los poros del carbón activado son clasificados en tres grupos conforme al tamaño de su diámetro, son los siguientes:

- **Macroporos:** el diámetro del poro es $>$ cincuenta nanómetros.
- **Mesoporos:** el diámetro del poro va de dos a cincuenta nanómetros.
- **Microporos:** el diámetro del poro es $<$ dos nanómetros.

2.2.6.2. COMPOSICIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

Martínez de Yuso (2012) señala que la composición química que muestra el carbón ya activado viene a ser de la siguiente manera, como llega a mostrarse en la tabla siguiente:

Tabla 2

Composición química del carbón que se encuentra activado

Componente	Cantidad
Oxígeno	60 %
Carbono	75 a 80 %
Hidrógeno	0.5 %
Cenizas	5 a 10 %

Nota: La tabla 2 llega a mostrar el porcentaje de los componentes químicos del carbón activado (Martínez de Yuso, 2012).

2.2.6.3. CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (GAC)

Baruth (2005) señala que el carbón activado de tamaño granular es clasificado según su tamaño de acuerdo al tamiz donde es retenido; para usarlas en los líquidos, el tamaño que son más utilizadas viene a ser las de 8x30 y 12x40 esto debido a la poca caída de presión en los medios filtrantes también por la correcta relación existente entre el área superficial y el tamaño; los tamices que son las de 4x10, 4x8 o 4x6 son aplicadas para los gases.

2.2.6.4. CARBÓN ACTIVADO EN POLVO (PAC)

Para Baruth (2005) el PAC es el que presenta una granulometría menor al tamiz de 80 (0,177mm); el PAC viene a ser un carbón que es muy fino obtenido mayormente al moler el carbón de tamaño granular, dicho carbón extrae los solutos en un poco plazo, ello se debe a que la firmeza por la difusividad del líquido logra ser demasiado menor que el tamaño granular; la granulometría de este carbón activado genera una demasiada disminución de la presión en los filtros, debido a ello se emplea de manera directa en todos los filtros gravitatorios, puntos de la mezcla rápida o tanques de entrada de los efluentes.

2.2.6.5. USOS DEL CARBÓN ACTIVADO

- Procesos de adsorción, ya que adsorbe sustancias que no son fácilmente adsorbidas mediante otros métodos.
- La determinación del olor en aguas potables, porque puede generar agua inodora en el análisis organoléptico de aguas, mediante los filtros de carbón activo.
- Los tratamientos terciarios de efluentes, para eliminar sustancias orgánicas como bifenilos policlorados, fenoles y disolventes.
- Los tanques de aireación, para eliminar la materia orgánica refractaria que no resulta posible eliminar por otros métodos.

- Purificar otros productos o para usos medicinales, como lo hacían antiguamente los egipcios (López et al., 2015).

2.2.6.6. ACTIVACIÓN DE CARBÓN PROVENIENTE DE LA CÁSCARA DE COCO

Martínez (2012) indica que referente a la calidad del carbón es muy condicionada por la naturaleza del agente que será el activante, grado, activación, temperatura y por el tiempo de la activación; y que la activación de carbones podría realizarse de manera básica mediante la activación química o física:

- **Activación física del carbón:** Según Achury (2008) la activación física se da a partir del material orgánico como la cáscara de coco, madera, etc., se inicia el proceso con la carbonización del material orgánico y se debe realizar a una baja temperatura entre los 400°C y 500°C; en esta etapa se da la eliminación de las especies que no se pueden carbonizar, alquitranes y hasta parte considerable de la materia que es volátil para poder generar una masa fija que es llamada CHAR; el carbón que resulta de ello es sometido, en una atmósfera reductora o inerte, a temperaturas que se encuentran cerca a los 800° C; esto es según el tipo del carbón activado que se desea obtener, como agentes activantes puede usarse el vapor de agua o el CO₂, que darán el área superficial al carbón activado y la estructura porosa.
- **Activación química del carbón:** Según Achury (2008) esta activación se da en un medio inerte, sus ventajas se encuentran en emplear temperaturas entre los 300° C a los 600°C, aquí se realiza la impregnación con un agente deshidratante, dicho agente puede ser el cloruro de cinc, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio; estos agentes reducirán la posibilidad de formación de alquitranes

y material volátil, lo que aumentará el rendimiento del carbono; durante cierto tiempo la cáscara de coco debe impregnarse en el agente deshidratante elegido, porque luego será sometida a elevadas temperaturas dentro del horno; la función del agente es deshidratar y degradar todos los materiales que son celulósicos para que pueda formarse el llamado CHAR y luego la estructura porosa; ya obtenido el carbón es lavado con agua, bases hasta con ácidos, depende del agente deshidratante que se usó para poder retirarlo; finalmente se procede a su secado y se muele hasta tener el tamaño de la partícula deseada.

2.2.7. AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO

Según el Ministerio de Salud (MINSA) viene a ser el agua el cual llega a ser inofensiva para la salud de las personas, que cumpla con los requisitos relacionados a las características que se mencionan en el D.S. N°031-2010-SA (MINSA, 2011).

2.2.7.1. NORMATIVA LEGAL E INSTITUCIONAL DE CONSUMO Y TRATAMIENTO DE AGUA

Tabla 3

Marco legal e institucional relacionado al consumo de agua como también al tratamiento de agua

Consumo de agua	Tratamiento de agua
Constitución Política del Perú	Ley N°29338 – Ley de Recursos Hídricos
Ley N°29338 – Ley de Recursos Hídricos	Ley N°28611 – Ley General del Ambiente
Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente	Decreto Supremo N°003-2010-MINAM – Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales
Ley N° 26842 – Ley General de Salud	D.S. N°015-2015-MINAM – Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación
D.S. N°031 – 2010 - SA – Reglamento de la calidad de agua para consumo humano	Decreto Supremo N°015-2017-VIVIENDA – Reglamento para el Reaprovechamiento de los Lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Directiva Sanitaria N° 058- MINSA/DIGESA - V.01- Formulación, Aprobación y Aplicación del Plan de Control de Calidad por los Proveedores de Agua para Consumo Humano	Resolución de Consejo Directivo N°029-2020-SUNASS- CD – Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento en Pequeñas Ciudades
Directiva Sanitaria N°055- MINSA/DIGESA-V.01 – Formulación, Aprobación y Aplicación del Programa de Adecuación Sanitaria (PAS) por los Proveedores de Agua para Consumo Humano	D. S. N°005-2020-VIVIENDA - Decreto Supremo que aprueba el Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N°1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento <hr/> Decreto Supremo N° 008-2020-VIVIENDA - Decreto Supremo que modifica el Reglamento del Decreto Legislativo N°1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo N°019- 2017-VIVIENDA <hr/> D.S. N°013-2016-VIVIENDA – Aprueban el Reglamento de la Ley N°30045, Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento <hr/> R.J. N°042-2016-ANA - Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos

Nota: La tabla 3 presenta la normativa legal e institucional relacionado al consumo de agua (Congreso Constituyente Democrático, 1993; Prieto, 2015; Congreso de la República, 2009).

Normativa legal e institucional relacionado al tratamiento de agua (MINAM, 2005; MINAM, 2010; Congreso de la República, 2009; MINAM, 2015; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017; Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2020; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020; Sedapal, 2020; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016; Autoridad Nacional del Agua, 2016).

2.2.7.2. MARCO DE SEGURIDAD DEL AGUA DESTINADO AL CONSUMO HUMANO

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los requerimientos esenciales asimismo también básicos para avalar la garantía de esta clase de agua destinada para consumo por parte de las personas comprenden objetivos referidos a la defensa de la salud que son fijados por la autoridad competente en la salud, sistemas gestionados y adecuados perfectamente (monitoreo correcto, planificación y gestión eficaz e infraestructuras apropiadas), también un sistema para la vigilancia que sea autónomo (OMS, 2011).

2.2.7.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AGUA DESTINADO PARA EL CONSUMO HUMANO

Conforme con Lossio (2012), el agua que será destinado para el consumo por parte de las personas, debe tener las siguientes características:

- No debe ser salina (salobre).
- Encontrarse libre de organismos patógenos, que son los que generan las enfermedades de clasificación gastrointestinal.
- Ser clara (por ejemplo: poco color, baja turbiedad).
- No presentar componentes que puedan causar olor u sabor desagradables.
- Que no cause manchas en la ropa que es lavada en ella ni que cause incrustaciones o desgaste en su sistema para el abastecimiento.
- No presentar componentes que tengan una consecuencia aguda, crónica o adversa en la salud.

2.2.7.4. ENFERMEDADES RELACIONADAS AL CONSUMO DE AGUA

Cristóbal (2011) menciona que las bacterias y parásitos transmitidas mediante el agua, que vienen a ser las que originan las enfermedades causadas por el consumo del recurso hídrico son las siguientes:

- **Bacterias:** *Salmonella typhi*, *Shigellae dysenteriae*, *Salmonella spp.*, *Vibrio cholerae* y la *Escherichia coli*.
- **Parásitos:** *Cryptosporidium parvum*, *Dracunculus medinensis*, *Cyclospora var. cayetanensis*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* y *Balantidium coli*.

Dentro de las enfermedades que las cuales se encuentran en relación al consumo de agua, se presentan las enfermedades

que son transmitidas mediante el agua, según Díaz et al. (2003) son las presentadas en la tabla 4:

Tabla 4

Enfermedades transmitidas mediante el agua

Enfermedades	Causa como también vía de transmisión
Disentería amebiana	Los protozoos llegan a pasar mediante la vía fecal - oral mediante los alimentos como también agua encontrándose contaminados, debido al contacto de un humano con otro.
Disentería bacilar	Las bacterias llegan a pasar mediante la vía fecal - oral mediante los alimentos como también agua encontrándose contaminados, por el contacto de un humano con otro.
Enfermedades diarreicas	Varios protozoos, virus como también bacterias llegan a pasar mediante la vía fecal - oral mediante los alimentos asimismo también agua encontrándose contaminados, por contacto de un humano con otro.
Cólera	Las bacterias llegan a pasar mediante la vía fecal - oral mediante los alimentos como también agua contaminados, por contacto de un humano con otro.
Fiebre paratifoidea y tifoidea	Las bacterias llegan a pasar mediante la vía fecal - oral mediante los alimentos como también agua contaminados, por contacto de un humano con otro.

Nota: La tabla 4 presenta las principales enfermedades relacionadas con el consumo de agua (Díaz *et al.*, 2003).

También se encuentran las enfermedades con base de agua, de acuerdo a Prieto (2014) son las originadas por los organismos los cuales llegan a pasar una cierta parte de su ciclo vital en el recurso hídrico asimismo la otra parte como unos parásitos en los animales, dichas enfermedades en su mayoría no son mortales, pero son demasiado dolorosas; estas enfermedades son las siguientes:

- Esquistosomiasis.
- Ascariasis.

- Dracunculosis (guinea worm).
- Clonorquiasis.
- Paraginimiasis.

Prieto (2014) también señala que, dentro de estas enfermedades relacionadas al consumo de agua, se encuentran las de origen vectorial relacionadas al agua, siendo las transmitidas por los vectores (mosquitos), los cuales llegan a infectar a la persona con dengue, fiebre amarilla, paludismo, filariasis, oncocercosis y fiebre del Valle del Rift; siendo este último el que afecta mayormente a los animales.

2.2.7.5. CONTAMINACIÓN DE AGUA

El Ministerio del Ambiente (MINAM) indica que la polución del recurso hídrico viene a ser el almacenamiento de los derrames de fluidos y de las sustancias tóxicas en un determinado sistema hídrico cambiando la calidad que presenta el agua (MINAM, 2005).

Chulluncuy (2011) refiere que la polución del recurso hídrico es generada inicialmente por la acción de verter en él los relaves mineros, basura, aguas servidas también productos químicos; debido a dichas situaciones, el ciclo del agua ya no cuenta con la facultad necesaria para poder limpiar dicho recurso, a causa de eso es necesario distintos pasos para poder desinfectar el agua asimismo hacerla adecuada para el consumo por parte de las personas; la dificultad de dichos pasos conformantes de su tratamiento dependerá de la calidad que presente el agua de clasificación superficial antes del tratamiento; es por ello, que es importante resguardar las características del agua desde su origen, para poder eludir los precios económicos, también los sociales y ecológicos.

Ongley (1997) señala que la agricultura también es la víctima y el causante de la polución de algunos de los recursos hídricos

debido a que genera descargas de sedimentos y contaminantes en aguas superficiales o subterráneas, esto se debe a la pérdida del suelo causado por el anegamiento y la salinización de las tierras que son de regadío y por las prácticas agrícolas incorrectas; y es la víctima porque utiliza las aguas subterráneas y superficiales también las aguas residuales de las que están contaminadas, contaminando también a sus cultivos lo que causa enfermedades en los trabajadores agrícolas y en consumidores.

García (2018) menciona que la química de las precipitaciones pluviales es afectada por la industrialización también por la elevada población, siendo la lluvia la que llega a remover de la atmósfera las partículas como también los gases que son emitidos por las fuentes tanto naturales que son los volcanes, y las antropogénicas donde se tienen las emisiones vehiculares e industriales; asimismo indica que las primeras precipitaciones de la temporada llegan a ser primordiales ya que logran la limpieza de contaminantes de la atmósfera, a pesar de ello en los siguientes días el aire se encontrará contaminado nuevamente con metales pesados como también humo; dicha contaminación causa que las personas enfermen debido a la existencia en el líquido de bacterias además de elementos que dañan la salud, además en el caso que la lluvia esté acompañada de los truenos éstos llegan a irradiar amoníaco, lo cual sumado a la radiación como también condiciones atmosféricas, llegan a transformarse en amonio.

2.2.7.6. CALIDAD DEL AGUA

Según Chulluncuy (2011) el agua es realmente importante para los seres humanos; porque viene a ser el disolvente mundial, cuyo trabajo es ayudar a suprimir sustancias resultantes de todo el transcurso bioquímico que es producido dentro del cuerpo; pero puede darse el caso que las sustancias perjudiciales sean transportadas hacia el cuerpo, lo cual ocasiona perjuicios a la

salud de los seres vivos; también indica que la definición de la calidad del cual presenta dicho recurso hídrico viene a ser conforme a los parámetros biológicos, químicos, físicos que refieren sobre la calidad de dicho líquido, calificándola si es o no adecuada para el uso que se le destinará (baño, bebida, etc.).

Lossio (2012) refiere que, al momento de seleccionar una fuente que será para el abastecimiento del agua para algún proyecto, es donde el encargado del proyecto tiene que considerar como un factor primordial a la calidad como también a la cantidad de este recurso como un punto de vista de manera técnica para eludir las consecuencias peligrosas que se pudieran dar en la salud de las personas; siendo en particular en sistemas destinados al abastecimiento del recurso hídrico de tipo potable de las poblaciones del área rural en donde las opciones de las fuentes son escasas y donde las posibilidades del tratamiento de agua son limitadas.

Chulluncuy (2011) señala que las fuentes que son para el abastecimiento del agua de una población pueden provenir de aguas subterráneas como también superficiales o de la lluvia; el agua de origen superficial es la considerada para el consumo humano.

Por otro lado, Lossio (2012) indica que usualmente el agua potable es extraída del suelo por medio de túneles artificiales, de pozos de un acuífero o de los manantiales; otras fuentes también son: el agua de los ríos, lagos y de la lluvia; antes de utilizar las fuentes de abastecimiento ya sean estas subterráneas o superficiales, se debe garantizar la adecuada característica del recurso hídrico mediante un análisis realizado en el laboratorio.

Torres et al. (2009) refieren que el deterioro de todos los recursos de tipo hídrico se encuentra asociado mayormente con la acción de verter aguas de procedencia industrial, de la

producción agrícola como ganadera, domésticas residuales, también de las actividades que están relacionadas al traslado terrestre, fluvial, también marítimo como también de actividades que implican a sustancias como el petróleo y a los que son peligrosas, relaves mineros y de los que los residuos sólidos son directamente dispuestos en estos recursos hídricos o en los rellenos sanitarios.

Lossio (2012) indica que la característica que presente el agua de origen superficial puede llegar a encontrarse comprometido debido a las poluciones que se generan de las descargas de los desagües domésticos, del uso de insecticidas o pesticidas en la agricultura, de residuos resultantes de las actividades mineras o industriales como también de los residuos sólidos en general, de la presencia de animales, entre otros; como recomendaciones es necesario pretender recoger el agua de los niveles altos, porque la proporción de los sólidos suspendidos llega a ser menor en él, también evitar la entrada con rejillas u otro material de cuerpos gruesos que no son compatibles con todos los conductos de la toma del agua, sistemas de bombeo, entre otros.

Según Torres et al. (2009) señala que la valorización referente a la característica de dicho recurso hídrico podría encontrarse deducida como la evaluación de su condición química, biológica como también física que se encuentra enlazado con su característica natural, el uso y efecto por parte de los seres humanos.

Pero según Lossio (2012) para el tratamiento del agua que es direccionada al consumo por parte de las personas, viene a ser necesaria la extracción de sustancias que estén diluidas en ella, sustancias no disueltas y de los microorganismos que son perjudiciales para las personas; las leyes referidos a las características del agua destinada al consumo por parte de las

personas es regulada por cada país, las normas internacionales y nacionales referidos a las características del agua calificado como potable dan protección a la salud humana de todas las posibles consecuencias negativas generadas de la polución del agua, afianzando así la limpieza y salubridad; porque dicho líquido no puede presentar microorganismos, ni sustratos e incluso parásitos de ningún tipo, en una concentración o cantidad que pueda poner en peligro a la salud.

2.2.7.7. CONTROL DE CALIDAD

Según el MINSA (2011) señala que en el sistema para el abastecimiento del agua calificado como potable, el control de las características del agua direccionada hacia el consumo por parte de las personas viene a ser ejercido por parte del proveedor, el proveedor mediante sus procedimientos debe garantizar que se cumplan los requisitos sanitarios y las disposiciones presentes en el D.S. N°031–2010–SA.; por medio de las habilidades de autocontrol, identifique las imperfecciones y tome medidas de tipo correctivo que son imprescindibles para poder garantizar la pureza del agua que proveerá; dicho proveedor es la persona jurídica o natural que se encuentre en una modalidad ya sea comunal, empresarial, organización vecinal, junta administradora, entre otras organizaciones proveedoras de agua adecuada para el consumo.

2.2.7.8. OBLIGACIONES DEL PROVEEDOR DEL AGUA DESTINADO AL CONSUMO HUMANO

- Registrarse en los documentos brindados por la Autoridad de la Salud.
- Controlar la característica del recurso hídrico destinado al consumo.
- Suministrar agua para el consumo por parte de las personas, cumpliendo con todos los requisitos parasitológicos,

microbiológicos, químicos, y físicos que se encuentran establecidos en el D. S. N°031–2010–SA.

- Obtener las autorizaciones sanitarias, registros y aprobaciones.
- Colaborar con las diversas acciones establecidas por la autoridad, referidas a la protección como también a la recuperación de las fuentes de tipo hídrico.
- Conceder al órgano encargado del control y también a la Autoridad de la Salud la información, con carácter de declaración jurada, que está ligada con el control de las características del recurso hídrico.
- Brindar las facilidades a todos los representantes de salud que están autorizados y también al órgano encargado de supervisar, para la realización de las acciones tanto de supervisión como de vigilancia.
- Informar al órgano encargado del control, a la Autoridad de la Salud y a todos los que consumen, sobre las modificaciones, contingencias o alteraciones que se presenten en el servicio referido al abastecimiento del agua de manera idónea e informando sobre las medidas de tipo correctivo como preventivo que se deben emplear (Minsa, 2011).

2.2.7.9. TRATAMIENTO DEL AGUA DESTINADO AL CONSUMO HUMANO

Para Apaza (2011) el correcto tratamiento del agua que es destinado al consumo humano es la aplicación de los procesos tanto biológicos, químicos como físicos con la finalidad de expeler o disminuir los contaminantes y tiene como objetivo la producción de agua limpia o reutilizable, dentro de los tratamientos que se tiene para para purificar el agua se encuentra la filtración lenta o filtración rápida, la sedimentación de impurezas mediante floculantes o coagulantes, la osmosis inversa, etc.

2.2.7.10. PROCESOS PRINCIPALES EJECUTADOS COMO PARTE DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DESTINADO AL CONSUMO HUMANO

Chulluncuy (2011) señala que en los tratamientos del agua destinado al consumo humano son ejecutados distintos procesos; cuya dificultad de dichos procesos depende de la calidad que presente el agua en estado crudo, y también refiere que los siguientes son los principales procesos:

- **Cribado:** Aquí se da la eliminación de los sólidos más grandes que están presentes en dicho cuerpo líquido (madera, plásticos, piedras, etc.) mediante las rejas donde dichos sólidos quedarán detenidos.
- **Coagulación - floculación:** El proceso de coagulación es agregar coagulantes para desestabilizar a los fragmentos coloidales con el fin de que lleguen a ser removidas, dicho proceso se da en fracciones de segundo, ello dependerá del pH final de la mezcla y de la concentración del coagulante; por otro lado la floculación viene a ser el proceso donde dichos fragmentos ya desestabilizados colisionan entre ellos y luego se juntan formando los llamados flóculos; también en dichos procesos se da la supresión de la turbidez, color, organismos patógenos, bacterias que pueden llegar a separarse mediante la coagulación, sustancias o algas en pocos casos; estos procesos requieren ser controlados con cuidado porque son fases valiosas, debido a que de este va a depender la eficacia de los filtros y sedimentadores.
- **Sedimentación:** Viene a ser el proceso de tipo físico donde las partículas que se encuentran en suspensión que están presentes en el cuerpo líquido llegan a ser separadas del fluido, ello se debe a causa de la gravedad; dichas partículas vienen a ser las que tienen una densidad mayor que el agua;

el resultado que se obtendrá será una suspensión con más concentración y un fluido ya clarificado.

- **Filtración:** Viene a ser la separación de cantidades pequeñas de bacterias, microorganismos y de partículas mediante un medio poroso, dicha fase es la responsable de poder cumplir con los ECA y LMP referidos al agua potable; en la parte bacteriológica, los diversos filtros son eficaces ya que cuentan con una remoción mayor al 99%.
- **Desinfección:** Este viene a ser el último paso del tratamiento, que trata del asolamiento selectivo de los organismos patógenos; debido a ello se requieren de pasos preliminares como por ejemplo la sedimentación, coagulación como también la filtración para lograr su destrucción; en la desinfección del agua se tiene que tomar en cuenta la concentración y la naturaleza del agente que será el desinfectante, la temperatura del líquido, el comportamiento de microorganismos que estén presentes en el líquido, el tiempo del contacto y pH del recurso hídrico, la calidad asimismo naturaleza del recurso hídrico; su efectividad viene a ser calculado por el porcentaje de los organismos que se encuentran muertos en un pH, temperatura y tiempo determinado (Chulluncuy, 2011).

Estupiñán y Ávila (2010) afirman que la sustancia que es la más utilizada para el proceso de desinfección del agua destinado al consumo es el cloro, porque viene a ser un oxidante que es el responsable del asolamiento de varios compuestos que son los causantes de los malos sabores y también destruye a los agentes patógenos; pero, la consecuencia que trae es que dicho líquido contenga acumulaciones residuales del cloro de tipo libre encontrado como una mezcla del ácido hipocloroso e hipoclorito, en proporciones que varían según el pH.

2.2.7.11. AGUA PLUVIAL COMO UNA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO

Lossio (2012) señala que la captación del agua pluvial que viene a ser destinado al consumo es empleado en lugares donde no se puede conseguir aguas subterráneas como superficiales que sus características sean buenas, sólo es apropiada en las áreas urbano marginales como también en las rurales que cuenten con índices de lluvia que puedan hacer factible el abastecimiento correcto del agua para la comunidad, en conclusión en las áreas donde la lluvia sea muy intensa; de acuerdo a su calidad, las aguas pluviales recolectadas es posible que contengan sólidos disueltos en una concentración bajísima y una turbiedad baja; debido a dicha concentración y turbiedad siempre será necesario que se emplee un sistema para el tratamiento, con el fin de que dicha agua pluvial tenga características adecuadas para el consumo humano además cuente con un aspecto estético óptimo.

2.2.7.12. ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

La OMS (2011) señala que las características microbianas de las fuentes para el abastecimiento del recurso hídrico destinado para que las personas lo consuman, se apoya en utilizar barreras de tipo múltiple, iniciando en su captación hasta llegar a la persona que lo consume, con el fin de eludir la polución de dicha agua también para poder aminorarla a los niveles adecuados para la salud humana; su cuidado también incrementa al proteger los recursos hídricos, con una operación correcta, selección de algunas etapas de tratamiento y también con el manejo de los sistemas de distribución mediante tubos, etc., con el fin de proteger como también mantener la característica adecuada del agua ya tratada; un método preferido viene a ser el abordaje de una gestión enfatizado principalmente en la reducción o

prevención del ingreso de cuerpos patógenos a la fuente, también reduce la dependencia de los pasos del tratamiento para suprimir a los organismos que causan enfermedades.

Por estos motivos la OMS (2011) indica que para poder avalar la calidad microbiana, no es bueno asegurarse solo con el análisis del último producto, a pesar de que sea realizada constantemente; la ausencia de la garantía respecto a la seguridad del agua destinado al consumo puede poner a una población a la exposición de ciertos brotes de algunas enfermedades que llegan a transmitirse mediante el agua; estas enfermedades deben ser evitadas, por su facultad de infestar a la vez a muchas personas a pequeña y gran escala; pero varias enfermedades pueden transmitirse mediante otras vías, por ejemplo la ingesta de alimentos, aerosoles y gotitas, también el contacto entre las personas.

2.2.7.13. ASPECTOS QUÍMICOS

La OMS (2011) señala que las inquietudes sobre la salud asociadas a componentes de tipo químico que están en el agua destinado a ser consumido por las personas, son diferentes a las de tipo microbiológico, ello debido a la capacidad de poder producir los efectos negativos en la salud luego de periodos prolongados de exposición; son limitados los químicos que ocasionan problemas en la salud frente a una exposición única, haciendo una excepción con una polución accidental, de una magnitud enorme, en el sistema para el abastecimiento del agua; en situaciones donde no se da una afectación a la salud por la exposición corta, es eficaz concentrar todos los recursos los cuales se encuentran a disposición para las medidas de tipo correctivo referente a la eliminación como también detección de una fuente de polución a cambio de asentar un sistema caro para remover el componente químico.

Según la OMS (2011) existen varios productos de tipo químico en el agua destinado para el consumo por parte de las personas; pero, pocos son un peligro instantáneo para la salud de los humanos en una determinada situación, es por ello que debe gestionarse la prioridad del monitoreo del agua y de las medidas de clasificación correctiva, con el objetivo de eludir usar de manera innecesaria los recursos escasos en el proceso de control de los contaminantes químicos que de los cuales su efecto en la salud es nula o pequeña.

2.2.7.14. ASPECTOS RADIOLÓGICOS

De acuerdo con la OMS (2011) se debe tener en consideración el riesgo para la salud relacionado con los elementos que liberan radiación que están en el agua destinado para el consumo por parte de las personas, aunque su exposición a dichos elementos sea muy baja; en dicha clase de agua no están establecidos los valores referente a esos elementos, para ello se usa un sistema que se basa en analizar la radiactividad total tanto beta como alfa presentes en el agua, aun cuando los índices de la radiactividad sean mayor a los umbrales de detección no representen un peligro inmediato para la salud; también se debe hacer un estudio tomando en consideración el estado para poder precisar qué tipos de elementos son los generadores de los posibles riesgos y radiactividad.

2.2.7.15. ASPECTOS REFERENTES A LA ACEPTABILIDAD (APARIENCIA, SABOR Y EL OLOR)

De acuerdo con la OMS (2011) el agua no debe de tener olores ni sabores que sean desagradables para los que lo consumen; su característica se evalúa apoyándose en los sentidos; los compuestos del agua que son los químicos, físicos y microbiológicos pueden llegar a afectar su aspecto; el consumidor estima la aceptabilidad y calidad del agua de acuerdo con el sabor

u olor, por más que dichos compuestos no provoquen un efecto de manera directa en la salud humana.

Según FACTSHEET (2018), las algas como también las bacterias vienen a ser las causantes del inadecuado sabor como del olor del agua subterránea como también superficial, así como también los vertidos de las aguas que son residuales y químicos.

Es de conocimiento para los consumidores que el agua con demasiado color, muy turbia o con un olor y sabor que sean desabridos viene a ser insano y que deben de rechazarlo; en algunos casos las personas que lo consumen no llegan a eludir el consumo del agua siendo inaceptable estéticamente, entonces es preferible el consumo de agua que en su origen su apariencia sea placentero estéticamente, ello no quita que también puede ser insano; entonces para la evaluación de todos los sistemas para el abastecimiento del recurso hídrico destinado al consumo como también para realizar normas y reglamentos es necesario notar las impresiones de la persona que lo consume como también considerarlas en los criterios estéticos y valores de referencias que están sujetos con los efectos en la salud (OMS, 2011).

FACTSHEET (2018), indica que existen cuatro sabores que son básicos los cuales son:

- Dulce
- Amargo
- Ácido
- Salado

FACTSHEET (2018) señala que el agua incluso logra oler a productos que son químicos, moho, tierra incluso hasta a cloro; ya que las células de algunas bacterias y también de algunas algas de un modo natural generan sustancias químicas con un olor, como por ejemplo el olor a tierra; existen personas que logran detectar el olor a moho y también a tierra en una concentración

que va desde los cinco a diez ppt.; cuando las bacterias y también las algas brotan dentro del agua de tipo subterráneo, las acumulaciones de todos los componentes que modifican el olor como también el sabor se incrementan a unos índices que se encuentran más altos del umbral y debido a ello logran causar dificultades en la salud de la población.

2.2.8. PARÁMETROS DEL AGUA DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO

Para Cordero y Ullauri (2011), en dicha agua que se encuentra destinado al consumo humano no debe existir ninguna cantidad de sustancias ya sean tóxicas o nocivas para la salud de las personas, e incluso ninguna cantidad de microorganismos patógenos, ya que por lo contrario pondrían en peligro la salud.

Lossio (2012) menciona que el parámetro primordial que es el que precisa si el agua es indicada o no para ser consumida viene a ser la característica microbiológica, ya que depende de este parámetro se indica la cantidad y las especies de microorganismos que están en dicho líquido.

Es por ello que Cordero y Ullauri (2011) indican que es necesario que este tipo de agua debe cumplir con los requisitos referidos a su calidad tanto microbiológica como físico y química, dichos requisitos son exigidos por la normativa correspondiente de cada país.

Debido a que la investigación propone un sistema el cual consiste en la filtración con el carbón encontrándose activado realizado en base de la cáscara del coco con tal de llegar a obtener agua adecuada para el consumo por parte de las personas, los parámetros serán evaluados en base a lo indicado en el D. S. N°031-2010-SA tal como llega a indicarse en la tabla 5 (MINSa, 2011).

Tabla 5

Límites Máximos Permisibles de parámetros sobre la calidad del agua para el consumo humano

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Fisicoquímicos		
Ph	Valor de pH	6,5 a 8,5
Turbiedad	UNT	5
Dureza total	mgCaCO ₃ L ⁻¹	500
Color	UCV escala Pt/ Co	15
Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1000
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
Conductividad	µmho/cm	1500
Cloruros	mgCl ⁻ L ⁻¹	250
Sodio	mgNAL ⁻¹	200
Cobre	mgCuL ⁻¹	2,0
Hierro	mgFeL ⁻¹	0,3
Zinc	mgZnL ⁻¹	3,0
Aluminio	mgAIL ⁻¹	0,2
Manganeso	mgMnL ⁻¹	0,4
Amoniacó	mgNL ⁻¹	1,5
Microbiológicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
E. Coli	UFC /100ml a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC /100ml a 44,5°C	0 (*)
Huevos y larvas de helmintos	Nºorg/l	0
Bacterias Coliformes Totales	UFC/ 100ml a 35 °C	0 (*)
Organismos de vida libre	Nºorg/l	0
Bacterias Heterotróficas	UFC/ml a 35 °C	500

Nota: En la tabla 5, tener en cuenta que UCV es la unidad de color verdadero.

UNT es la unidad nefelométrica de turbiedad.

UFC es la unidad formadora de colonias.

(*) Si se analiza mediante la técnica del NMP por tubos múltiples =<1,8/ 100ml (MINSa, 2011)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Adsorción**

Acumulación de un determinado soluto presente en el espacio de un sólido, ello no pasa cuando dicho espacio está unido con una determinada solución, dicha acumulación se debe a la inestabilidad de las fuerzas del espacio del sólido (Ramalho, 2003).

- **Contaminación del agua**

Alguna variación biológica, química e incluso también física en las características del agua, por lo que abarca una consecuencia negativa en todo ser vivo, y en el caso de las personas cuando beben agua que se encuentra contaminada, es decir que su calidad es inadecuada, tienen a menudo varios problemas de salud (Ponce, 2019).

- **Enfermedad diarreica**

Infección del tracto digestivo que son generadas a causa de los parásitos, bacterias, también de los virus; siendo su síntoma principal la diarrea; que viene a ser la deposición de tres veces al día incluso a más de excrementos líquidos o sueltos; dicha enfermedad es causada al comer alimentos y beber agua contaminados (Ponce, 2019).

- **Estándar de calidad ambiental (ECA)**

Instrumento que dispone el índice del grado o acumulación de las sustancias, elementos incluso de los parámetros biológicos, químico como también físicos que están en el agua, suelo o aire, que no presente cualquier riesgo importante para el medioambiente como para la salud (MINAM, 2005).

- **Límites máximos permisibles (LMP)**

Grado o acumulación de las sustancias, elementos e incluso parámetros biológicos, químicos como también físicos que califican al efluente o emisión, al sobrepasarse podría causar e incluso causa perjuicio al bienestar de las personas y al ambiente (MINAM, 2005).

- **Parámetros microbiológicos**

Determinación y estimación de los microorganismos que son los indicadores de la polución o también de los microorganismos causantes de enfermedades, estos llegan a analizarse en aguas que son destinados al consumo humano (MINSA, 2011).

- **Tratamiento del agua**

Operaciones unitarias de tipo tanto biológico, químico como también físico, que cuyo propósito es reducir o eliminar las propiedades no deseables o la polución del agua, ya sean de tipos de abastecimiento, naturales, residuales que son llamadas como aguas negras en las áreas urbanas (Ponce, 2019).

- **Tratamiento terciario**

Es realizado para quitar cualquier compuesto por ejemplo la materia orgánica restante que es no biodegradable, los nutrientes y sólidos suspendidos; es imprescindible cuando las situaciones para la descarga son rigurosas o cuando el agua ya tratada será direccionada para un uso en particular (Noyola et al., 2013).

- **Turbiedad**

Medida de claridad de un líquido, viene a ser causado por las partículas que están en suspensión presentes en el líquido, un ejemplo, la tierra, sedimentos, entre otros; los sedimentos pueden llegar a ser revueltos debido a la demasiada actividad que ocurre en el agua, ello ya sea por parte de los humanos o peces (Rodríguez et al., 2007).

2.4. HIPÓTESIS GENERAL

H₁: El sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco es eficaz para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.

H₀: El sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco no es eficaz para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN

Sistema de filtración de agua.

2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA

Agua para consumo humano.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL”

Variable de calibración	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Sistema de filtración de agua.	Tipo de tratamiento mediante la cual, se hace pasar al agua mediante lechos de materiales granulares, siendo estos los que retienen y retiran los contaminantes del agua.	Sistema conformado por un filtro constituido por un carbón encontrándose activado a base de la cáscara del coco, mediante la cual el agua pluvial recolectada llegó a filtrarse.	Características	<ul style="list-style-type: none"> • Área de la filtración. • Altura del filtro. • Diámetro del filtro. 	<ul style="list-style-type: none"> cm² cm cm 	Numérica continua
Variable evaluativa	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores *	Valor final	Tipo de variable
Agua para consumo humano.	Agua apta para el consumo humano como también para toda utilización doméstica habitual e higiene personal.	Agua que cuyos parámetros fisicoquímicos como también microbiológicos sean adecuados para el consumo humano.	Parámetros fisicoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> • Turbiedad • Color • pH • Sulfatos • Dureza total • Cloruros • Sólidos totales disueltos • Conductividad • Amoníaco • Hierro • Manganeso • Aluminio • Cobre • Zinc • Sodio 	<ul style="list-style-type: none"> UNT UCV escala Pt/Co Valor de pH mg SO₄⁻L⁻¹ mg CaCO₃L⁻¹ mg Cl⁻L⁻¹ mgL⁻¹ µmho/cm mg L⁻¹ 	Numérica continua
			Parámetros microbiológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Bacterias Heterotróficas • Huevos y larvas de Helminos • Bacterias Coliformes Totales • Organismos de vida libre • E. Coli • Bacterias Coliformes Termotolerantes 	<ul style="list-style-type: none"> UFC/ml Huevos/l UFC/100ml N° org/l UFC/100ml UFC/100ml 	Numérica discreta

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Conforme al control de las mediciones de la variable que fue estudiada, el presente estudio llegó a ser prospectivo debido a que se trabajó con los datos primarios. Debido al número de las mediciones de la variable que fue estudiada llegó a ser longitudinal, ello es debido a que se hizo más de una medición de la variable que fue estudiada, un pre test y cuatro posts test. De acuerdo al número de variables, el presente estudio llegó a ser analítica, porque presentó dos variables analíticas, sistema de filtración de agua como también agua para consumo humano. Conforme a la intervención del investigador llegó a ser un estudio con intervención (Supo y Zacarías, 2020).

3.1.1. ENFOQUE

El estudio llegó a ser desarrollado con un enfoque cuantitativo debido a que llegó a utilizarse la estadística para el análisis de los datos (Supo y Zacarías, 2020).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Dicho estudio estuvo ubicado en el nivel aplicativo porque se propuso una solución al problema de la población que llegó a identificarse (Supo y Zacarías, 2020). Se propuso el sistema de filtración con carbón activado proveniente de la cáscara de coco como una alternativa de solución al problema de la calidad inadecuada del agua pluvial.

3.1.3. DISEÑO

El estudio llegó a presentar un diseño prospectivo, longitudinal, analítico asimismo con intervención (Supo y Zacarías, 2020). Dicha investigación presentó un esquema cuasi experimental como llega a mostrarse:

GE: O₁ — X — O₂

Leyenda:

GE: Grupo de estudio.

O1: Observación inicial.

O2: Observación final.

X: Intervención con el sistema de filtración.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Respecto a la población se encontró comprendida por el agua pluvial que se recolectó en la vivienda ubicada en el C.P. de Chacabamba, distrito de Pillco Marca, en la provincia como también región de Huánuco; el tiempo que llegó a considerarse para la ejecución de la investigación fue desde diciembre (2022) a marzo (2023), siendo en el mes de diciembre que se dio la respectiva implementación de dicho sistema de filtración de agua en la vivienda que fue considerada para la investigación, en el mes de enero se dio la recolección del agua pluvial, asimismo en el mes de marzo la interpretación de los resultados; las coordenadas UTM – WGS84 de la vivienda que se consideró para el estudio, se encuentra en la tabla a continuación:

Tabla 6

Coordenadas UTM - WGS84

Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Altitud (m.s.n.m.)
362410.00	8896811.00	2019

Nota: En la tabla 6 se muestran las respectivas coordenadas como también altitud de la vivienda que se consideró para la investigación.

La muestra considerada para la investigación se encontró conformada por 80 litros de agua pluvial, las cuales estuvieron conformados por 4 unidades de estudio de 20 litros de agua pluvial que fueron sometidos al sistema de filtración para obtener el objetivo fijado.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 7

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable de calibración	Indicadores	Técnicas	Instrumentos o recursos
Sistema de filtración de agua	Área de la filtración	Observación	Ecuaciones
	Altura del filtro		
	Diámetro del filtro		
Variable evaluativa	Indicadores	Técnicas	Instrumentos o recursos
	Parámetros fisicoquímicos		
	pH		Multiparámetro
	Conductividad		
	Turbiedad		
	Color		
	Dureza total		
	Sulfatos		
	Sólidos totales disueltos		
	Cloruros		
	Sodio		
	Manganeso		
Agua para consumo humano	Aluminio	Observación	
	Hierro		
	Zinc		
	Cobre		
	Amoniaco		
	Parámetros microbiológicos		
	E. Coli		Laboratorio
	Huevos y larvas de Helmintos		
	Bacterias Coliformes		
	Termotolerantes		
	Bacterias Coliformes Totales		
	Bacterias Heterotróficas		
	Organismos de vida libre		

Nota: En la tabla 7, llega a mostrarse las variables y sus indicadores evaluados en esta investigación.

3.3.1.1. PROTOCOLO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), señala en su guía, que la implementación del sistema para la filtración de agua pluvial llega a realizarse de la siguiente manera (OPS, 2010):

Componentes y diseño del sistema:

- **Captación:** El techo de la vivienda fue de calamina. Su dimensión estuvo relacionado al largo de la superficie de la captación, contando con una pendiente para que permita una adecuada recolección del agua. La canaleta contó con una malla para evitar la entrada de sólidos grandes, también se le acondicionó un tubo de PVC, que sirvió como bajante donde pasó el agua sin tratamiento a un bidón de recolección de 80 litros.
- **Bajante:** Es la tubería de PVC que dirigió el agua de la canaleta hacia el recipiente de recolección.
- **Bidón de recolección para el agua pluvial:** La recolección del agua pluvial se dio dentro de un bidón hermético, para evitar la reproducción de insectos, contaminación e ingreso de la luz solar; impermeable, con lo que se evitó pérdidas ya sea por transpiración o goteo; y accesible, con una abertura amplia para realizar las reparaciones y limpieza.
- **Interceptor:** Recipiente, en este caso fue un tubo de PVC con un medio filtrante para mejorar las condiciones del agua. Contó con una llave de paso.
- **Conducción:** Se realizaron las conexiones externas que comunicaron al interceptor con el bidón, el cual fue para el almacenamiento mediante la tubería.
- **Balde para el almacenamiento del agua tratada:** Se utilizó un balde de 20 L, este recipiente almacenó el agua luego de la filtración.

- **Grifo:** Último componente del sistema de filtración, estuvo conectado al balde de almacenamiento de agua tratada, fue el medio por el cual se obtuvo el agua filtrada.

El filtro se diseñó en base a la proporción utilizada de carbón activado proveniente de la cáscara del coco (300 gramos), teniendo un volumen de 1 081.6 cm³ el medio filtrante y una altura del lecho del medio filtrante de 13.5 cm; con dichas medidas llegó a determinarse el área de filtración, altura del filtro como también diámetro del filtro; los cuales se encuentran especificados en la tabla mostrada a continuación:

Tabla 8

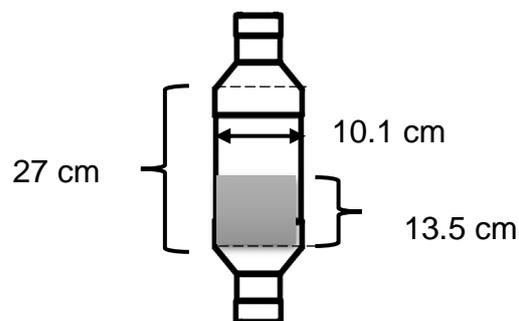
Dimensiones del filtro

Indicador	Ecuación	Resultado
Área de la filtración	$A = \frac{Vca}{h}$	80.12 cm ²
Altura del filtro	$H = 2 \times h$	27 cm
Diámetro del filtro	$D = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}}$	10.1 cm

Nota: En la tabla 8 llega a presentarse la determinación de las dimensiones del filtro, en base a las ecuaciones de Suárez (2014)

Figura 6

Diseño del filtro



Nota: Se visualiza el área de la filtración, altura del filtro y diámetro del filtro.

3.3.1.2. PROTOCOLO DE PREPARACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE LA CÁSCARA DEL COCO

Según lo indica el manual sobre el carbón activado, consta de las siguientes etapas:

Etapa de la carbonización:

Para la etapa de carbonización se tuvo en cuenta el procedimiento de Sevilla (s.f.) siendo el siguiente:

- **Recolección como también transporte de materia prima:** Llegó a obtenerse la cáscara del coco posteriormente fueron transportadas al lugar donde se realizó el proceso de activación.
- **Secado de la cáscara del coco:** Llegó a exponerse manualmente las cáscaras al sol por 24 horas con tal de eliminar la humedad que presentaba.
- **Molienda del producto seco:** Se trituraron manualmente con ayuda de un martillo hasta lograr triturar la cáscara del coco ya seca al tamaño ya establecido, facilitando su carbonización.
- **Tratamiento térmico del material:** Se colocaron los pedazos de la cáscara de coco en un recipiente sin taparlo, por 3 horas al fuego; de esta manera llegó obtenerse dicho carbón proveniente de la cáscara del coco.
- **Limpieza del carbón:** El carbón que se encontró en el recipiente se encontró caliente un momento, para lo cual se dejó un tiempo para enfriarse. Una vez frío, se trasladó a un contenedor limpio, donde se procedió enjuagarlo con el agua destilada, con la finalidad de separar residuos y cenizas, y luego se procedió a vaciar el agua.

Etapa de Activación del carbón

Para esta etapa, de acuerdo a la guía de Tyrell (2017) se realizó de la siguiente manera:

- Se procedió a moler el carbón, se aseguró que el carbón se encuentre totalmente seco antes de mezclarlo con el reactivo.
- Procedió a pasarse el carbón por el tamiz N°100, con la cual se obtuvo el tamaño que se deseó; llegando a considerar 850 g de carbón tamizado.
- Se llegó a necesitar ácido fosfórico al 85% para la activación del carbón, para lo cual se consideró que por cada gramo del carbón molido se debe agregar 1 ml de la disolución (H₃PO₄) a una concentración de 40%. Para lo cual se hizo uso de la ecuación indicado por Carrasco y Londa (2018) para realizar la disolución:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Donde:

V₁: Volumen inicial.

V₂: Volumen final.

C₁: Concentración inicial.

C₂: Concentración final.

Llegando a tener:

$$85\% \times V_1 = 40\% \times 850 \text{ ml}$$

$$85 \times V_1 = 34\,000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 400 \text{ ml}$$

Por ende, se procedió a disolver 400 mililitros de ácido fosfórico al ochenta y cinco por ciento en 450 mililitros de agua destilada para obtener 850 ml de disolución de ácido

fosfórico al cuarenta por ciento; una vez que se obtuvo la disolución se vertió al carbón ya tamizado.

- Se tapó el recipiente, donde se encontró la mezcla anterior, con papel aluminio dejando agujeros para la eliminación del vapor.
- Se dejó reposar la mezcla durante 24 horas con una agitación de manera ocasional.
- El carbón con el ácido fosfórico se introdujo al horno a 300°C por 4 horas, con lo que se logró la evaporación del líquido restante; asimismo se vertió agua destilada al carbón activado hasta obtener un pH neutro.
- Procedió a pasarse el carbón activado a otro recipiente para su secado por el periodo de 48 horas, pasado el tiempo se dejó enfriar a temperatura ambiente.

3.3.1.3. PROTOCOLO DE MONITOREO

De acuerdo a la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el monitoreo de recursos hídricos superficiales se realizó de la siguiente manera (DIGESA, 2007):

- **Materiales y equipo:** Para el muestreo se usó recipientes de polietileno, cooler con hielo, guantes de nitrilo, multiparámetro, GPS, plumón indeleble, cinta adhesiva, cadena de custodia, fichas de recolección de datos como también equipos de protección personal.
- **Ubicación del punto del muestreo:** Se identificó con un código de campo y también claramente reconocido, con lo que se permitió su exacta ubicación en otros monitoreos. Para la determinación de la localización llegó a usarse el GPS el cual fue registrado en el sistema WGS84 y con las coordenadas UTM.
- **Identificación de la muestra del agua:** Los recipientes fueron identificadas con una etiqueta, donde estuvo escrita

la información con letra legible y clara, previo a la toma de cada muestra, asimismo estuvo protegida con una cinta transparente adhesiva, dicha etiqueta contuvo la información que el laboratorio requirió.

- **Toma de la muestra:** Previo a la recolección de las muestras se organizaron los recipientes de polietileno de acuerdo a los códigos de cada unidad de muestra:

Parámetros in situ (en el lugar): Se inició recolectando la información respecto a los parámetros (T° , pH y conductividad) con el equipo correspondiente.

Una vez determinados dichos parámetros, se procedió a la toma de muestra, se tomó 1 muestra para la elaboración del pre test y 4 muestras para la elaboración del post test, dichas muestras del agua pluvial filtrada fueron tomadas en tiempos continuos (cada 5 horas).

Parámetros microbiológicos: Para estos parámetros las botellas fueron esterilizadas y de polietileno, la recolección de la respectiva muestra se dio de manera directa.

Parámetros fisicoquímicos: La toma de muestra se dio de manera directa.

Se tuvo cuidado que las botellas estuvieran cerradas para evitar derrames.

- **Conservación y envío de muestras:** Las botellas fueron etiquetadas y colocadas en el cooler con hielo a una temperatura de 4°C aproximadamente, siendo lo recomendable para el traslado correcto de todas las muestras hacia el laboratorio.

Las muestras ya recogidas para los análisis fisicoquímicos como también microbiológicos fueron dados

al laboratorio en un tiempo limitado, dentro de las 24 horas desde la realización del muestreo.

- **Recolección de datos:** Llegó a tenerse en consideración la información para cada punto y muestra que fue requerida según dicho registro, identificación del punto de monitoreo, cadena de custodia como también etiqueta de muestras de agua.
- **Cadena de custodia:** Viene a ser el documento donde la información relevante fue registrada para garantizar la probidad de la muestra iniciando en su recolección y finalizando en el reporte de los resultados. (Ver anexo)
- **Análisis de las muestras:** Las muestras fueron enviadas a Lima al laboratorio SAG – Servicios Analíticos Generales SAC, este está acreditado por INACAL, para su respectivo análisis.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Llegó a tenerse considerado emplear tablas como también gráficos provenientes de los resultados proveniente de los análisis del laboratorio, tomando en cuenta la narrativa de la redacción científica para la respectiva interpretación de dichos resultados, llegando a ser de utilidad para la discusión como también conclusiones del estudio que se presenta.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para lo que fue el procesamiento se consideró la técnica de recolección, ordenamiento como también codificación de los datos; y para lo que es el análisis de la información se contempló la utilización del Excel como también del software estadístico IBM SPSS de versión 24.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 9

Parámetros fisicoquímicos del agua pluvial previo como también posterior al uso del sistema de filtración

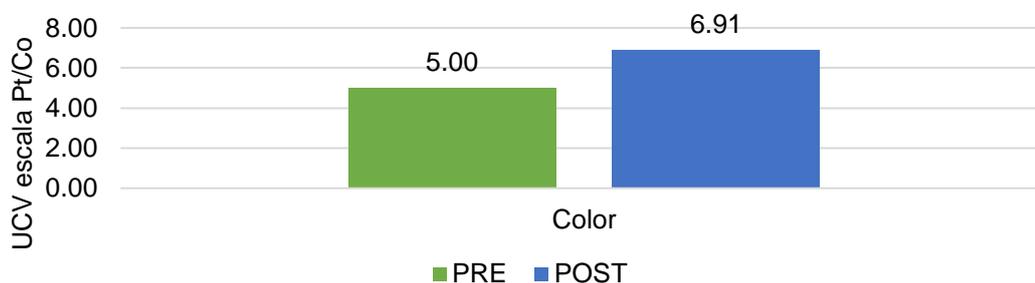
Indicadores	Media	Error estándar de la media	LI. 95% NC	LS 95% NC
Color_PRE	5.00	0.00	5.00	5.00
Color_POS	6.91	0.84	5.27	8.54
Turbiedad_PRE	23.00	0.00	23.00	23.00
Turbiedad_POS	2.53	1.25	0.07	4.98
pH_PRE	8.12	0.01	8.10	8.13
pH_POS	8.18	0.00	8.17	8.19
Temperatura_PRE	18.00	0.00	18.00	18.00
Temperatura_POS	21.33	0.51	20.33	22.32
Sulfatos_PRE	1.52	0.01	1.50	1.53
Sulfatos_POS	39.68	12.34	15.49	63.87
STD_PRE	29.15	0.06	29.02	29.28
STD_POS	131.83	16.23	100.02	163.63
Dureza.Total_PRE	19.77	0.01	19.75	19.78
Dureza.Total_POS	64.12	11.84	40.92	87.32
Cloruros_PRE	2.11	0.01	2.09	2.12
Cloruros_POS	2.15	0.06	2.03	2.26
Conductividad_PRE	91.00	0.00	91.00	91.00
Conductividad_POS	234.50	41.25	153.65	315.35
Amoniacos_PRE	0.09	0.00	0.09	0.09
Amoniacos_POS	0.0425	0,0225	-0.0016	0.0866
Hierro_PRE	0.50	0.00	0.50	0.50
Hierro_POS	0.11	0.08	-0.06	0.27
Manganeso_PRE	0.02	0.00	0.02	0.02
Manganeso_POS	0.02	0.00	0.02	0.02
Aluminio_PRE	0.43	0.00	0.43	0.43
Aluminio_POS	0.05	0.01	0.04	0.07
Cobre_PRE	0.04	0.00	0.04	0.04
Cobre_POS	0.00	0.00	0.00	0.01
Zinc_PRE	274.77	0.00	274.77	274.77
Zinc_POS	0.09	0.02	0.06	0.12
Sodio_PRE	0.56	0.00	0.56	0.56
Sodio_POS	2.70	0.20	2.30	3.09

Nota: En la tabla 9, se aprecia que luego del uso del sistema de filtración se dieron incrementos en el indicador de color pasando de 5.00 a 6.91 UCV, en el pH pasando de 8.12 a 8.18, en sulfatos pasando

de 1.52 a 39.68 SO_4^- mg/L, en los STD llegando a pasar de 29.15 a 131.83mg/L, en dureza total pasando de 19.77 a 64.12 CaCO_3 mg/L, en cloruros pasando de 2.11 a 2.15 Cl^- mg/L, en conductividad pasando de 91.00 a 234.50 $\mu\text{mho/cm}$ y en Sodio pasando de 0.56 a 2.70 mg/L; a diferencia de los indicadores de turbiedad, amoniaco, hierro, aluminio, cobre y zinc en las que se aprecia un decremento y respecto al manganeso se aprecia que el resultado se mantuvo igual en el post test.

Figura 7

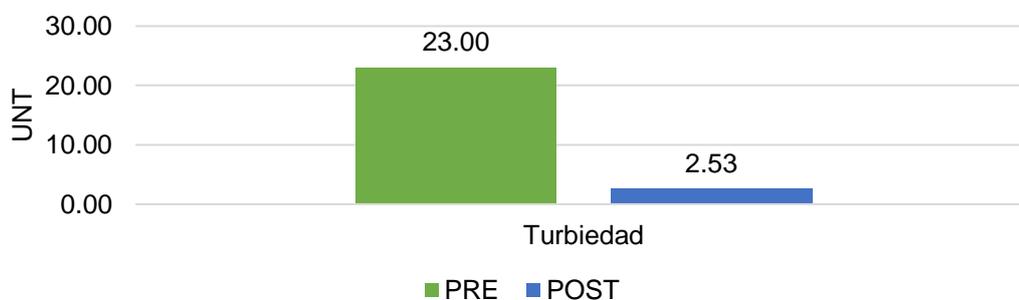
Indicador de color antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Color), en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 8

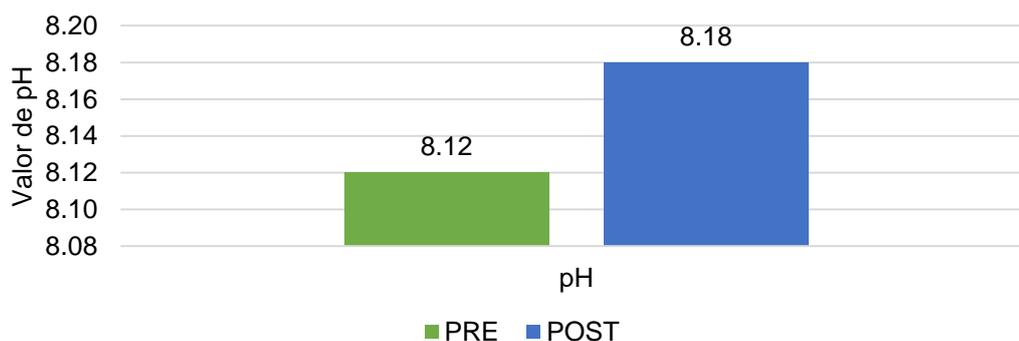
Indicador de turbiedad antes y después del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Turbiedad), en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 9

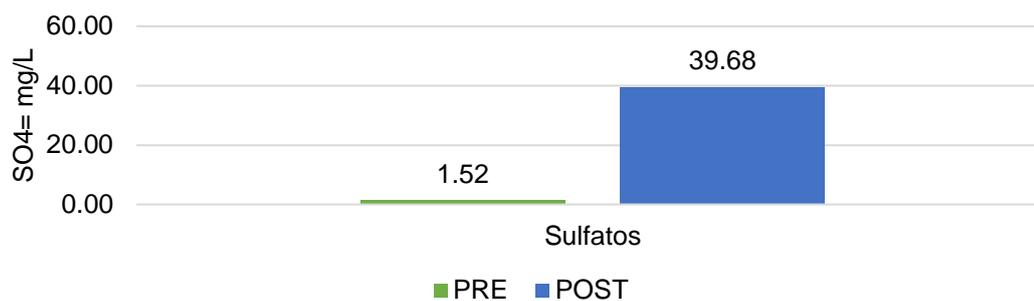
Indicador de pH antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (pH), a partir de los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 10

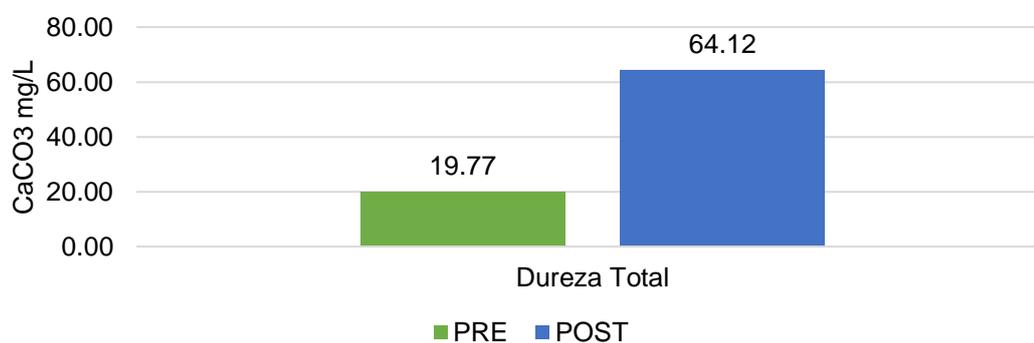
Indicador de sulfatos antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Sulfatos), en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 11

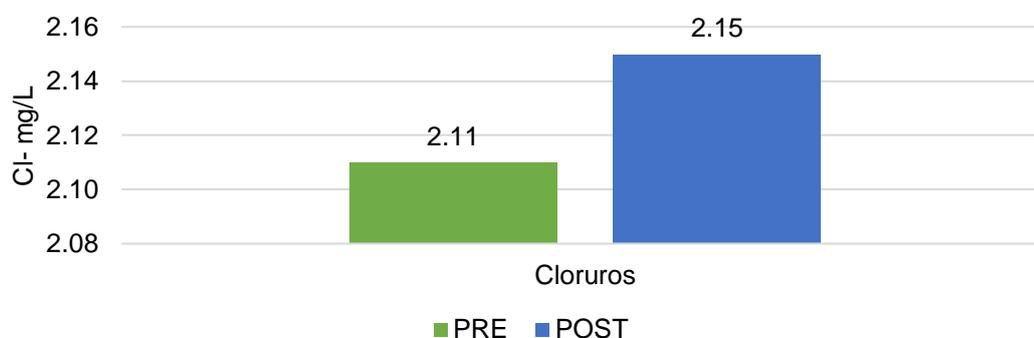
Indicador de dureza total antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Dureza Total), en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 12

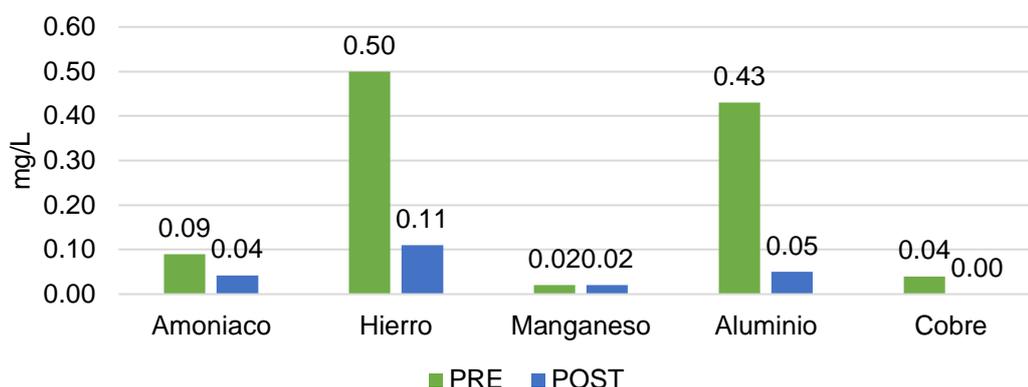
Indicador de cloruros antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Cloruros), a partir de los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 13

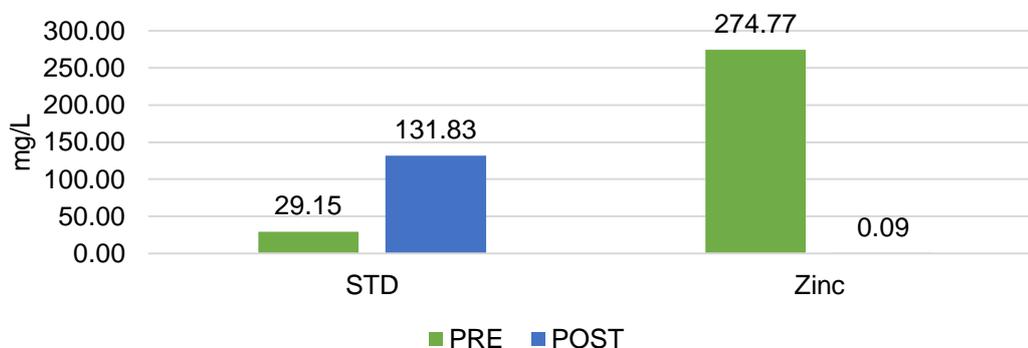
Indicadores de amoniaco, hierro, manganeso, aluminio y cobre, antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias de los indicadores (Amoniac, Hierro, Manganeso, Aluminio y Cobre), en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 14

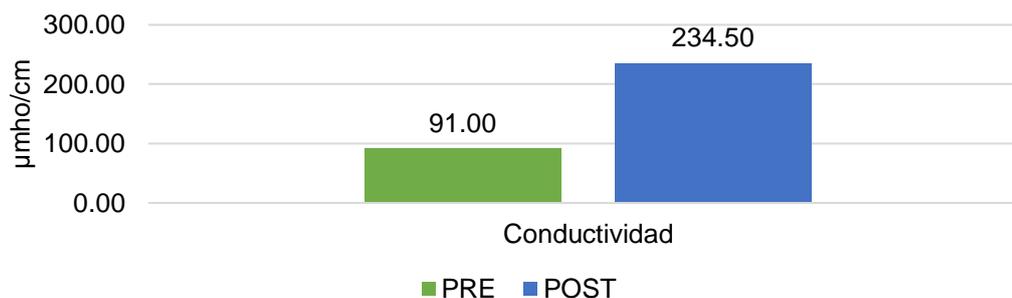
Indicadores de STD y zinc antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias de los indicadores (STD y Zinc), en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 15

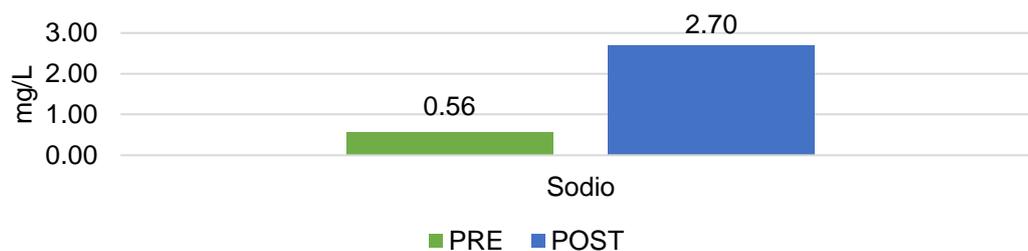
Indicador de conductividad antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Conductividad), a partir de los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 16

Indicador de sodio antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Sodio), a partir de los resultados otorgados por el laboratorio.

Tabla 10

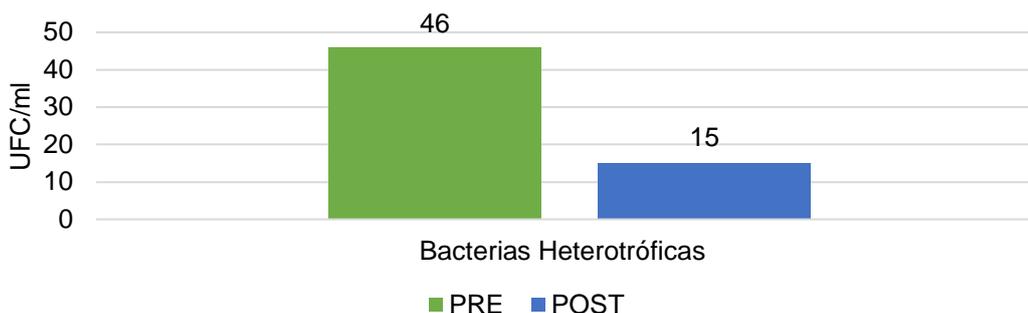
Parámetros microbiológicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración

Indicadores	Media	Error		
		estándar de la media	LI. 95% NC	LS 95% NC
B.Heterotroficas_PRE	46.00	0.00	46.00	46.00
B.Heterotroficas_POS	15.00	0.41	14.20	15.80
B.Coliformes.Tot_PRE	23.00	0.00	23.00	23.00
B.Coliformes.Tot_POS	23.00	0.00	23.00	23.00
B.Coliformes.Term_PRE	23.00	0.00	23.00	23.00
B.Coliformes.Term_POS	17.75	1.75	14.32	21.18
E.Coli_PRE	370000.00	0.00	370000.00	370000.00
E.Coli_POS	1020000.00	331285.38	370680.66	1669319.34
O.Vida.Libre_PRE	1751.00	0.00	1751.00	1751.00
O.Vida.Libre_POS	37682.75	20959.45	-3397.77	78763.27

Nota: En la tabla 10 llega a mostrarse que, descriptivamente, luego de la intervención con el sistema de filtración, en cuanto a la evaluación de los parámetros microbiológicos, dio a lugar un incremento en los valores de los indicadores siguientes: E. Coli pasando de 370000.00 a 1020000.00 UFC/100ml como también Organismos de vida libre pasando de 1751.00 a 37682.75 Org./l. Por otro lado, se aprecia que las B. Heterotróficas y las B. Coliformes Termotolerantes tuvieron un decremento en sus valores, y los valores de las B. Coliformes Totales llegaron a mantenerse igual.

Figura 17

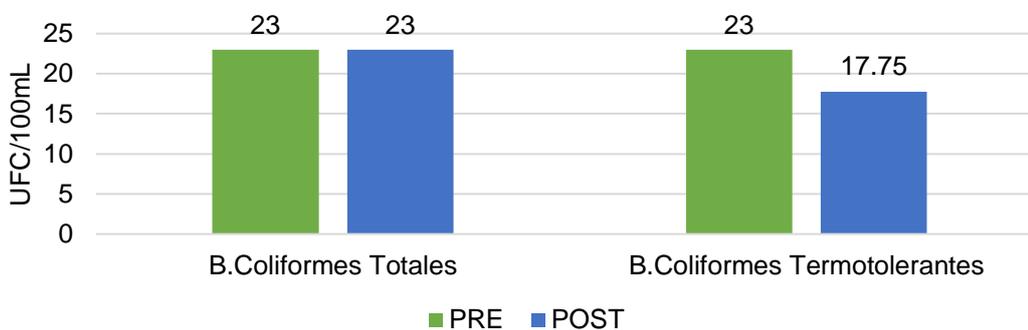
Indicador de Bacterias Heterotróficas antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Bacterias Heterotróficas), en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 18

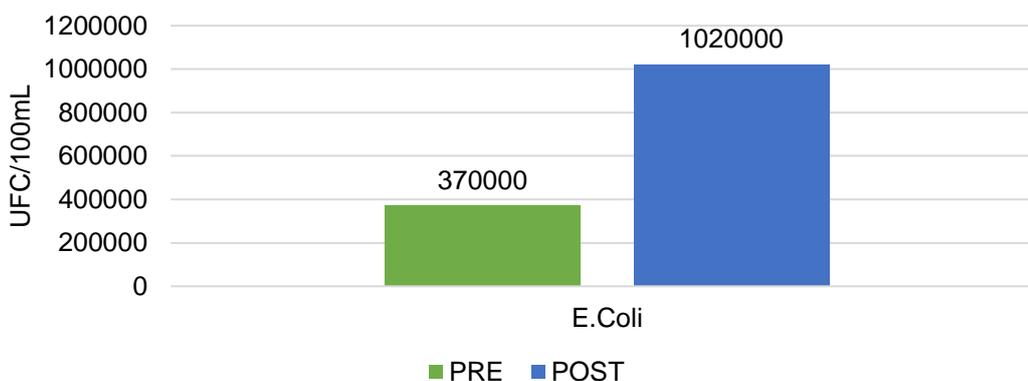
Indicadores de B. Coliformes Totales como también B. Coliformes Termotolerantes antes como también después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias de los indicadores (B. Coliformes Totales como también B. Coliformes Termotolerantes) en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 19

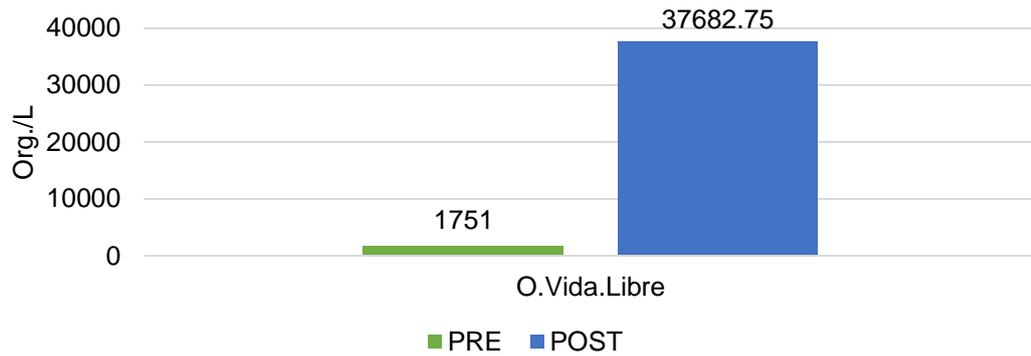
Indicador de E. Coli antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (E.Coli), a partir de los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 20

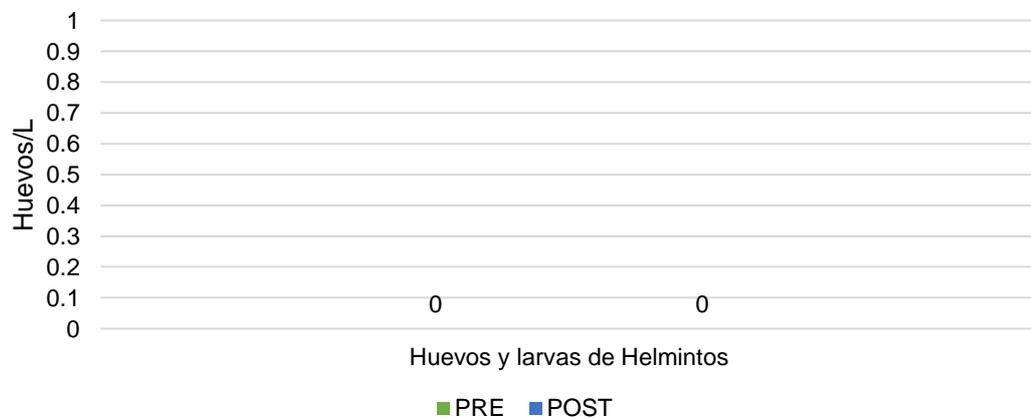
Indicador de Organismos de vida libre antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Organismos de Vida Libre), en base a los resultados otorgados por el laboratorio.

Figura 21

Indicador de Huevos y larvas de Helmintos antes y después del uso del sistema de filtración



Nota: Se visualiza las medias del indicador (Huevos y larvas de Helmintos), a partir de los resultados otorgados por el laboratorio.

Tabla 11*Prueba de normalidad de datos*

Indicadores	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Color_DIF	,936	4	0,633
Turbiedad_DIF	,793	4	0,091
pH_DIF	,863	4	0,272
Temperatura_DIF	,899	4	0,426
Sulfatos_DIF	,854	4	0,238
STD_DIF	,949	4	0,712
Dureza.Total_DIF	,899	4	0,428
Cloruros_DIF	,733	4	0,076
Conductividad_DIF	,989	4	0,953
Amoniaco_DIF	,744	4	0,054
Hierro_DIF	,656	4	0,063
Manganeso_DIF	,918	4	0,529
Aluminio_DIF	,882	4	0,348
Cobre_DIF	,794	4	0,092
Zinc_DIF	,680	4	0,057
Sodio_DIF	,831	4	0,170
B.Heterotroficas_DIF	,945	4	0,683
B.Coliformes.Term_DIF	,630	4	0,051
E.Coli_DIF	,779	4	0,070
O.Vida.Libre_DIF	,900	4	0,433

Nota: La tabla 11 muestra la normalidad de datos, donde los valores que son superiores a 0.05 o 5.0% en el p-valor o significancia bilateral de cada uno de los indicadores evaluados, por lo que se procedió a emplear en el análisis estadístico una prueba paramétrica, tal como la t de Student para muestras relacionadas o también llamada t de Student para medidas repetidas.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para el desarrollo del estudio que se presenta se planteó la contrastación de la siguiente hipótesis (H_1):

H_1 : El sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco es eficaz para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.

Por su parte, la hipótesis nula (H_0), que llega a rechazar dicha afirmación refiere:

H_0 : El sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco no es eficaz para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.

El nivel de significancia considerado es el convencional, es decir **5%**.

La prueba estadística que se empleó fue t de Student para muestras relacionadas.

Cálculo del p-valor por medio de la prueba estadística.

Tabla 12

T de Student para muestras relacionadas para la contrastación de la hipótesis de los parámetros fisicoquímicos

		Media	Media de error estándar	t	Sig. (bilateral)
Color_POS	-	1.905	0.83647	2.277	0.107
Color_PRE					
Turbiedad_POS	-	-20.475	1.25125	-16.364	0.000
Turbiedad_PRE					
pH_POS - pH_PRE		0.0625	0.00479	13.056	0.001
Temperatura_POS	-	3.325	0.50724	6.555	0.007
Temperatura_PRE					
Sulfatos_POS	-	38.1675	12.34482	3.092	0.054
Sulfatos_PRE					
STD_POS	-	102.675	16.27203	6.31	0.008
STD_PRE					
Dureza.Total_POS	-	44.3575	11.83926	3.747	0.033
Dureza.Total_PRE					
Cloruros_POS	-	0.0425	0.05618	0.756	0.504
Cloruros_PRE					
Conductividad_POS	-	143.5	41.24823	3.479	0.040
Conductividad_PRE					
Amoniacο_POS	-	-0.04750	0.02250	-2.111	0.125
Amoniacο_PRE					
Hierro_POS	-	-0.39163	0.08292	-4.723	0.018
Hierro_PRE					
Manganeso_POS	-	0.00075	0.00085	0.882	0.443
Manganeso_PRE					
Aluminio_POS	-	-0.37575	0.00834	-45.052	0.000
Aluminio_PRE					
Cobre_POS	-	-0.039	0.00083	-47.122	0.000
Cobre_PRE					
Zinc_POS - Zinc_PRE		-274.67356	0.01583	-17348.281	0.000
Sodio_POS	-	2.13375	0.20041	10.647	0.002
Sodio_PRE					

Nota: La tabla 12 se visualiza una diferencia significativa entre los valores inicial y finales (pre y post test) en los siguientes indicadores: turbiedad, pH, temperatura, STD, dureza total, conductividad, hierro, aluminio, cobre, zinc como también sodio, ya que cuyos valores del p-valor se encuentran por debajo del 5%. En los indicadores de color, sulfatos, cloruros, amoniacο y manganeso no se ha presentado una diferencia significativa entre su valor inicial y luego de la intervención en el post test ya que el p-valor supera el 5%.

Tabla 13

T de Student para muestras relacionadas para la contrastación de la hipótesis de los parámetros microbiológicos

		Media	Media de error estándar	t	Sig. (bilateral)
B.Heterotroficas_POS	-	-31.00000	0.40825	-75.934	0.000
B.Heterotroficas_PRE					
B.Coliformes.Term_POS	-	-5.25000	1.75000	-3.000	0.058
B.Coliformes.Term_PRE					
E.Coli_POS - E.Coli_PRE		650000.00000	331285.37547	1.962	0.145
O.Vida.Libre_POS	-	35931.75000	20959.44962	1.714	0.185
O.Vida.Libre_PRE					

Nota: La tabla 13 se visualiza una diferencia significativa en los valores pre como también post test del indicador: Bacterias heterotróficas ya que su p-valor no supera el 5%; en los indicadores: Bacterias Coliformes Termotolerantes, E. Coli como también OVL no se existe una diferencia significativa ya que el p-valor supera el 5%.

Según los resultados mostrados, la prueba debe cumplir con todos los parámetros para que el agua llegue a ser adecuada para el consumo humano, por ello se acepta la hipótesis nula, que refiere que el sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco no es eficaz para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial; ya que 4 parámetros microbiológicos (E. Coli, B. Coliformes Totales, Organismos de vida libre como también B. Coliformes Termotolerantes) llegaron a exceder el LMP del D. S. N° 031-2010-SA.

Tabla 14

Tabla interpretativa de la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial respecto al exceso del Límite Máximo Permisible del D.S. N°031-2010-SA

Propiedad del agua	Indicador	Límite Máximo Permisible (Decreto Supremo N°031-2010-SA)		Pre test	Interpretación	Post test	Interpretación
		Valor	Rango				
			Recomendado				
	Color	15	-	5.0	No excede	6.91	No excede
	Turbiedad	5	-	23.0	Excede	2.53	No excede
	pH	-	6.5 – 8.5	8.12	No excede	8.18	No excede
	Sulfatos	250	-	1.52	No excede	39.68	No excede
	Sólidos Totales Disueltos	1 000	-	29.15	No excede	131.83	No excede
	Dureza Total	500	-	19.77	No excede	64.12	No excede
	Cloruros	250	-	2.11	No excede	2.15	No excede
Fisicoquímicas	Conductividad	1 500	-	91.00	No excede	234.50	No excede
	Amoniaco	1.5	-	0.09	No excede	0.0425	No excede
	Hierro	0.3	-	0.50	Excede	0.11	No excede
	Manganeso	0.4	-	0.02	No excede	0.02	No excede
	Aluminio	0.2	-	0.43	Excede	0.05	No excede
	Cobre	2.0	-	0.04	No excede	0.00	No excede
	Zinc	3.0	-	274.77	Excede	0.09	No excede
	Sodio	200	-	0.56	No excede	2.70	No excede

Propiedad del agua	Indicador	Límite Máximo Permisible (Decreto Supremo N°031-2010-SA)		Pre test	Interpretación	Post test	Interpretación
		Valor	Rango				
			Recomendado				
Microbiológicas	Bacterias Heterotróficas	500	-	46.00	No excede	15.00	No excede
	Bacterias Coliformes Totales	0	-	23.00	Excede	23.00	Excede
	Bacterias Coliformes Termotolerantes	0	-	23.00	Excede	17.75	Excede
	E. Coli	0	-	370000.00	Excede	1020000.00	Excede
	Organismos de vida libre	0	-	1751.00	Excede	37682.75	Excede
	Huevos y larvas de Helmintos	0	-	0	No excede	0	No excede

Nota: La tabla 14 muestra la interpretación de los resultados, otorgados por el laboratorio acreditado SAG, de los parámetros tanto fisicoquímicos como también microbiológicos que llegaron a ser considerados en la investigación.

También se muestra que el sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco logró que 17 indicadores no excedieran el Límite Máximo Permisible del Decreto Supremo N°031-2010-SA, de un total de 21 los cuales fueron evaluados en la investigación; sin embargo, para que dicho sistema de filtración resultara eficaz era necesario que la totalidad de los parámetros que fueron evaluados no llegaran a exceder el Límite Máximo Permisible del Decreto Supremo N°031-2010-SA.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Referente al objetivo general: Evaluar la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.

Según los resultados que llegaron a obtenerse, luego de la intervención del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco se logró que los parámetros de color, pH, cloruros, manganeso, turbiedad, sulfatos, hierro, STD, dureza total, conductividad, amoníaco, aluminio, zinc, sodio, cobre, Huevos y larvas de Helminthos como también bacterias heterotróficas no excedan el LMP del D. S. N° 031- 2010 - SA; sin embargo los parámetros de E. Coli, B. Coliformes Totales, B. Coliformes Termotolerantes como también Organismos de vida libre llegaron a exceder dicho LMP; resultando que el sistema de filtración no llegó a ser eficaz; ello debido a que dicho sistema de filtración con carbón activado procedente de la cáscara del coco no incluyó el proceso de desinfección que es para la supresión de los organismos patógenos presentes en el agua, además de ello el factor que influenció en las características microbiológicas del agua fue la presencia de excremento de aves en la calamina por donde recorría el agua pluvial hasta el sistema de filtración; por lo cual se evidenció que la totalidad de las características fisicoquímicas del agua que fueron consideradas en dicho estudio no excedieron el LMP, debido a que el carbón activado proveniente de la cáscara de coco al ser un medio poroso retiene en mayor proporción los parámetros de calidad organoléptica.

Yachas (2019), en su tesis “Grado de eficacia del carbón activado de la cáscara de coco, en la absorción del hierro y plomo del agua de consumos de los estudiantes de la I.E. San Andrés de Paragsha– Simón Bolívar 2018”, donde la aplicación del carbón activado de la cáscara del coco tuvo un grado de eficacia elevado respecto a la purificación como también absorción del

plomo como también hierro del agua direccionado al consumo por parte de los alumnos de dicha institución educativa, siendo eficaz en los parámetros de turbidez, pH, conductividad, Coliformes fecales, cloro residual, plomo y hierro, sin embargo fue ineficaz en el parámetro de Coliformes Totales. En la investigación que realicé, con la utilización del sistema de filtración con carbón activado proveniente de la cáscara de coco se tuvo óptimos resultados respecto al parámetro de turbidez, pH y conductividad, pero también no se obtuvo un resultado óptimo en el parámetro de Coliformes Totales; sin embargo, el agua considerada en este estudio no pasó por un proceso de desinfección a diferencia del agua destinada al consumo por parte de los alumnos de la I. E. San Andrés de Paragsha que llegó a considerarse en dicha investigación.

Bravo y Garzón (2017), en la investigación “Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial del coco (*Cocus nucifera*) para remoción de contaminantes de agua”, llegaron a demostrar que en el tratamiento donde usaron 100 gramos de carbón que se encontró activado proveniente del residuo agroindustrial del coco tuvieron una eficiencia elevada respecto a la eliminación de contaminantes del agua, cuyo porcentaje fue de un 75,68%, dicho porcentaje fue el promedio de eficiencia respecto a la remoción de cada parámetro que evaluaron siendo en total 4, los cuales fueron el cloro libre residual, sólidos suspendidos, turbidez y color. Por otra parte, en la investigación que hice, el sistema de filtración con carbón activado a base de la cáscara de coco, en la que llegó a utilizarse 300 gramos de carbón activado, se obtuvo óptimos resultados en 17 parámetros de un total de 21 que se consideraron en el estudio, ya que no excedieron el LMP del Decreto Supremo N°031-2010-SA luego de la intervención del sistema de filtración.

Hidalgo y Trigozo (2020), en la investigación “Diseño de un sistema colector con filtro de carbón activado para la potabilización del agua de lluvia en viviendas, Tarapoto 2020”, donde el filtro consistió de grava, arena fina y de un cartucho de carbón activado, luego del proceso de filtrado el agua pasó a los tanques en la cual hicieron uso del cloro, llegando a obtener valores

referentes a los parámetros fisicoquímicos del agua que evaluaron (pH, conductividad eléctrica, STD, cobre como también hierro) encontrándose dentro de lo indicado en el D.S. N°031 – 2010 -SA, excepto el hierro. En la investigación que realicé, el filtro del sistema de filtración consistió de carbón activado de la cáscara de coco (el cual se encontró dentro de una tela de tocuyo), pellón, algodón y esponja; asimismo dichos parámetros de la investigación mencionada también fueron considerados en esta, llegando a obtener resultados que de igual manera se encontraron dentro de lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA incluido el hierro, luego del uso del sistema de filtración.

Referente al objetivo específico 1: Describir los parámetros fisicoquímicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración.

De acuerdo a los resultados del análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua pluvial, los valores que se obtuvieron respecto a Color fue 5.00 UCV y 6.91 UCV, Turbiedad 23.00 UNT y 2.53 UNT, pH 8.12 y 8.18, Sulfatos $1.52 \text{ SO}_4^{=}$ mg/L y $39.68 \text{ SO}_4^{=}$ mg/L, Sólidos totales disueltos 29.15mg/L y 131.83mg/L, Dureza total 19.77 CaCO_3 mg/L y 64.12 CaCO_3 mg/L, Cloruros 2.11 Cl^- mg/L y 2.15 Cl^- mg/L, Conductividad 91.00 $\mu\text{mho/cm}$ y 234.50 $\mu\text{mho/cm}$, Amoniac 0.09mg/L y 0.0425mg/L, Hierro 0.50mg/L y 0.11mg/L, Manganeso 0.02mg/L y 0.02mg/L, Aluminio 0.43mg/L y 0.05mg/L, Cobre 0.04mg/L y 0.00mg/L, Zinc 274.77mg/L y 0.09mg/L, Sodio 0.56mg/L y 2.70 mg/L; siendo dichos valores respectivamente antes como también después del uso del sistema de filtración.

Hidalgo y Trigozo (2020), en la investigación “Diseño de un sistema colector con filtro de carbón activado para la potabilización del agua de lluvia en viviendas, Tarapoto 2020”, luego que la muestra pase por el filtro de arena, grava, cartuchos de carbón activado finalmente por la cloración, llegaron a obtener valores respecto a pH 7.02, conductividad eléctrica 128 $\mu\text{mho/cm}$, sólidos totales disueltos 0.1mg/l, cobre 1.1mg/l y hierro 7.2mg/l; en comparación con mi investigación la mayor diferencia se muestra en los sólidos totales disueltos, ello debido a que hice uso del carbón activado en

polvo y no en cartucho, como consecuencia también se visualiza una diferencia en la conductividad debido a que dichos indicadores están estrechamente relacionadas ya que a una cantidad mayor de sales disueltas en el agua, también llegará a ser mayor la conductividad; y respecto al hierro obtuve un valor menor a lo que obtuvieron en su investigación.

Referente al objetivo específico 2: Describir los parámetros microbiológicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración.

Conforme al resultado del análisis de los parámetros microbiológicos del agua pluvial, los valores que se obtuvieron respecto a las Bacterias Heterotróficas fue 46.00 UFC/mL y 15.00 UFC/mL, Bacterias Coliformes Totales 23.00UFC/100mL y 23.00UFC/100mL, Bacterias Coliformes Termotolerantes 23.00 UFC/100mL y 17.75UFC/100mL, E. Coli 370000.00 UFC/100mL y 1020000.00 UFC/100mL, OVL 1751.00 Org./L y 37682.75Org./L, Huevos y larvas de Helmintos 0 Huevos/L y 0 Huevos/L; siendo dichos valores respectivamente antes como también después del uso del sistema de filtración.

Yachas (2019) en su tesis “Grado de eficacia del carbón activado de la cáscara de coco, en la absorción del hierro y plomo del agua de consumos de los estudiantes de la I. E. San Andrés de Paragsha– Simón Bolívar 2018”, respecto Coliformes Totales obtuvo 22 UFC/100ml como valor inicial, luego de la purificación que realizó en dos tiempos obtuvo 12 UFC/100ml y 6 UFC/100ml; en la investigación que presento no se dio algún cambio en la concentración de dicho indicador entre el valor inicial y final, además no se consideraron diversos tiempos para la filtración, sin embargo 15 minutos fue el tiempo que tomaba para filtrar 1L de agua pluvial.

Espinal (2017) en la tesis “Eficiencia del carbón activado a base de cáscara de coco en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el AA.HH. 10 de Octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, año 2017”, respecto al indicador Coliformes Termotolerantes obtuvo 14 000 000 UFC/100ml como concentración inicial y como concentración final obtuvo 212

800 UFC/100ml, obteniendo una mayor remoción con el carbón activado en polvo; en la investigación que realicé también se obtuvo una disminución respecto a dicho indicador con el carbón activado a base de cáscara de coco en polvo.

Romero (2021) en su tesis “Análisis de la calidad de agua y diseño de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, provincia de Tocha-2021”, luego de la intervención de su sistema de tratamiento, en la muestra 5 llegó a obtener respecto al indicador de Coliformes Termotolerantes 1NMP/100ml, Coliformes Totales 1NMP/100ml como también en Bacterias Heterotróficas 22UFC/ml; en mi investigación en dichos parámetros se visualizó una reducción excepto en el indicador de Coliformes Totales el cual se mantuvo igual a la concentración inicial, pese a que en el sistema de filtración no se consideró el proceso de desinfección a diferencia de dicha investigación que refiere sobre un sistema de tratamiento de agua, el cual incluye el proceso de filtración como también desinfección, donde hizo uso de la cloración y de una lámpara UV.

Referente al objetivo específico 3: Evaluar si los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, luego de la intervención del sistema de filtración, cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del Reglamento referido a la calidad del agua para el consumo humano.

Posterior a la intervención del sistema de filtración, los parámetros fisicoquímicos se evaluaron según los LMP del D. S. N° 031 -2010 -SA llegando a tener que el Color cumple con los LMP porque no excede a 15 UCV, la Turbiedad cumple con los LMP porque no excede a 5 UNT, el pH cumple con los LMP porque se encuentra dentro de 6,5 a 8,5; la Conductividad cumple con los LMP porque no excede a 1 500µmho/cm, los STD (Sólidos Totales Disueltos) cumple con los LMP porque no excede a 1 000 mg/L, los Cloruros cumple con los LMP porque no excede a 250 Cl⁻ mg/L, los Sulfatos cumplen con los LMP porque no excede a 250 SO₄⁼ mg/L, la Dureza Total cumple con los LMP porque no excede a 500 CaCO₃ mg/L, el Amoniacó cumple con los LMP porque no excede a 1,5 mg/L, el Hierro cumple con los LMP porque no excede a 0,3 mg/L, el Manganeso cumple con los LMP porque

no excede a 0,4 mg/L, el Aluminio cumple con los LMP porque no excede a 0,2 mg/L, el Cobre cumple con los LMP porque no excede a 2,0 mg/L, el Zinc cumple con los LMP porque no excede a 3,0 mg/L, el Sodio cumple con los LMP porque no excede a 200 mg/L; asimismo referente a los parámetros microbiológicos llegó a tenerse que las B. Heterotróficas cumplen con los LMP porque no excede a 500UFC/ml, Huevos y larvas de Helminos cumplen con los LMP porque no excede a 0 Huevos/L; sin embargo las B. Coliformes Totales no llegó a cumplir con el LMP ya que excede a 0 UFC/100ml, E. Coli no llegó a cumplir con el LMP debido a que excede a 0 UFC/100ml, B. Coliformes Termotolerantes no llegó a cumplir con el LMP ya que excede a 0 UFC/100ml asimismo los Organismos de vida libre no cumplen con el LMP ya que excede a 0 Org./L; según los resultados que llegaron a obtenerse en el pre test (antes de la intervención del sistema de filtración), los parámetros de Turbiedad, Hierro, Aluminio, Zinc, B. Coliformes Totales, E. Coli, B. Coliformes Termotolerantes como también OVL excedieron los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 031 – 2010 - SA.

CONCLUSIONES

De la presente investigación se llegaron a las conclusiones mostradas a continuación:

- El sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco no es eficaz en la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial; debido a que del total (21) de los parámetros evaluados, 4 parámetros microbiológicos (E. Coli, Bacterias Coliformes Totales, Bacterias Coliformes Termotolerantes como también OVL) no se encontraron dentro de los LMP establecidos en el D.S. N°031-2010-SA, esta afirmación se hace con un 95% de nivel de confianza.
- Luego de la intervención del sistema de filtración el valor del parámetro fisicoquímico de color se incrementó de 5.00 a 6.91 UCV, de Turbiedad descendió de 23.00 a 2.53 UNT, el pH se incrementó de 8.12 a 8.18, sulfatos se incrementó de 1.52 a 39.68 SO_4^- mg/L, los sólidos totales disueltos se incrementó de 29.15 a 131.83 mg/L, la dureza total se incrementó de 19.77 a 64.12 CaCO_3 mg/L, cloruros se incrementó de 2.11 a 2.15 Cl^- mg/L, la conductividad se incrementó de 91.00 a 234.50 $\mu\text{mho/cm}$, el amoníaco descendió de 0.09 a 0.0425mg/L, el hierro descendió de 0.50 a 0.11mg/L, el manganeso se mantuvo igual que el valor inicial de 0.02 mg/L, el aluminio descendió de 0.43 a 0.05 mg/L, el cobre descendió de 0.04 a 0.00 mg/L, el zinc descendió de 274.77 a 0.09 mg/L y el sodio se incrementó de 0.56 a 2.70 mg/L. Mostrándose una diferencia significativa respecto a los valores del pre como también post test en los indicadores de: turbiedad, pH, STD, dureza total, conductividad, cobre, hierro, sodio, zinc y aluminio.
- Luego de la intervención del sistema de filtración el valor del parámetro microbiológico de B. Heterotróficas descendió de 46.00 a 15.00 UFC/ml, de B. Coliformes Totales llegó a mantenerse como el valor inicial de 23.00UFC/100 ml, de B. Coliformes Termotolerantes descendió de 23.00 a 17.75 UFC/100 ml, de E. Coli se incrementó de 370 000.00 a 1 020 000.00 UFC/100 ml, respecto a los Organismos de vida libre se

incrementó de 1 751.00 a 37 682.75 Org./l y de Huevos y larvas de Helminthos llegó a mantenerse igual que el valor inicial de 0 Huevos/l. Mostrándose una diferencia significativa respecto a los valores del pre como también post test en el indicador de B. Heterotróficas.

- Los parámetros que cumplen con los LMP (Límites Máximos Permisibles) del Reglamento referido a la calidad del agua para el consumo humano (D. S. N°031-2010-SA) luego de la intervención del sistema de filtración son los siguientes: color, hierro, pH, sulfatos, STD, aluminio, turbiedad, sodio, cloruros, conductividad, amoníaco, cobre, manganeso, dureza total, zinc, B. Heterotróficas como también Huevos y larvas de Helminthos; llegando a ser 17 parámetros que cumplen con los LMP de un total de 21 que se evaluaron, de la cual todos los parámetros fisicoquímicos evaluados cumplen los LMP de dicho decreto supremo.

RECOMENDACIONES

De la investigación que se presenta, se plantearon las siguientes recomendaciones:

- Implementar un estudio posterior de un proceso adecuado de desinfección posterior al sistema de filtrado, a fin de lograr una eliminación total de los parámetros microbiológicos y el resultado sea agua de consumo directo.
- Utilizar las conclusiones del presente estudio en investigaciones referidas a la filtración del agua pluvial.
- Usar el sistema de filtración presentado para el agua pluvial, sin embargo, para que el agua pueda llegar a ser consumida se debe hervir al punto de ebullición u optar por la desinfección con cloro y luego realizar un análisis microbiológico para comprobar la eliminación total de los patógenos; siendo una alternativa de combatir con la problemática de la carestía del agua potable que se da en algunas zonas rurales y el problema del consumo directo del agua pluvial encontrándose alterada por los contaminantes presentes en la atmósfera.
- Realizar un mantenimiento y limpieza del sistema, de manera semanal, para eludir el desarrollo de algas.
- Al momento de la recolección del agua pluvial mediante la calamina y canaletas, tener cuidado con la presencia de aves, en este caso se dio la presencia de gallinetas que excretaron sobre la calamina.
- Debido a la presencia de sustancias químicas tóxicas que se propagan por la atmósfera se recomienda realizar un análisis sobre los parámetros microbiológicos también parámetros fisicoquímicos del agua pluvial en las zonas urbanas del país y evaluar si dichos resultados obtenidos llegan a cumplir con los Límites Máximos Permisibles se encuentran establecidos en el D.S. N° 031- 2010-SA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Nacional de Ciencias. (2007). *El agua potable segura es esencial*. Fundación mundial de salud y educación. <https://bit.ly/3LasGCS>
- Achury, C. (2008). *Obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco – obtención por medio de la activación física y química* [tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Uniandes. <https://bit.ly/3NgF9aW>
- Amin, T. y Han, M. (2009). Agua de lluvia recolectada en el techo para uso potable: aplicación de desinfección de colectores solares (SOCO-DIS). *National Library of Medicine*, 43(20), 5225-5235. <https://bit.ly/3Lu2k0b>
- Anaya, M. (1998). *Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe: Manual Técnico*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://n9.cl/dslc2>
- Apaza, H. (2011). *Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para purificar aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa*. Ministerio del Ambiente. <https://bit.ly/3NdZvSf>
- Arango, Á. (2004). La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua. *LA SALLISTA de Investigación*, 1(2), 61-66. <https://bit.ly/40xuFXK>
- Asado, A. (2017). Rangos de pH de las aguas de lluvia del valle de Huánuco. *Investigación Valdizana*, 9(2), 28-30. <https://n9.cl/yhka5>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). R.J. N° 042 – 2016 - ANA. *Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos*. <https://n9.cl/yd7ec>
- Baruth, E. (2005). *Diseño de plantas de tratamiento de aguas*. Cuarta edición. Editorial McGraw-Hill. <https://n9.cl/3idte>
- Bolaños, J., Cordero, G. y Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de

- contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*, 30 (4), 15-27. <https://bit.ly/442JGnd>
- Bravo, K. y Garzón, A. (2017). *Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco (Cocos nucífera) para remoción de contaminantes en agua* [tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Digital ESPAMMFL. <https://n9.cl/agxy4u>
- Calderón, H. (2019). *Remoción de arsénico mediante el uso del biofiltro de carbón activado a base de cáscara de manzana para el tratamiento de aguas subterráneas empleadas para el consumo humano de la comunidad campesina San Marcos de la Aguada, Mala, Lima 2019* [tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://n9.cl/26fmt>
- Carrasco, B. y Londa, E. (2018). *Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco "Cocos Nucífera L."* [tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UCUENCA. <https://bit.ly/3Hd4peh>
- Chalco, G. (2016). *Evaluación, análisis y diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en Molino-Juli* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4620>
- Charlesworth, S., Booth, C., Warwick, F., Lashford, C. y Lade, O. (2014). Recursos hídricos en el entorno construido, 1- 407. *Capítulo 12: Recolección de agua pluvial: obtención de un suministro abundante y gratuito de agua* (pp.151-162). Editorial Offices. <https://n9.cl/h6l48o>
- Chulluncuy, N. (2011). Tratamiento de agua para el consumo humano. *Ingeniería industrial*, 29(2011), 157-170. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428495008.pdf>
- Congreso de la República. (2009, 30 de marzo). Ley N°29338. *Ley de Recursos Hídricos*. SINIA. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-recursos-hidricos-0>

- Congreso Constituyente Democrático. (1993). *Constitución Política del Perú*.
<https://bit.ly/2AfLDRA>
- Cordero, M. y Ullauri, P. (2011). *Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes, 2 filtros lentos de arena, sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento* [tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UCUENCA.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/747>
- Cristóbal, G. (2011). *Prevalencia de patologías gastrointestinales, en relación con las características del agua de consumo, en las localidades de “El Alambrado y El Manzano” departamento de Malargüe. Año 2009/ 2010* [licenciatura, Universidad Nacional de Cuyo]. Repositorio Institucional UNCU. <https://n9.cl/oinw9>
- De Vargas, L. (2004). Tratamiento de agua para el consumo humano: Plantas de filtración rápida, 1-278. *Capítulo 9: Filtración* (pp. 81 - 145). OPS/CEPIS. <https://n9.cl/ddxbq>
- Díaz, C., Fall, C., Quentin, E., Jiménez, M., Esteller, M., Garrido, S., López, C. y García D. (2003). *Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. Editorial RIPDA-CYTED, Buenos Aires, Argentina. <https://n9.cl/l4b0r>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2007). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales*. Ministerio de Salud. <https://n9.cl/u8hd>
- Ellis, K. y Wood, W. (1985). Filtración lenta de arena. *Revisiones críticas en control ambiental*, 15(4), 315-354. <https://n9.cl/el382>
- Ercilio, F., Rodríguez, S., Cabel, W., Ortiz, I., Noriega, P., y Tejada, M. (2005). *Desafíos del derecho humano al agua en el Perú*. Segunda edición. Editorial Alternativa, Lima, Perú. <https://bit.ly/3L6mCLY>

- Espinal, G. (2017). *Eficiencia del carbón activado a base de cáscara del coco en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el AA.HH. 10 de Octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, año 2017* [tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional UCV. <https://n9.cl/4ukiu>
- Estupiñán, S. y Ávila, S. (2010). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Bojacá, Cundinamarca. *NOVA - Publicación Científica en Ciencias Biomédicas*, 8(14), 121-240. <https://bit.ly/3N8esoV>
- FACTSHEET. (2018). *Tratamiento de contaminantes medioambientales*. TROJANUV. <https://n9.cl/5q0jp>
- García, J. (2012). *Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la Cd. de México* [tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de Tesis UNAM. <https://n9.cl/rvidj>
- García, R. (2018). EL AGUA DE LLUVIA DE LA CDMX, NO APTA PARA CONSUMO HUMANO DIRECTO. *Boletín UNAM-DGCS-670*. <https://n9.cl/j6oso>
- Göbel, P., Dierkes, C. y Coldewey, W. (2006). Matriz de concentración de esorrentías pluviales para áreas urbanas. *Revista de hidrología contaminante*, 91(2007), 26-42. <https://bit.ly/3L6XI47>
- Gonzaga, F. (2015). *Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico en la isla de Jambelí, Cantón Santa Sosa, provincia El Oro* [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital de la UTMACH. <https://bit.ly/3L5RNH9>
- Gromaire, M., Garnaud, S., Chebbo, G. y González, A. (1999). Caracterización de la contaminación por esorrentía urbana en París. *Ciencia y Tecnología del Agua*, 39(2), 1-8. <https://n9.cl/nj4xv>
- Herrera, L. (2010). *Estudio de alternativas, para el uso sustentable del agua de lluvia* [tesis de postgrado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Dspace. <https://bit.ly/3oGMMxf>

- Hidalgo, M. y Trigozo, L. (2020). *Diseño de un sistema colector con filtro de carbón activado para la potabilización del agua de lluvia en viviendas, Tarapoto 2020* [tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://n9.cl/99iwb>
- Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud. (2022). *GBD Compare*. IHME. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/#>
- IMA Water Technology. (2016). *Sistemas de filtración del agua*. IMA Water Technology. <https://bit.ly/3Hbqs52>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020, 29 de junio). *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico* [boletín n.º09]. <https://n9.cl/279f>
- Jiménez, J. (2020). *Diseño e instalación de un sistema captador de lluvia para la mejora en el abastecimiento de agua de consumo humano, Iparía-Ucayali* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU. <https://bit.ly/3N9Jpcn>
- Koenig, K. (2014). Recolección de agua de lluvia: los filtros Vortex ahorran costes en un hospital alemán. *Filtración + Separación*, 51(1), 36-38. <https://n9.cl/f0nfu>
- López, S., Martín, S. y López, M. (2015). *UF1668 – Análisis del agua potable y residual*. Editorial Elearning, S. L., España. <https://n9.cl/n0c5h>
- Lossio, M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones* [tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional PIRHUA. <https://n9.cl/902ga>
- Martínez de Yuso, A. (2012). *Desarrollo de carbones activados a partir de residuos lignocelulósicos para la adsorción y recuperación de tolueno y n - hexano* [tesis doctoral, Universidad San Jorge]. Repositorio Institucional USJ. <https://bit.ly/40ElfcU>

- Martínez, M. (2012). *Preparación y caracterización del carbón activo a partir de lignina para su aplicación en procesos de descontaminación de aguas* [tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio Institucional UAM. <https://n9.cl/ax6r2>
- Ministerio de Salud. (2011). Decreto Supremo N°031 – 2010 - SA. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. <https://bit.ly/2JWGzUj>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Decreto Supremo N° 015–2015-MINAM. *Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación*. <https://n9.cl/grcu6>
- Ministerio del Ambiente. (2010). Decreto Supremo N°003 – 2010 - MINAM. *Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. <https://n9.cl/yg4eqq>
- Ministerio del Ambiente. (2005, 15 de octubre). Ley N° 28611. *Ley General del Ambiente*. Congreso de la República. <https://n9.cl/64ol>
- Ministerio de Vivienda. (2020). Decreto Supremo N° 005–2020-VIVIENDA. *Decreto Supremo que aprueba el Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N°1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento*. <https://n9.cl/m5tnd>
- Ministerio de Vivienda. (2017). Decreto Supremo N°015– 2017- VIVIENDA. *Reglamento para el Reaprovechamiento de los Lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. <https://bit.ly/3L6WFfh>
- Ministerio de Vivienda. (2016). D.S. N°008-2020-VIVIENDA. *Decreto Supremo que modifica el Reglamento del Decreto Legislativo N°1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA*. <https://bit.ly/41WTYUh>

- Nieto, D. (2019). *Implementación de un sistema de recirculación acuapónico con (Lactuca sativa) para mejorar la calidad del agua de un estanque de producción de trucha común (Oncorhynchus mykiss) en el distrito de Punchao, provincia de Huamalíes, 2019* [tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://bit.ly/3Awd2Nv>
- Noyola, A., Morgan, J. y Güereca, L. (2013). *Selección de tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales municipales*. Primera edición. Instituto de ingeniería UNAM, México. <https://bit.ly/3n0yC9L>
- Ñontol, L. y Saldaña, K. (2020). *Sistemas de captación y purificación de agua de lluvia en viviendas, Cajamarca 2020* [tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://bit.ly/3n4qvZK>
- Ongley, E. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos (Estudio FAO Riego y Drenaje–55)*. FAO, Burlington, Canadá. <https://bit.ly/3L9RMIq>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2019). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, París, Francia. <https://n9.cl/fw3rl>
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. Cuarta edición. Editorial Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. <https://n9.cl/ebku>
- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Tecnologías apropiadas para el suministro de agua en situaciones de emergencia*. Editorial Organización Panamericana de la Salud, Bogotá, Colombia. <https://n9.cl/j8jqa>
- Ortiz, W. y Velandia, W. (2017). *Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia a partir de un modelo de recolección de agua* [tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional UCaC. <https://n9.cl/ydkht>

- Ponce, D. (2019). *Aplicación de carbón activado de la cáscara del coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha-Pasco 2018* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1563>
- Prieto, J. (2014). *Importancia de la Calidad del Agua de Consumo Humano*. SlidePlayer. <https://slideplayer.es/slide/314569/>
- Prieto, J. (2015). *Marco Legal de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. ISSU. https://issuu.com/iproga/docs/2_ing_jorgeprieto/1
- Ramalho, R. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. Editorial Reverté, S. A., Quebec, Canadá. <https://bit.ly/41yUjN4>
- Ramírez, F. (2005). Desinfección del agua con cloro y cloraminas. *Técnica Industrial*, 260, 54-63. <https://bit.ly/3KYLqVS>
- Rodríguez, M., Taboada, M. y Taboada, M. (2007). Concentración de los sólidos suspendidos durante eventos hidrológicos individuales. *Xeografía, Territorio e Medio Ambiente*, 7(2007), 95-106. <https://n9.cl/hkhsi>
- Romero, P. (2021). *Análisis de la calidad de agua y diseño de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la localidad de Puerto Rico, provincia de Tocache– 2021* [tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3109>
- Sedapal. (2020). *Normas legales – Ley Marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento*. Sedapal. <https://bit.ly/3V30tTj>
- Sevilla, U. (s. f.). *Manual del carbón activo* [tesis de maestría, E. U. Politécnica]. Repositorio digital E.U. <https://n9.cl/6vpgb>
- Solarte, L. y González, L. (2012). *Aprovechamiento del agua lluvia en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá en función de la variabilidad*

de la calidad [tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional PUJ. <https://n9.cl/60rl6>

Suárez, S. (2014). *Diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales provenientes de las descargas de un centro comercial de la ciudad de Quito mediante los procesos de adsorción y electrocoagulación en carbón activado* [tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital – EPN. <https://bit.ly/3L6rMHM>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2020). Resolución de Consejo Directivo N°029-2020-SUNASS-CD. *Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento en Pequeñas Ciudades*. <https://n9.cl/4dv7b>

Supo, J. y Zacarías, H. (2020). *Metodología de la Investigación Científica: Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales*. 3da edición, Editorial Bioestadístico EEDU EIRL, Arequipa, Perú.

Torres, P., Hernán, C. y Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79-94. <https://n9.cl/2q9axc>

Tyrell, Carmela. (2017). *Guía fácil para hacer carbón activado en casa*. SURVIVOPEDIA. <https://n9.cl/gwz6c>

Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural. (2003). *Especificaciones Técnicas: Captación de agua pluvial para consumo humano*. OPS/CEPIS, Lima, Perú. <https://bit.ly/444irsM>

Vadillo, J. (2020). *El Perú en los tiempos del cólera: la epidemia que se ensañó con los pobres (crónica)*. El Peruano. <https://n9.cl/elperuano>

Viana, M. (2003). *Niveles, composición y origen del material particulado atmosférico en los sectores Norte y Este de la Península Ibérica y Canarias* [tesis doctoral, Universitat de Barcelona]. Tesis Doctorals en Xarxa. <https://n9.cl/i93ak>

Xue, B. y Kang, X. (2012). Estudio sobre el control de la contaminación y la recuperación de recursos del agua de lluvia de las calles urbanas. *ScienceDirect*, 16 (2012), 2-7. <https://n9.cl/e9759>

Yachas, E. (2019). *Grado de eficacia del carbón activado de la cáscara de coco, en la absorción del hierro y plomo del agua de consumos de los estudiantes de la I.E. San Andrés de Paragsha –Simón Bolívar 2018* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <https://n9.cl/6r8a5>

Zhang, X., Chen, J. y Hu, L. (2013). Un tipo de tecnología de tratamiento ecológico de agua pluvial: sistema de biofiltración de agua pluvial. *Mecánica aplicada y materiales*, 295-298, 1502-1507. <https://www.scientific.net/AMM.295-298.1502>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Palacios Salvador, W. (2023). *Eficacia de un sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

Anexo 1 Resolución de la designación del asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1732-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 02 de setiembre de 2022

Visto, el Oficio N° 671-2022-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 367135-0000002844, de la Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 367135-0000002844, presentado por el (la) Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 900-2022-D-FI-UDH, de fecha 03 de mayo de 2022, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR** a la Mg. María Vanessa Cuba Tello, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 900-2022-D-FI-UDH, de fecha 03 de mayo de 2022.

Artículo Segundo.- **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR** al Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto

Anexo 2 Resolución de designación de los jurados

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 981-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 03 de mayo de 2023

Visto, el Of. N° 311-2023-C-PAIA-FI-UDH y el Exp. N° 409438-0000001911 presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, quien informa que el (la) Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR**, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL"**.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad; y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL"**, presentado por el (la) Bach.: **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR**, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos PRESIDENTE
- Mg. Yasser Vasquez Baca SECRETARIO
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino VOCAL

Artículo Segundo.- Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVASE,



Distribución:
C PAIA -Mat. y Reg. Acad - Interesado- Jurado (03)-Archivo
BCR/EJML/nto.

Anexo 3 Resolución de la aprobación del proyecto de investigación

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 2163-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 31 de octubre de 2022

Visto, el Oficio N° 827-2022-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL”, presentado por el (la) Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1732-2022-D-FI-UDH, de fecha 02 de setiembre de 2022, perteneciente a la Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 827-2022-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL”, presentado por el (la) Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente), Mg. Yasser Vásquez Baca (Secretario) y Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación de (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: “EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL”, presentado por el (la) Bach. **Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

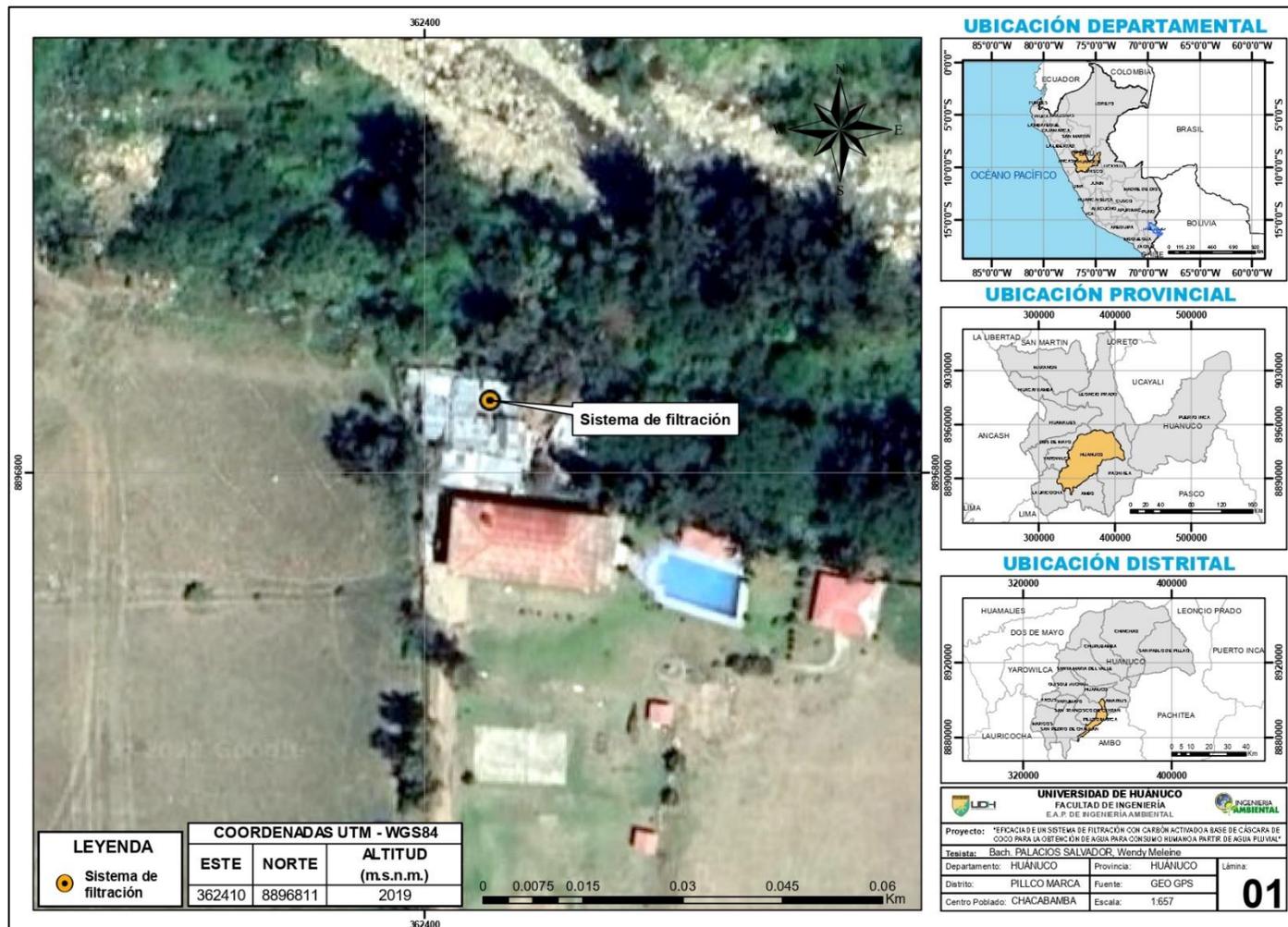
Anexo 4 Matriz de consistencia

“EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL”

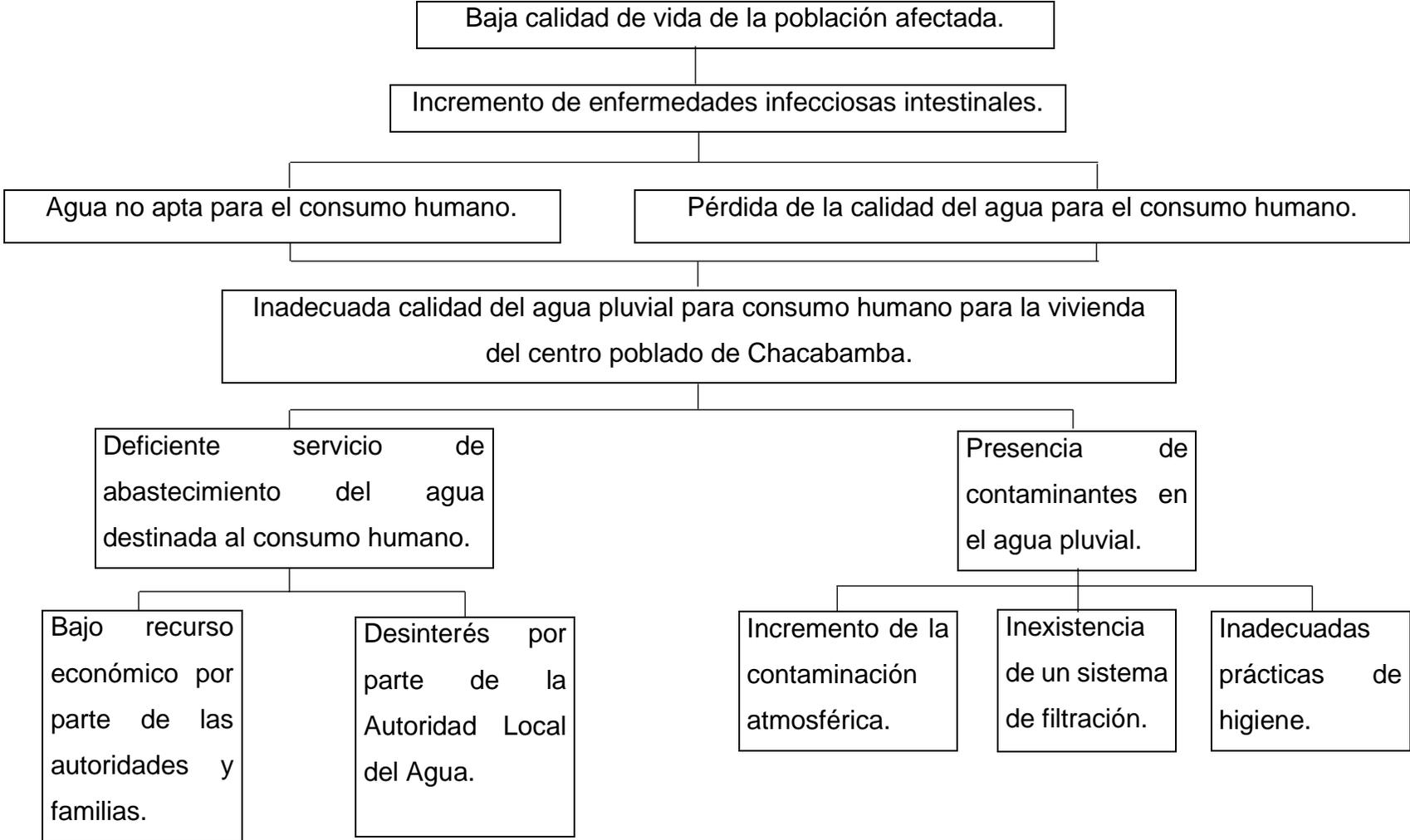
Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variables/Indicadores	Metodología
¿Cuál es la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial?	Evaluar la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.	<p>H₁: El sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco es eficaz para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.</p> <p>H₀: El sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco no es eficaz para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial.</p>	<p>Variable de calibración: Sistema de filtración de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área de la filtración. • Altura del filtro. • Diámetro del filtro. <p>Variable Evaluativa: Agua para consumo humano.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros fisicoquímicos. Color Turbiedad pH Conductividad Sólidos totales disueltos Cloruros Sulfatos Dureza total 	<p>Tipo: Prospectivo, longitudinal, analítica y con intervención.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Alcance o nivel: Aplicativo.</p> <p>Población: Agua pluvial recolectada en la vivienda ubicada en el C.P. de Chacabamba, distrito de Pillco Marca, provincia como también departamento de Huánuco.</p> <p>Muestra: 80 litros de agua pluvial, las cuales estuvieron conformados por 4 unidades de estudio</p>

Problemas específicos	Objetivos específicos		
<p>¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración?</p>	<p>Describir los parámetros fisicoquímicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración.</p>	<p>Cobre Amoniac Hierro Manganeso Sodio Zinc Aluminio</p>	<p>de 20L de agua pluvial que fueron sometidos al sistema de filtración para obtener el objetivo fijado. Diseño: Esquema cuasi experimental.</p>
<p>¿Cuáles son los parámetros microbiológicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración?</p>	<p>Describir los parámetros microbiológicos del agua pluvial antes y después del uso del sistema de filtración.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros microbiológicos. <ul style="list-style-type: none"> Bacterias Coliformes Totales E. Coli Bacterias Coliformes Termotolerantes Huevos y larvas de Helmintos Bacterias Heterotróficas Organismos de vida libre 	<p>GE: O₁ — X — O₂</p> <p>Leyenda: GE: Grupo de estudio. O₁: Observación inicial. O₂: Observación final. X: Intervención con el sistema de filtración.</p>
<p>¿Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, luego de la intervención del sistema de filtración, cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del Reglamento referido a la calidad del agua para el consumo humano?</p>	<p>Evaluar si los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, luego de la intervención del sistema de filtración, cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del Reglamento referido a la calidad del agua para el consumo humano.</p>		

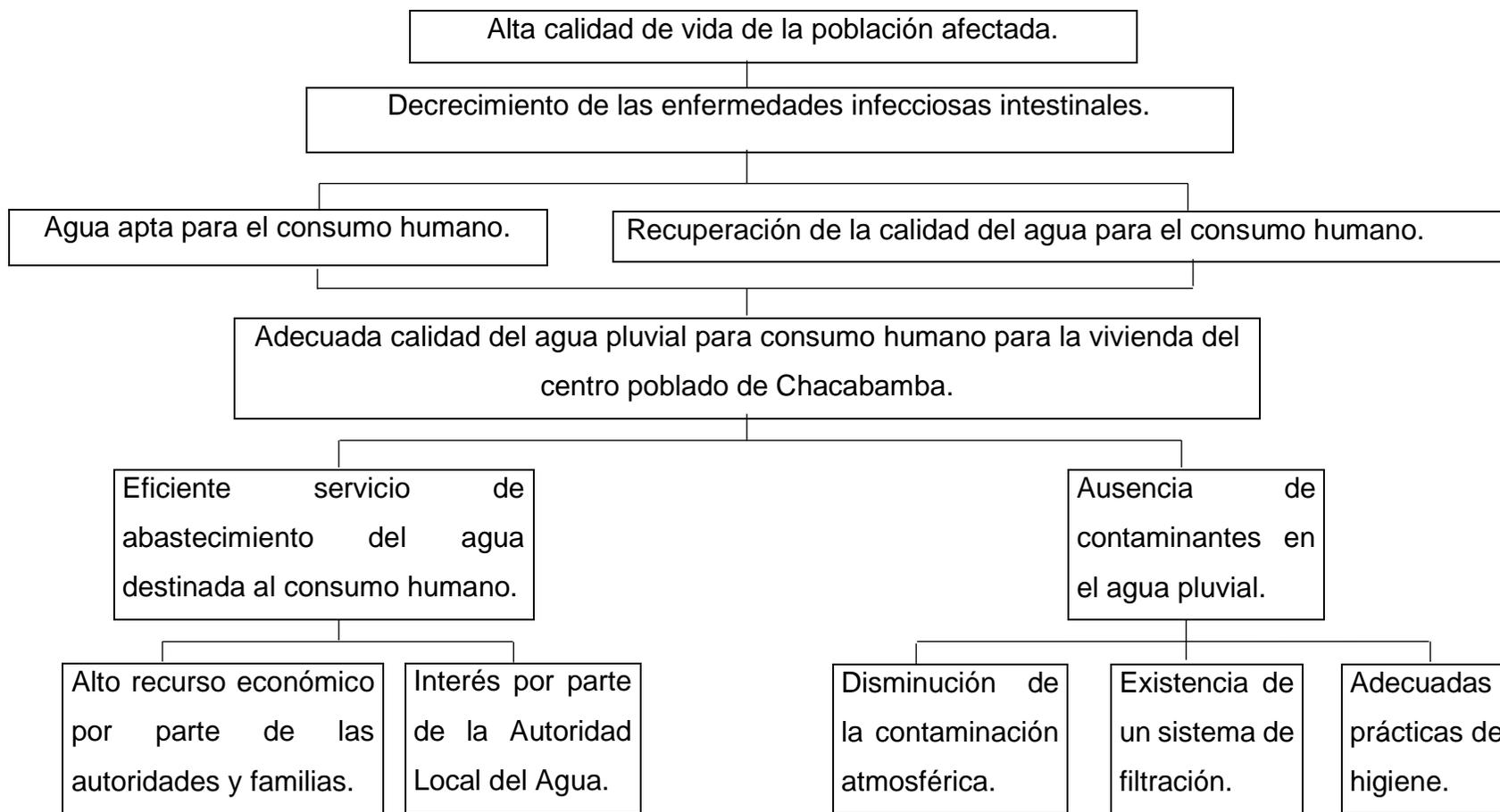
Anexo 5 Plano de ubicación



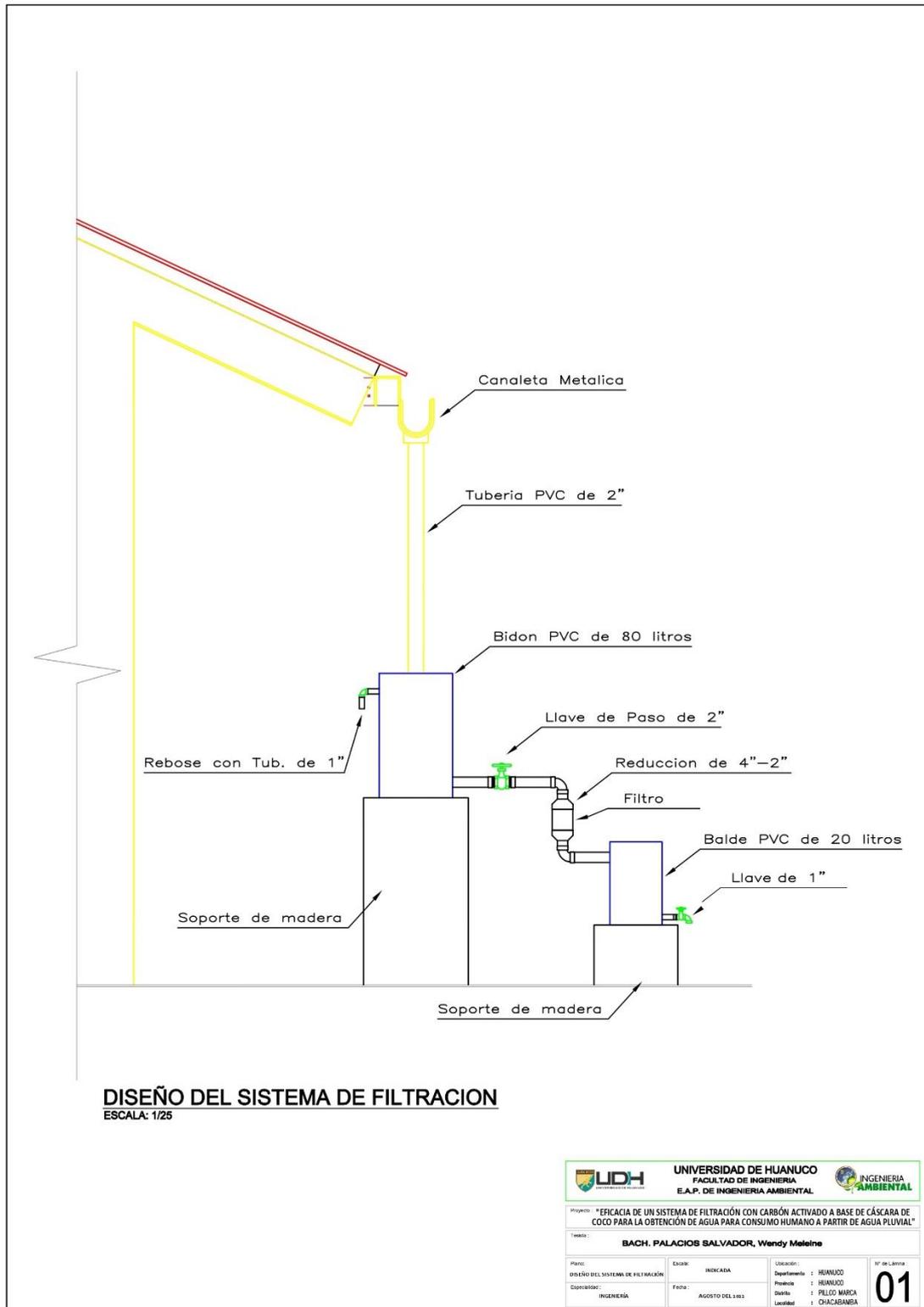
Anexo 6 Diagrama de causa/efecto



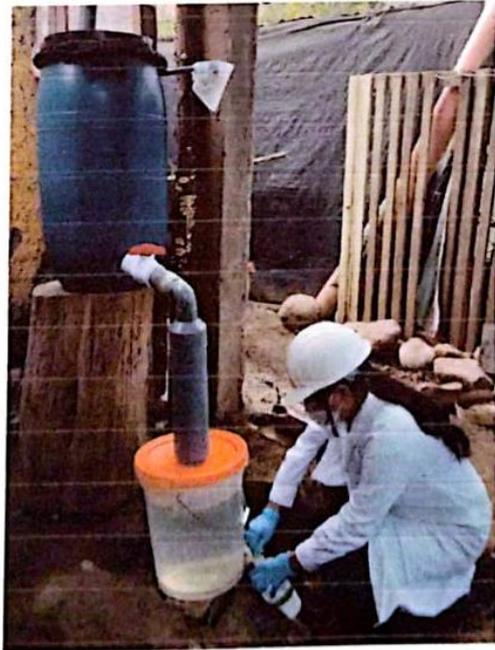
Anexo 7 Diagrama de medios / fines



Anexo 8 Diseño del sistema de filtración



Anexo 9 Identificación del punto de monitoreo

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO	
Código del punto de monitoreo:	TH-01
Descripción (origen):	Agua de lluvia (pluvial)
Vía de acceso:	Cametera
Finalidad del monitoreo (describir la finalidad del punto de monitoreo):	Monitoreo de agua pluvial Proyecto de investigación (tesis)
Reconocimiento del entorno (indicar referencias topográficas que permitan el fácil reconocimiento del punto en campo):	Cerca al recreo "Casa Blanca"; última casa al finalizar la cametera.
UBICACIÓN	
Localidad:	Centro Poblado de Crucabamba
Distrito:	Pillco Marca
Provincia:	Huánuco
Departamento:	Huánuco
Sistema de coordenadas:	<input checked="" type="checkbox"/> Proyección UTM <input type="checkbox"/> Geográficas
Norte/latitud: 8896811.00	Zona (17,18 y 19; para UTM solamente): 18
Este/longitud: 362410.00	Altitud: 2019
	
Elaborado por:	Wendy Meleine Palacios Salvador
Fecha:	02/01/23

Anexo 10 Registro de los datos de campo

 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL 												
Proyecto:				"EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL"								
Responsable:				PALACIOS SALVADOR, Wendy Meleine								
Código de campo	Fecha	Hora	Volumen de agua (Litro)	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Parámetros in situ		
								Norte	Este	pH	T (°C)	Conductividad
TH-00	01/01/23	1:00	20L	C.P. de Chacabamba	Pillco Marca	Huánuco	Huánuco	8896811.00	362410.00	8.10	18	91 µS/cm
TH-01	02/01/23	11:30	20L	C.P. de Chacabamba	Pillco Marca	Huánuco	Huánuco	8896811.00	362410.00	8.17	19.9	332 µS/cm
TH-02	02/01/23	16:30	20L	C.P. de Chacabamba	Pillco Marca	Huánuco	Huánuco	8896811.00	362410.00	8.18	22.3	223 µS/cm
TH-03	02/01/23	21:30	20L	C.P. de Chacabamba	Pillco Marca	Huánuco	Huánuco	8896811.00	362410.00	8.17	21.6	251 µS/cm
TH-04	02/01/23	2:30	20L	C.P. de Chacabamba	Pillco Marca	Huánuco	Huánuco	8896811.00	362410.00	8.19	21.5	132 µS/cm

Anexo 12 Resultados de laboratorio del pre test del agua pluvial



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170019-2023 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : SERVICIOS AMBIENTALES CESMA S.A.C.
DOMICILIO LEGAL : JR. CRESPO CASTILLO N° 412
SOLICITADO POR : WENDY MELEINE PALACIOS SALVADOR
REFERENCIA : MONITOREO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO - PROYECTO DE TESIS
PROCEDENCIA : CENTRO POBLADO DE CHACABAMBA - PILLCO MARCA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2023-01-02
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2023-01-02 AL 2023-01-13
FECHA(S) DE MUESTREO : 2023-01-01
MUESTREADO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.⁽¹⁾

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	LC	Unidades
Temperatura (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature, Laboratory and Field Methods.	---	° C
pH (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value, Electrometric Method.	---	Unid. pH
Conductividad (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity, Laboratory Method.	---	µS/cm
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Chloride, Argentometric Method.	2.09	Cl ⁻ mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color, Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Dureza (Dureza Total)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness, EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO ₃ mg/L
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.	1.50	SO ₄ ²⁻ mg/L
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids, Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity, Nephelometric Method.	0.40	NTU
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia), Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH ₃ ⁺ - N mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 170019 y procedimiento PL-009.

ING. TELLO PAUCAR MARILU
INGENIERA AMBIENTAL CIP
219624
SERVICIOS ANALITICOS
GENERALES SAC
Firmado con www.tocapu.pe

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



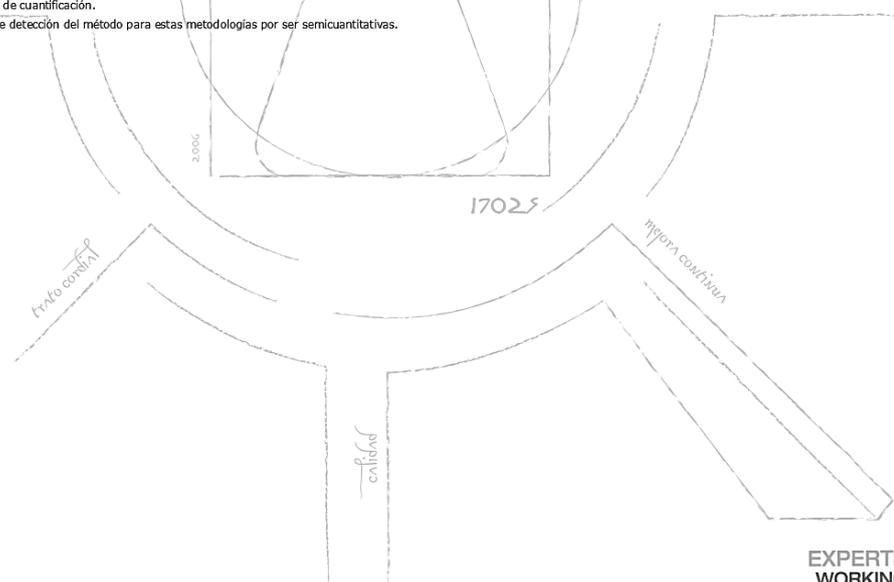
INFORME DE ENSAYO N° 170019-2023 CON VALOR OFICIAL

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.1 ^(a)	NMP/100mL
Numeración Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.1 ^(a)	NMP/100mL
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 D, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Membrane Filter Method.	1	ufc/mL
Filtración de Membrana para Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 H. Partitioning E.coli from MF Total Coliform using EC-MUG. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group.	1	ufc/100mL
Huevos de Helminetos en Aguas	SAG-141024 Rev. 01 (Validado), 2017. Referenciado en el Método de Baillenger modificado). Identificación y Cuantificación de Huevos de Helminetos en Aguas.	1	Huevos/L
ORGANISMOS DE VIDA LIBRE Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2. a, c.1. / Part 10200G, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.	1	Org./L
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Niquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silice, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4. 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance), 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.



**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 2 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170019-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2023-01-01	
Hora de inicio de muestreo (h)	01:00	
Coordenadas	0362410E	
Altitud (msnm)	8896811N	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada antes del proceso de filtración.	
Código del Cliente	TH-00	
Código del Laboratorio	23010111	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)		
Ensayo	Unidades	Resultados
Temperatura (medición en campo)	° C	18
pH (medición en campo)	Unid: pH	8.10
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	91
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	<2.09
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	<5
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	19.75
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	<1.50
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	29.0
Turbiedad	NTU	23
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac	NH ₄ ⁺ - N mg/L	0.09
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	<23
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	23
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración ⁽⁴⁾	ufc/mL	46
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE IAS-829		
Filtración de Membrana para Escherichia coli	ufc/100mL	370000

(2) Color Verdadero. CU: Unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado R2A, incubación 20-28°C/5-7 días

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 3 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170019-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2023-01-01	
Hora de inicio de muestreo (h)	01:00	
Coordenadas	0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)	2019	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada antes del proceso de filtración.	
Código del Cliente	TH-00	
Código del Laboratorio	23010111	
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951		
Ensayo	Unidades	Resultados
Huevos de Helmintos		
Nematodos		
Familia/ Género/Especie:		
<i>Ascaris sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Ancylostomídeo</i>	Huevos/L	<1
<i>Enterobius vermicularis</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichouris sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Toxocara sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Strongyloídeo</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichostrongyloídeo</i>	Huevos/L	<1
<i>Capillaria sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichostrongylus sp.</i>	Huevos/L	<1
Céstodos		
Género/ Especie:		
<i>Dyphylidium sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Taenia sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Moniezia sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolepis nana</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolepis sp.</i>	Huevos/L	<1
Tremátodos		
Género/ Especie:		
<i>Fasciola hepática</i>	Huevos/L	<1
<i>Paragonimus sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Schistosoma sp.</i>	Huevos/L	<1
Acantocéfalo		
Género:		
<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	Huevos/L	<1
Total⁵	Huevos/L	<1

5: Indica el número de Huevos/L total por litro de muestra incluyendo todas las especies encontradas.
Los huevos de helmintos abarcan también a los huevos de helmintos intestinales

Cod. FI 008 / Versión 01 / EE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 4 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170019-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano
Fecha de muestreo	2023-01-01
Hora de inicio de muestreo (h)	01:00
Coordenadas	0362410E 8896811N
Altitud (msnm)	2019
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada antes del proceso de filtración.
Código del Cliente	TH-00
Código del Laboratorio	23010111

ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)

Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	0.00133
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00002
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0093
Sodio (Na)	0.003	mg/L	0.560
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	0.352
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.425
Silicio (Si)	0.004	mg/L	1.651
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	3.534
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	4.47
Fosforo (P)	0.002	mg/L	0.066
Potasio (K)	0.007	mg/L	0.795
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	7.210
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.01116
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00194
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0013
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.01846
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	0.49736
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.000356
Niquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00412
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0438
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	2.74765
Galio (Ga)	0.00002	mg/L	0.00016
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00005
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.00335
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.00121
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.01656
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00013
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00010
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00029
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00054
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00006
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0005
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00011
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.02625
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000309
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000648
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000006
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00003
Wolframio (W) / Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00003
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	0.00009
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	<0.00002
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0025
Bismuto (Bi)	0.000004	mg/L	0.000189
Torio (Th)	0.000005	mg/L	<0.000005
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000165

L.D.M.: límite de detección del método.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 5 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE.: 09/2020

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170019-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado		Agua para uso y consumo humano	
Matriz analizada		Agua para uso y consumo humano	
Fecha de muestreo		2023-01-01	
Hora de inicio del muestreo (h)		01:00	
Coordenadas UTM WGS 84		0362410E	
Altitud (msnm)		8896811N	
Condiciones de la muestra		2019	
Descripción del punto de muestreo		Preservada	
Código del Cliente		Volumen de muestra: 8 L	
Código del Laboratorio		Muestra recolectada antes del proceso de filtración.	
TH-00			
23010111			
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 2)			
Ensayo de Organismos de Vida Libre			
GRUPO	Unidad	Resultados	
ALGAS	Org./L	<1	
PROTOZOARIOS	Org./L	1671	
COPEPODOS	Org./L	<1	
ROTIFEROS	Org./L	80	
NEMATODOS	Org./L	<1	
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		1751	

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 16 de Enero del 2023

17025

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 6 de 6

Anexo 13 Resultados del laboratorio del primer post test del agua pluvial filtrada



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170022-2023 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : SERVICIOS AMBIENTALES CESMA S.A.C.
DOMICILIO LEGAL : JR. CRESPO CASTILLO N° 412
SOLICITADO POR : WENDY MELEINE PALACIOS SALVADOR
REFERENCIA : MONITOREO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO - PROYECTO DE TESIS
PROCEDENCIA : CENTRO POBLADO DE CHACABAMBA - PILLCO MARCA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2023-01-03
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2023-01-03 AL 2023-01-13
FECHA(S) DE MUESTREO : 2023-01-02
MUESTREO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C. (1)

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Temperatura (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods.	---	° C
pH (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.	---	Unid. pH
Conductividad (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.	---	µS/cm
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.	2.09	Cl ⁻ mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric; Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Dureza (Dureza Total)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO ₃ mg/L
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.	1.50	SO ₄ ²⁻ mg/L
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method.	0.40	NTU
Nitrógeno Amoniacal / Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH ₃ ⁺ -N mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 170022 y procedimiento PL-009.

[Firma]
ING. TELLO PAUCAR MARILU
INGENIERA AMBIENTAL CIP
219624
SERVICIOS ANALÍTICOS
GENERALES SAC
Firmado con www.tocapu.pe

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de percepción del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170022-2023 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)	11:30	
Coordenadas	0362410E	
Altitud (msnm)	8896811N	
Condiciones de la muestra	2019	
Descripción del Punto de Muestreo	Refrigerada/Preservada	
Código del Cliente	Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Laboratorio	TH-01	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)		
Ensayo	Unidades	Resultados
Temperatura (medición en campo)	°C	19.9
pH (medición en campo)	Unid. pH	8.17
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	332
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	<2.09
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	9.08
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	86.90
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	66.58
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	168.0
Turbiedad	NTU	6.20
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac	NH ₃ ⁺ - N mg/L	0.11
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	23
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	16
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración ⁽⁴⁾	ufc/mL	15
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE IAS-829		
Filtración de Membrana para Escherichia coli	ufc/100mL	690000

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).
(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.
(4) Medio de cultivo utilizado R2A, incubación 20-28°C/5-7 días
Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

Cod. FI 008 / Versión 01/FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.
• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 3 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170022-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)	11:30	
Coordenadas	0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)	2019	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Cliente	TH-01	
Código del Laboratorio	23010227	
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951		
Ensayo	Unidades	Resultados
Huevos de Helmintos		
Nemátodos		
Familia/Género/Especie:		
<i>Ascaris sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Ancylostomidae</i>	Huevos/L	<1
<i>Enterobius vermicularis</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichuris sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Toxocara sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Strongyloidea</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichostrongyloidea</i>	Huevos/L	<1
<i>Capillaria sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichostrongylus sp.</i>	Huevos/L	<1
Céstodos		
Género/Especie:		
<i>Diphylidium sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Taenia sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Moniezia sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolapis diminuta</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolapis nana</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolapis sp.</i>	Huevos/L	<1
Tremátodos		
Género/Especie:		
<i>Fasciola hepatica</i>	Huevos/L	<1/023
<i>Paragonimus sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Schistosoma sp.</i>	Huevos/L	<1
Acantocefalo		
Género:		
<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	Huevos/L	<1
Total⁵	Huevos/L	<1

5: Indica el número de Huevos/L total por litro de muestra incluyendo todas las especies encontradas.
Los huevos de helmintos abarcan también a los huevos de helmintos intestinales

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 4 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170022-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada		Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo		2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)		11:30	
Coordenadas		0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)		2019	
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	
Descripción del Punto de Muestreo		Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Cliente		TH-01	
Código del Laboratorio		23010227	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	0.00572
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00002
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0259
Sodio (Na)	0.003	mg/L	2.405
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	1.478
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.073
Silicio (Si)	0.004	mg/L	0.985
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	2.108
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	2.67
Fosforo (P)	0.002	mg/L	0.376
Potasio (K)	0.007	mg/L	7.578
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	40.364
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.00094
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00283
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0003
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.01968
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	0.35439
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.000131
Níquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00030
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0024
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.13887
Galio (Ga)	0.00002	mg/L	0.00013
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00002
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.00253
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0004
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.00490
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.08918
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00023
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00022
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00078
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00804
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	0.00003
Indio (In)	0.00002	mg/L	0.00007
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0009
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00005
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.01208
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000040
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000066
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000007
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00008
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00035
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00040
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0012
Bismuto (Bi)	0.000004	mg/L	0.001056
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000729
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000139

L.D.M.: límite de detección del método.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 5 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE.: 09/2020

EXPERTS
WORKING
FOR YOU



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170022-2023 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado		Agua para uso y consumo humano
Matriz analizada		Agua para uso y consumo humano
Fecha de muestreo		2023-01-02
Hora de inicio del muestreo (h)		11:30
Coordenadas UTM WGS 84		0362410E 8896811N
Altitud (msnm)		2019
Condiciones de la muestra		Preservada
Descripción del punto de muestreo		Volumen de muestra: 8 L Muestra recolectada después del proceso de filtración.
Código del Cliente		TH-01
Código del Laboratorio		23010227
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 2)		
Ensayo de Organismos de Vida Libre		
GRUPO	Unidad	Resultados
ALGAS	Org./L	32161
PROTOZOARIOS	Org./L	1126
COPEPODOS	Org./L	<1
ROTIFEROS	Org./L	<1
NEMATODOS	Org./L	<1
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		33287

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 16 de Enero del 2023

17025

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 6 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Anexo 14 Resultados del laboratorio del segundo post test (agua pluvial filtrada)



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170021-2023 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : SERVICIOS AMBIENTALES CESMA S.A.C.
DOMICILIO LEGAL : JR. CRESPO CASTILLO N° 412
SOLICITADO POR : WENDY MELEINE PALACIOS SALVADOR
REFERENCIA : MONITOREO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO - PROYECTO DE TESIS
PROCEDENCIA : CENTRO POBLADO DE CHACABAMBA - PILLCO MARCA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2023-01-03
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2023-01-03 AL 2023-01-13
FECHA(S) DE MUESTREO : 2023-01-02
MUESTREO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.⁽¹⁾

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Temperatura (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature, Laboratory and Field Methods.	---	° C
pH (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value, Electrometric Method.	---	Unid. pH
Conductividad (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity, Laboratory Method.	---	µS/cm
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Chloride, Argentometric Method.	2.09	Cl ⁻ mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color, Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Dureza (Dureza Total)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness, EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO ₃ mg/L
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 SO ₄ ²⁻ E, 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.	1.50	SO ₄ ²⁻ mg/L
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids, Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity, Nephelometric Method.	0.40	NTU
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia), Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH ₃ ⁺ -N mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 170021 y procedimiento PL-009.

ING. TELLO PAUCAR MARILU
INGENIERA AMBIENTAL CIP
219624
SERVICIOS ANALÍTICOS
GENERALES SAC
Firmado con www.tocapu.pe

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170021-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)	16:30	
Coordenadas	0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)	2019	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Cliente	TH-02	
Código del Laboratorio	23010228	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)		
Ensayo	Unidades	Resultados
Temperatura (medición en campo)	° C	22.3
pH (medición en campo)	Unid. pH	8.18
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	223
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	<2.09
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	6.77
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	37.60
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	19.98
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	113.3
Turbiedad	NTU	2.0
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac	NH ₃ ⁺ - N mg/L	<0.02
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	<23
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	23
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración ⁽⁴⁾	ufc/mL	16
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE IAS-829		
Filtración de Membrana para Escherichia coli	ufc/100mL	830000

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado R2A, incubación 20-28°C/5-7 días
Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

Cod. FI008 / Versión 01/FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de percepción del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 3 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170021-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)	16:30	
Coordenadas	0362410E	
Altitud (msnm)	8896811N	
Condiciones de la muestra	2019	
Descripción del Punto de Muestreo	Refrigerada	
Código del Cliente	Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Laboratorio	TH-02	
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951		
Ensayo	Unidades	Resultados
Huevos de Helmintos		
Nemátodos		
Familia/Género/Especie:		
Ascaris sp.	Huevos/L	<1
Ancylostomídeo	Huevos/L	<1
Enterobius vermicularis	Huevos/L	<1
Trichuris sp.	Huevos/L	<1
Toxocara sp.	Huevos/L	<1
Strongyloídeo	Huevos/L	<1
Trichostrongyloídeo	Huevos/L	<1
Capilaria sp.	Huevos/L	<1
Trichostrongylus sp.	Huevos/L	<1
Céstodos		
Género/Especie:		
Diphylidium sp.	Huevos/L	<1
Taenia sp.	Huevos/L	<1
Moniezia sp.	Huevos/L	<1
Hymenolepis diminuta	Huevos/L	<1
Hymenolepis nana	Huevos/L	<1
Hymenolepis sp.	Huevos/L	<1
Trematodos		
Género/Especie:		
Fasciola hepática	Huevos/L	<1
Paragonimus sp.	Huevos/L	<1
Schistosoma sp.	Huevos/L	<1
Acantocéfalo		
Género:		
Macracanthorhynchus sp.	Huevos/L	<1
Total⁵	Huevos/L	<1

5: Indica el número de Huevos/L total por litro de muestra incluyendo todas las especies encontradas.
Los huevos de helmintos abarcan también a los huevos de helmintos intestinales

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente Informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 4 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

EXPERTS
WORKING
FOR YOU



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170021-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada		Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo		2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)		16:30	
Coordenadas		0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)		2019	
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	
Descripción del Punto de Muestreo		Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Cliente		TH-02	
Código del Laboratorio		23010228	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	0.00710
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	<0.00001
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0291
Sodio (Na)	0.003	mg/L	3.258
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	1.963
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.045
Silicio (Si)	0.004	mg/L	2.086
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	4.464
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	5.65
Fosforo (P)	0.002	mg/L	0.305
Potasio (K)	0.007	mg/L	5.911
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	37.449
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.00072
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00302
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0004
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.02143
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	0.02981
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.000128
Níquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00023
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0060
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.07732
Galio (Ga)	0.00002	mg/L	0.00005
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	<0.00002
Arsenio (As)	0.00001	mg/L	0.00256
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0003
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.00330
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.09146
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00016
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00015
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00102
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00526
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	<0.00002
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0005
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	<0.00002
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.01966
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000025
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000028
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000002
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00006
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00022
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00010
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0003
Bismuto (Bi)	0.000004	mg/L	0.000066
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000179
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.000003

L.D.M.: límite de detección del método.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de percibibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 5 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE: 09/2020

EXPERTS
WORKING
FOR YOU



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170021-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado		Agua para uso y consumo humano	
Matriz analizada		Agua para uso y consumo humano	
Fecha de muestreo		2023-01-02	
Hora de inicio del muestreo (h)		16:30	
Coordenadas UTM WGS 84		0362410E	
Altitud (msnm)		8896811N	
Condiciones de la muestra		Preservada	
Descripción del punto de muestreo		Volumen de muestra: 6 L	
Código del Cliente		Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Laboratorio		TH-02	
		2301022B	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 2)			
Ensayo de Organismos de Vida Libre			
GRUPO	Unidad	Resultados	
ALGAS	Org./L	20101	
PROTOZOARIOS	Org./L	235	
COPEPODOS	Org./L	<1	
ROTIFEROS	Org./L	<1	
NEMATODOS	Org./L	<1	
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		20336	

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 16 de Enero del 2023

17025

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 6 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Anexo 15 Resultados del laboratorio del tercer post test (agua pluvial filtrada)



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170020-2023 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : SERVICIOS AMBIENTALES CESMA S.A.C.
DOMICILIO LEGAL : JR. CRESPO CASTILLO N° 412
SOLICITADO POR : WENDY MELEINE PALACIOS SALVADOR
REFERENCIA : MONITOREO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO - PROYECTO DE TESIS
PROCEDENCIA : CENTRO POBLADO DE CHACABAMBA - PILLCO MARCA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2023-01-03
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2023-01-03 AL 2023-01-13
FECHA(S) DE MUESTREO : 2023-01-02
MUESTREADO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.⁽¹⁾

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	LC	Unidades
Temperatura (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature, Laboratory and Field Methods.	---	° C
pH (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value, Electrometric Method.	---	Unid. pH
Conductividad (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity, Laboratory Method.	---	µS/cm
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Chloride, Argentometric Method.	2.09	Cl ⁻ mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color, Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Dureza (Dureza Total)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness, EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO ₃ mg/L
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 23rd Ed. 2017. Sulfate, Turbidimetric Method.	1.50	SO ₄ ²⁻ mg/L
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids, Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity, Nephelometric Method.	0.40	NTU
Nitrógeno Amoniacal / Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia), Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH ₃ ⁺ - N mg/L

LC.: límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 170020 y procedimiento PL-009.

ING. TELLO PAUCAR MARILU
INGENIERA AMBIENTAL CIP
219624
SERVICIOS ANALÍTICOS
GENERALES SAC
Firmado con www.locapu.pe

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170020-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)	21:30	
Coordenadas	0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)	2019	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Cliente	TH-03	
Código del Laboratorio	23010229	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)		
Ensayo	Unidades	Resultados
Temperatura (medición en campo)	° C	21.6
pH (medición en campo)	Unid. pH	8.17
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	251
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	2.32
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	6.77
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	81.03
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	54.66
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	149.0
Turbiedad	NTU	1.1
Nitrógeno Amoniacal / Amoniaco	NH ₃ ⁺ - N mg/L	<0.02
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	23
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	16
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración ⁽⁴⁾	ufc/mL	14
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE IAS-829		
Filtración de Membrana para Escherichia coli	ufc/100mL	2000000

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado R2A, incubación 20-28°C/5-7 días
Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE. 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 3 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170020-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano		
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano		
Fecha de muestreo	2023-01-02		
Hora de inicio de muestreo (h)	21:30		
Coordenadas	0362410E 8896811N		
Altitud (msnm)	2019		
Condiciones de la muestra	Refrigerada		
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada después del proceso de filtración.		
Código del Cliente	TH-03		
Código del Laboratorio	23010229		
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951			
Ensayo	Unidades	Resultados	
Huevos de Helmintos			
Nemátodos			
Familia/Género/Especie:			
<i>Ascaris sp.</i>	Huevos/L	<1	
<i>Ancylostomidae</i>	Huevos/L	<1	
<i>Enterobius vermicularis</i>	Huevos/L	<1	
<i>Trichuris sp.</i>	Huevos/L	<1	
<i>Toxocara sp.</i>	Huevos/L	<1	
<i>Strongyloidea</i>	Huevos/L	<1	
<i>Trichostrongyloidea</i>	Huevos/L	<1	
<i>Capillaria sp.</i>	Huevos/L	<1	
<i>Trichostrongylus sp.</i>	Huevos/L	<1	
Céstodos			
Género/Especie:			
<i>Dyphididium sp.</i>	Huevos/L	<1	
<i>Taenia sp.</i>	Huevos/L	<1	
<i>Moniezia sp.</i>	Huevos/L	<1	
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Huevos/L	<1	
<i>Hymenolepis nana</i>	Huevos/L	<1	
<i>Hymenolepis sp.</i>	Huevos/L	<1	
Tremátodos			
Género/Especie:			
<i>Fasciola hepatica</i>	Huevos/L	<1	
<i>Paragonimus sp.</i>	Huevos/L	<1	
<i>Schistosoma sp.</i>	Huevos/L	<1	
Acantocefalo			
Género:			
<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	Huevos/L	<1	
Total⁵	Huevos/L	<1	

5: Indica el número de Huevos/L total por litro de muestra incluyendo todas las especies encontradas.

Los huevos de helmintos abarcan también a los huevos de helmintos intestinales

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE.: 09/2020

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de precubridad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente Informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 4 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170020-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada		Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo		2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)		21:30	
Coordenadas		0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)		2019	
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	
Descripción del Punto de Muestreo		Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Cliente		TH-03	
Código del Laboratorio		23010229	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	0.00626
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00001
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0321
Sodio (Na)	0.003	mg/L	2.675
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	1.378
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.048
Silicio (Si)	0.004	mg/L	4.022
Silíceo (SiO ₂)	0.008	mg/L	8.608
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	10.90
Fósforo (P)	0.002	mg/L	0.146
Potasio (K)	0.007	mg/L	2.979
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	22.381
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.00044
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00514
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0002
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.01808
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	0.02053
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.000113
Níquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00022
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0061
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.07330
Gaio (Ga)	0.00002	mg/L	0.00016
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00003
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.00457
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0003
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.00178
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.07919
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00009
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00012
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00103
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00438
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	<0.00002
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estañio (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0007
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00007
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.01759
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000019
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000011
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000001
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00003
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00016
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	<0.00002
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0002
Bismuto (Bi)	0.000004	mg/L	<0.000004
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000142
Uranio (U)	0.000002	mg/L	<0.000002

L.D.M.: límite de detección del método.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de precubilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 5 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE.: 09/2020

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170020-2023 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado	Agua para uso y consumo humano	
Matriz analizada	Agua para uso y consumo humano	
Fecha de muestreo	2023-01-02	
Hora de inicio del muestreo (h)	21:30	
Coordenadas UTM WGS 84	0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)	2019	
Condiciones de la muestra	Preservada Volumen de muestra: 8 L	
Descripción del punto de muestreo	Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Cliente	TH-03	
Código del Laboratorio	23010229	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 2)		
Ensayo de Organismos de Vida Libre		
GRUPO	Unidad	Resultados
ALGAS	Org./L	97000
PROTOZOARIOS	Org./L	99
COPEPODOS	Org./L	<1
ROTIFEROS	Org./L	9
NEMATODOS	Org./L	<1
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		97108

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 16 de Enero del 2023

17025

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.
• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 6 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Anexo 16 Resultados de laboratorio del cuarto post test (agua pluvial filtrada)



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170041-2023 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : SERVICIOS AMBIENTALES CESMA S.A.C.
DOMICILIO LEGAL : JR. CRESPO CASTILLO N° 412
SOLICITADO POR : WENDY MELENE PALACIOS SALVADOR
REFERENCIA : MONITOREO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO - PROYECTO DE TESIS
PROCEDENCIA : CENTRO POBLADO DE CHACABAMBA - PILLCO MARCA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2023-01-03
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2023-01-03 AL 2023-01-16
FECHA(S) DE MUESTREO : 2023-01-02
MUESTREO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C. (1)

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Temperatura (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods.	---	° C
pH (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.	---	Unid. pH
Conductividad (medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.	---	µS/cm
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.	2.09	Cl ⁻ mg/L
Color (Color verdadero)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).	5	CU
Dureza (Dureza Total)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO ₃ mg/L
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 SO ₄ ²⁻ E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.	1.50	SO ₄ ²⁻ mg/L
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method.	0.40	NTU
Nitrógeno Amoniacal / Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ -D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020	NH ₃ ⁺ - N mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 170041 y procedimiento PL-009.

ING. TELLO PAUCAR MARILU
INGENIERA AMBIENTAL CIP
219624
SERVICIOS ANALITICOS
GENERALES SAC
Firmado con www.tocapu.pe

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es legal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 170041-2023 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua para Consumo Humano
Matriz analizada		Agua para Uso y Consumo Humano
Fecha de muestreo		2023-01-02
Hora de inicio de muestreo (h)		02:30
Coordenadas		0362410E 8896811N
Altitud (msnm)		2019
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada
Descripción del Punto de Muestreo		Muestra recolectada después del proceso de filtración.
Código del Cliente		TH-04
Código del Laboratorio		23010230
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)		
Ensayo	Unidades	Resultados
Temperatura (medición en campo)	° C	21.5
pH (medición en campo)	Unid. pH	8.19
Conductividad (medición en campo)	µS/cm	132
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	<2.09
Color (Color verdadero) ⁽²⁾	CU	<5
Dureza (Dureza Total)	CaCO ₃ mg/L	50.96
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	17.51
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	97.0
Turbiedad	NTU	0.80
Nitrógeno Amoniacal / Amoniac	NH ₄ ⁺ - N mg/L	<0.02
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	23
Numeración de Coliformes Fecales ⁽³⁾	NMP/100mL	16
Recuento de Bacterias Heterotróficas por filtración ⁽⁴⁾	ufc/mL	15
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE IAS-829		
Filtración de Membrana para Escherichia coli	ufc/100mL	560000

(2) Color Verdadero. CU: unidades de color (1 CU es equivalente a 1 Pt-Co).

(3) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(4) Medio de cultivo utilizado R2A, incubación 20-28°C/5-7 días

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

Cod. FI 008 / Versión 01 / FE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preestabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 3 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

EXPERTS
WORKING
FOR YOU



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170041-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano	
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano	
Fecha de muestreo	2023-01-02	
Hora de inicio de muestreo (h)	02:30	
Coordenadas	0362410E 8896811N	
Altitud (msnm)	2019	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Cliente	TH-04	
Código del Laboratorio	23010230	
ENSAYO ACREDITADO ANTE IAS-951		
Ensayo	Unidades	Resultados
Huevos de Helmintos		
Nemátodos		
Familia/Género/Especie:		
<i>Ascaris sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Ancylostomidae</i>	Huevos/L	<1
<i>Enterobius vermicularis</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichuris sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Toxocara sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Strongyloidea</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichostrongyloidea</i>	Huevos/L	<1
<i>Capillaria sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Trichostrongylus sp.</i>	Huevos/L	<1
Céstodos		
Género/Especie:		
<i>Diphylidium sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Taenia sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Moniezia sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolepis nana</i>	Huevos/L	<1
<i>Hymenolepis sp.</i>	Huevos/L	<1
Tremátodos		
Género/Especie:		
<i>Fasciola hepatica</i>	Huevos/L	17x1 > 5
<i>Paragonimus sp.</i>	Huevos/L	<1
<i>Schistosoma sp.</i>	Huevos/L	<1
Acantocefalo		
Género:		
<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	Huevos/L	<1
Total*	Huevos/L	<1

* Indica el número de Huevos/L total por litro de muestra incluyendo todas las especies encontradas.

Los huevos de helmintos abarcan también a los huevos de helmintos intestinales

Cod. FI 008 / Versión 01 / EE.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 4 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170041-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua para Consumo Humano
Matriz analizada	Agua para Uso y Consumo Humano
Fecha de muestreo	2023-01-02
Hora de inicio de muestreo (h)	02:30
Coordenadas	0362410E 8896811N
Altitud (msnm)	2019
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada
Descripción del Punto de Muestreo	Muestra recolectada después del proceso de filtración.
Código del Cliente	TH-04
Código del Laboratorio	23010230

ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 1)

Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	0.00705
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	<0.00001
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0283
Sodio (Na)	0.003	mg/L	2.433
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	1.306
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	0.037
Silicio (Si)	0.004	mg/L	4.086
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	8.745
Silicato (SiO ₃)	0.01	mg/L	11.07
Fosforo (P)	0.002	mg/L	0.100
Potasio (K)	0.007	mg/L	2.751
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	22.163
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.00033
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00509
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	0.0003
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.01772
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	0.01825
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.000103
Níquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00018
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0053
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.07627
Galio (Ga)	0.00002	mg/L	0.00014
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.00003
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.00439
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	0.0002
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.00158
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	0.07532
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00006
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00008
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.00074
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00323
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	<0.00002
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estaño (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0005
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.00009
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.01767
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.000014
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000009
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	<0.000001
Tantalio (Ta)	0.00001	mg/L	0.00002
Wolframio (W) Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00012
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	<0.00002
Piomo (Pb)	0.0001	mg/L	0.0004
Bismuto (Bi)	0.000004	mg/L	<0.000004
Torio (Th)	0.000005	mg/L	<0.000005
Uranio (U)	0.000002	mg/L	<0.000002

L.D.M.: límite de detección del método.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 5 de 6

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Cod. FI 008 / Versión 01 / EE.: 09/2020

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION
SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTROS TL-829 Y TL-951



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047



**INFORME DE ENSAYO N° 170041-2023
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS PARA ORGANISMOS DE VIDA LIBRE

Producto declarado		Agua para uso y consumo humano	
Matriz analizada		Agua para uso y consumo humano	
Fecha de muestreo		2023-01-02	
Hora de inicio del muestreo (h)		02:30	
Coordenadas UTM WGS 84		0362410E	
Altitud (msnm)		8896811N	
Condiciones de la muestra		Preservada	
Descripción del punto de muestreo		Volumen de muestra: 8 L	
Código del Cliente		Muestra recolectada después del proceso de filtración.	
Código del Laboratorio		TH-04	
		23010230	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (Sede Lima 2)			
Ensayo de Organismos de Vida Libre			
GRUPO	Unidad	Resultados	
ALGAS	Org./L	<1	
PROTOZOARIOS	Org./L	<1	
COPEPODOS	Org./L	<1	
ROTIFEROS	Org./L	<1	
NEMATODOS	Org./L	<1	
TOTALES DE ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Org./L)		<1	

Nota 1: La expresión de los resultados es para la matriz de Agua para uso y consumo humano según:

- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Nota 2: <1 es equivalente a cero, lo que indica la no detección de Organismos/L en la muestra.

Lima, 16 de Enero del 2023

17025

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de percepción del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 6 de 6

Anexo 17 Registro del pre test como también post test de las unidades de análisis

INDICADORES	PRE TEST	POST TEST			
	UNIDADES DE ANÁLISIS				
Parámetros fisicoquímicos	1	1	2	3	4
Color UCV	5	9.08	6.77	6.77	5
Turbiedad UNT	23	6.20	2.0	1.1	0.80
pH Unid. pH	8.10	8.17	8.18	8.17	8.19
Temperatura °C	18	19.9	22.3	21.6	21.5
Sulfatos SO ₄ ⁼ mg/l	1.50	66.58	19.98	54.66	17.51
Sólidos totales disueltos mg/l	29.0	168.0	113.3	149.0	97.0
Dureza total CaCO ₃ mg/l	19.75	86.90	37.60	81.03	50.96
Cloruros C ⁻ mg/L	2.09	2.09	2.09	2.32	2.09
Conductividad µmho/cm	91	332	223	251	132
Amoniaco mg/L	0.09	0.11	0.02	0.02	0.02
Hierro mg/L	0.49736	0.35439	0.02981	0.02053	0.01825
Manganeso mg/L	0.01846	0.01968	0.02143	0.01808	0.01772
Aluminio mg/L	0.425	0.073	0.045	0.048	0.037
Cobre mg/L	0.0438	0.0024	0.0060	0.0061	0.0053
Zinc mg/L	2.74765	0.13887	0.07732	0.07330	0.07627
Sodio mg/L	0.560	2.405	3.268	2.675	2.433
Parámetros microbiológicos	1	1	2	3	4
Bacterias Heterotróficas UFC/ml	46	15	16	14	15
Bacterias Coliformes Totales UFC/100ml	23	23	23	23	23
Bacterias Coliformes Termotolerantes UFC/100ml	23	16	23	16	16
E. Coli UFC/100ml	370000	690000	830000	2000000	560000
Organismos de vida libre Org./L	1751	33287	20336	97108	0
Huevos y larvas de Helmintos Huevos/L	0	0	0	0	0

Anexo 18 Panel fotográfico

Fotografía 1

Secado de la cáscara del coco



Fotografía 2

Carbonización de la cáscara del coco



Fotografía 3

Cáscara carbonizada, luego de la limpieza con el agua destilada



Fotografía 4

Proceso de molienda del carbón proveniente de la cáscara del coco



Fotografía 5

Tamizado del carbón una vez molido



Fotografía 6

Peso del carbón tamizado proveniente de la cáscara del coco



Fotografía 7

Materiales para la activación del carbón



Fotografía 8

Disolución del ácido fosfórico con el agua destilada



Fotografía 9

Adición del ácido fosfórico diluido al 40% al carbón tamizado





Fotografía 10

Colocación del papel aluminio al recipiente donde se encuentra la mezcla



Fotografía 11

Colocación del carbón con ácido fosfórico al horno para la evaporación de líquido restante





Fotografía 12

Colocación del carbón activado a otro recipiente para el secado



Fotografía 13

Carbón activado considerado para el estudio



Fotografía 14

Materiales que incorporaron el filtro del sistema



Fotografía 15

Sistema de filtración



Fotografía 16

Recolección de información respecto a los parámetros in situ de la muestra inicial (pre test)



Fotografía 17

Muestra recolectada (pre test)



Fotografía 18

Toma de muestra del agua pluvial filtrada (primer post test)



Fotografía 19

Toma de muestra del agua pluvial filtrada (segundo post test)



Fotografía 20

Toma de muestra del agua pluvial filtrada (tercer post test)



Fotografía 21

Toma de muestra del agua pluvial filtrada (cuarto post test)



Fotografía 22

Muestras recolectadas (post test)



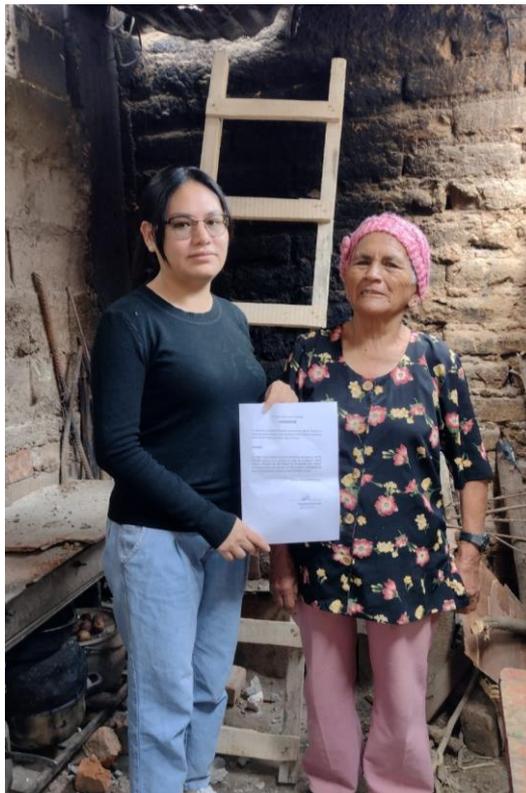
Fotografía 23

Visita técnica del Mg. Frank Erick Cámara Llanos, jurado supervisor



Fotografía 24

Propietaria de la vivienda donde se realizó el estudio



Fotografía 25

Autorización por parte de la dueña de la vivienda para la implementación del sistema de filtración

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

AUTORIZACIÓN

Yo, Maximiliana SALVADOR HUAMÁN, identificada con DNI N° 22466480, en calidad de propietaria de la vivienda ubicada en el Centro Poblado Chacabamba, Distrito de Pillco Marca, provincia y región de Huánuco.

AUTORIZO

A la Bach. Wendy Meleine PALACIOS SALVADOR, identificada con DNI N° 72229965, ejecute en mi propiedad su trabajo de investigación (TESIS) intitulado: **EFICACIA DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN CON CARBÓN ACTIVADO A BASE DE CÁSCARA DE COCO PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE AGUA PLUVIAL.**

Huánuco, 11 de noviembre de 2022



Propietaria de la vivienda

22466480