

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Aplicación del carbón activado granular y carbón  
activado en polvo como filtrantes para la mejora de  
la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022**

Lidia Sandoval Quispe  
Jhoselin Melisa Yupanqui Quispe

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

**A** : FELIPE GUTARRA MEZA  
Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : José Vladimir Cornejo Tueros  
Asesor de tesis  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis  
**FECHA** : 29 de octubre de 2023

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "Aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022", perteneciente a las estudiantes Lidia Sandoval Quispe; Jhoselin Melisa Yupanqui Quispe, de la E.A.P. de INGENIERIA AMBIENTAL; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20% de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

• Filtro de exclusión de bibliografía

SI  N   
O

• Filtro de exclusión de grupos de palabras menores

SI  N   
O

(Nº de palabras excluidas: 14)

• Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante

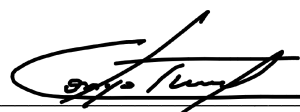
SI  N   
O

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



José Vladimir Cornejo Tueros  
Asesor de tesis

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Lidia Sandoval Quispe, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 47174027, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

30 de octubre de 2023.



---

Lidia Sandoval Quispe

DNI. No. 47174027

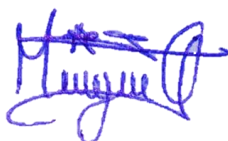
## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Jhoselin Melisa Yupanqui Quispe, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70251955, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

30 de octubre de 2023.



---

Jhoselin Melisa Yupanqui Quispe

DNI. No. 70251955

# Aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://visorsig.oefa.gob.pe">visorsig.oefa.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.uisek.edu.ec">repositorio.uisek.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://repositorio.upsc.edu.pe">repositorio.upsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

9	<a href="http://repositorio.ana.gob.pe">repositorio.ana.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
13	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
15	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://bdigital.uncu.edu.ar">bdigital.uncu.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://es.nxsinotopsky.com">es.nxsinotopsky.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://agroambient.gva.es">agroambient.gva.es</a> Fuente de Internet	<1 %

21	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://simag.mag.gob.sv">simag.mag.gob.sv</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://realrecipeses.fun">realrecipeses.fun</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://www.repositorio.uancv.edu.pe">www.repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://doaj.org">doaj.org</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://repositorio.upagu.edu.pe">repositorio.upagu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://lookformedical.com">lookformedical.com</a> Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Centro Europeo de Postgrado - CEUPE Trabajo del estudiante	<1 %
32	<a href="http://rai.uapa.edu.do">rai.uapa.edu.do</a> Fuente de Internet	



<1 %

33

[repositorio.uncp.edu.pe](https://repositorio.uncp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Universidad Santo Tomas

Trabajo del estudiante

<1 %

35

[repository.libertadores.edu.co](https://repository.libertadores.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

36

[1library.co](https://1library.co)

Fuente de Internet

<1 %

37

[www.ueb.edu.ec](http://www.ueb.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

38

Submitted to Atlantic International University

Trabajo del estudiante

<1 %

39

[www.researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

<1 %

40

[redi.unjbg.edu.pe](https://redi.unjbg.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

41

[repositorio.ug.edu.ec](https://repositorio.ug.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

42

CESEL S A. "MEIA del Proyecto Ampliación de la Central Hidroeléctrica Santa Teresa-IGA0001581", R.D. N° 310-2016-MEM/DGAAE, 2020

Publicación

<1 %

43

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

44

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "MEIA para el Proyecto Mejoras a la Seguridad Energética del País y Desarrollo del Gasoducto Sur Peruano - Variantes de los Tramos KP 218+674 al KP 250+395 y KP 313+246 al KP 332+585 y Componentes Auxiliares-IGA0004353", R.D. N° 227-2016-MEM/DGAAE, 2021

<1 %

Publicación

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 14 words

Excluir bibliografía

Activo

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, nuestro Padre Celestial Todopoderoso, por darnos la fuerza para seguir adelante y lograr grandes cosas tanto a nivel personal como profesional.

A la Universidad Continental por la oportunidad de ser parte de ellos.

A las personas muy especiales: Ing. Jhoel Huarancay Quispe y Jhonatan A. Lustre Gabriel por la entrega y constante apoyo durante el desarrollo hasta culminar satisfactoriamente el trabajo de investigación.

A nuestros padres, hermanos y a todas las personas que contribuyeron al desarrollo del presente trabajo.

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, quienes se esfuerzan día a día para darnos su apoyo e inculcarnos buenos valores para ser personas de bien ante la sociedad.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	13
1.1. Planteamiento y formulación del problema	13
1.1.1. Problema general	14
1.1.2. Problemas específicos	14
1.2. Objetivos	14
1.1.3. Objetivo general	14
1.1.4. Objetivo específico	15
1.3. Justificación e importancia	15
1.1.5. Justificación	15
1.1.6. Importancia	16
1.4. Delimitación del proyecto	17
1.1.7. Delimitación espacial	17
1.1.8. Delimitación temporal	17
1.5. Hipótesis y variables	17
1.1.9. Hipótesis general	17
1.1.10. Hipótesis específicas	17
1.1.11. Variables	18
1.1.12. Operacionalización de variables	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19
2.1.2. Antecedentes nacionales	20
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. Carbón activado	22
2.2.2. Recurso hídrico	26
2.2.3. Calidad del agua	28
2.2.4. Contaminación del agua	29
	iv

CAPÍTULO III METODOLOGÍA	31
3.1. Método, tipo o alcance de la investigación	31
3.1.1. Método de investigación	31
3.1.2. Alcances de investigación	31
3.1.3. Diseño de investigación	32
3.2. Población y muestra	33
3.2.1. Población	33
3.2.2. Muestra	33
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.3.1. Técnicas	34
3.3.2. Instrumentos para la recolección de datos	35
3.4. Materiales y Equipos	35
3.5. Procedimiento	36
3.5.1. Determinación de las características del agua del río Alameda antes de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.	36
3.5.2. Determinación de las características de agua del río Alameda después de la aplicación carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes	38
3.5.3. Determinación de la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda	43
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. Presentación de resultados	44
4.1.1. Determinación de las características del agua del río Alameda antes de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.	44
4.1.2. Determinación de las características de agua del río Alameda después de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes	48
4.1.3. Determinación de la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda	52
4.1.4. Determinación del efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del río Alameda	59
4.2. Prueba de hipótesis	59
4.2.1. Hipótesis específica N° 3	60
4.3. Discusión de resultados	63
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	72
ANEXO 1. Matriz de consistencia	73
ANEXO 2. Mapa de ubicación	75
ANEXO 3. Plano de diseño	76
ANEXO 4. Panel fotográfico	77
ANEXO 5. Resultados de laboratorio	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Operacionalización de Variables. ....	18
Tabla 2.- Comparación de los tipos de carbón activado en (polvo y granular).....	25
Tabla 3.- Parámetro de calidad del agua. ....	29
Tabla 4.- Diseño factorial $2^2$ .....	33
Tabla 5.- Materiales y equipos .....	35
Tabla 6.- Tiempo de retención de las muestras de agua (R1) .....	40
Tabla 7.- Tiempo de retención de las muestras de agua (R2) .....	41
Tabla 8.- Resultados de la caracterización del río Alameda .....	44
Tabla 9.- Resultados obtenidos por el laboratorio QUIMPETROL PERÚ S.A.C. ....	53
Tabla 10.- Aplicación de la fórmula de porcentaje de remoción. ....	54
Tabla 11.- Promedio de las unidades de disminución del pH (R1 y R2) .....	55
Tabla 12.- Promedio de remoción de DBO (R1 y R2).....	56
Tabla 13.- Promedio de remoción de aceites y grasas (R1 y R2). ....	57
Tabla 14.- Promedio de remoción de coliformes fecales (R1 y R2). ....	58
Tabla 15.- Pruebas de normalidad para los datos obtenidos en la remoción. ....	60
Tabla 16.- Prueba de t Student de los datos obtenidos en el proceso de remoción de parámetros. .....	61
Tabla 17.- Prueba de Wilcoxon de los datos obtenidos en el proceso de remoción de parámetros. .....	62



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Mapa de ubicación de área de estudio.....	35
Figura 2.- Recojo y traslado de agua – río Alameda – sector Totorilla. ....	37
Figura 3.- Diseño de la parte central del prototipo de filtración .....	39
Figura 4.- Proceso de filtración de agua, colectadas del río Alameda. ....	40
Figura 5.- Rotulado y envasado de muestras, después de su filtrado.....	42
Figura 6.- Envío de las muestras al laboratorio.....	42
Figura 7.- Valor de pH antes del proceso de los filtros.....	45
Figura 8.- Valor de DBO antes del proceso de los filtros .....	46
Figura 9.- Valor de aceites y grasas antes del proceso de los filtros.....	47
Figura 10.- Valor de coliformes fecales antes del proceso de los filtros .....	48
Figura 11.- Valor de Potencial de Hidrogeno después del proceso de filtración .....	49
Figura 12.- Valor de Demanda Bioquímica de Oxígeno después del proceso de filtración ....	50
Figura 13.- Valor de Aceites y grasas después del proceso de filtración.....	51
Figura 14.- Valor de Coliformes Termotolerantes después del proceso de filtración.....	52
Figura 15.- Porcentaje de disminución del pH.....	55
Figura 16.- Porcentaje de la eficiencia de remoción de DBO.....	56
Figura 17.- Porcentaje de la eficiencia de remoción de aceites y grasas .....	57
Figura 18.- Porcentaje de la eficiencia de remoción de Coliformes termotolerantes.....	59

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el área de Totorilla aguas abajo de la planta de tratamiento de aguas residuales Totorilla-Ayacucho, donde se tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del río Alameda.; empleando como diseño factorial  $2^2$  con dos repeticiones, considerando los tipos de carbón activado (granular y polvo) y la cantidad de 200 g y 500 g respectivamente. La población fue de 30 L de agua del río Alameda, considerada de categoría 3 por sus usos de riego y bebedero de animales, colectadas durante periodos determinados y volúmenes fijo; realizando una mezcla compuesta de 30 L fue distribuida en volúmenes de 3 L para cada filtro considerado. El filtro consistió en capas de 500 g de piedra chancada, grava, gravilla y arena gruesa; 200 g y 500 g de carbones activados.

Los resultados indican que las características de agua del río Alameda, antes de la aplicación del proceso de filtración con carbón activado granular y en polvo, sobrepasan Estándares de Calidad Ambiental para aguas de Categoría 3, en parámetros como Coliformes Fecales o Termotolerantes (240 000 NMP/100 mL) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (40.50 mg/L), Aceites y Grasas (16.50 mg/L). En tanto el pH (7.32) se encuentra dentro del ECA Agua.

Posterior a la aplicación del proceso de los filtros con carbón activado granular y carbón activado en polvo, se pudo apreciar que hubo una mayor remoción en la Coliformes Fecales de 91.46 % en filtros de carbón activado en polvo de 500 g; Aceites y Grasas en 50.30 % en filtros de carbón activado en polvo de 200 g, Demanda Bioquímica de Oxígeno en 15.31 % en filtro de carbón activado en polvo de 500 g; en tanto para el Potencial de Hidrógeno (pH) hubo un descenso de 9.15 % en filtro de carbón activado en polvo de 200 g.

Las concentraciones de parámetros como la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Coliformes Fecales, Aceites y Grasas en el agua del río Alameda filtradas con carbón activado granular y en polvo en cantidades de 200 g y 500 g, redujo la carga contaminante, sin embargo, no son suficientes para encontrarse por debajo los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3

Palabras claves: carbón activado, categoría 3, Estándares de Calidad Ambiental, remoción, mezcla compuesta.

## ABSTRACT

The present research work was carried out in the Totorilla area downstream of the Totorilla Ayacucho wastewater treatment plant, where the objective was to determine the effect of the application of granular activated carbon and powdered activated carbon as filters on the quality of water from the Alameda River.; using a 22 factorial design with two repetitions, considering the types of activated carbon (granular and powder) and the amount of 200 g and 500 g respectively. The population was 30 L of water from the Alameda River, considered category 3 due to its uses for irrigation and animal drinking, collected during certain periods and fixed volumes; making a composite mixture of 30 L, it was distributed in volumes of 3 L for each filter considered. The filter consisted of 500 g layers of crushed stone, gravel, grit, and coarse sand; 200 g and 500 g of activated carbons.

The results indicate that the water characteristics of the Alameda River, before the application of the filtration process with granular and powder activated carbon, exceed Environmental Quality Standards for Category 3 waters, in parameters such as Fecal Coliforms or Thermotolerant (240,000 NMP /100 mL) and Biochemical Oxygen Demand (40.50 mg/L), Oils and Fats (16.50 mg/L). Meanwhile, the pH (7.32) is within the ECA Water.

After the application of the filter process with granular and powder activated carbon, it could be seen that there was a greater removal of 91.46% in Fecal Coliforms in 500 g powder activated carbon filters; Oils and Fats at 50.30% in 200 g powdered activated carbon filters, Biochemical Oxygen Demand at 15.31% in 500 g powdered activated carbon filter; while for the Hydrogen Potential (pH) there was a decrease of 9.15 % in a 200 g powdered activated carbon filter.

The concentrations of parameters such as Biochemical Oxygen Demand, Fecal Coliforms, Oils and Fats in the water of the Alameda River filtered with granular and powder activated carbon in quantities of 200 g and 500 g, reduced the contaminant load, however, they are not sufficient to be below the Environmental Quality Standards for Category 3

Keywords: activated carbon, category 3, environmental quality standards, removal, compound mixture.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural fundamental, más abundante; sin embargo, solo una pequeña porción (alrededor del 0.5 %) de toda el agua en la Tierra se encuentra en lagos, ríos, arroyos o la atmósfera; esta matriz alcanza muchas funciones básicas para la vida en la Tierra, incluyendo a mantener el clima, diluir la contaminación ambiental, entre otros. Sin agua, la vida tal como la definimos nunca habría comenzado en la Tierra; sin ella, no habría agricultura, ni manufactura, ni transportes, ni vida humana.

Como se mencionó anteriormente, el agua es el principal recurso para la supervivencia de todos los seres vivos en la Tierra. Sin embargo, esta situación ha cambiado con el paso de los años; Los contaminantes en las aguas superficiales pueden dañar los organismos acuáticos, poner en peligro la salud humana y provocar la pérdida del potencial recreativo o estético. Estos contaminantes provienen de fuentes industriales, fuentes estacionarias, fuentes municipales, fuentes de fondo y otras fuentes desconocidas. Se consideran ocho contaminantes principales: Demanda Bioquímica de Oxígeno, nutrientes, Sólidos en Suspensión, pH, Aceites y Grasas, microorganismos patógenos, contaminantes tóxicos y no tóxicos.

Frente a lo indicado, la mejora de agua se consigue a través de tratamiento de la misma, a fin de que sea segura, apetecible y aceptable; el tratamiento del agua comprende varias etapas y/o procesos unitarios. Sin embargo, estos procesos suelen ser muy costosos y además que, algunas fuentes de agua, según su categoría, requieren solo de alguna etapa para mejorar su calidad; como es el caso de la adsorción haciendo uso de los carbones activados, que tienen como finalidad adsorber productos químicos, microorganismos, entre otros. El propósito de este estudio fue determinar los efectos del uso de carbón activado granular y en polvo como filtros sobre la calidad del agua en el río Alameda.

Los parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas del Río Alameda en el Departamento de Ayacucho se ven afectados por diversos factores; tales como descarga directa de aguas residuales al cauce del río sin tratamiento alguno, disposición inadecuada de residuos sólidos, descarga de aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá y otras actividades que repercuten en su calidad de la citada microcuenca. Por ello se busca una solución para mejorar la calidad del agua, donde una solución real es el uso de filtros de carbón activado granular y en polvo, los cuales se denominan materiales adsorbentes de diferentes parámetros.

Por lo tanto, este estudio se divide en cinco capítulos; el capítulo I, trata el planteamiento y formulación del problema, objetivos, justificación e importancia, delimitación del proyecto,

hipótesis y variables; el capítulo II, trata sobre marco teórico, antecedentes de la investigación y bases teóricas; capítulo III, metodología, método, tipo o alcance de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, materiales y equipos, y procedimiento; capítulo IV, contempla la presentación de resultados y discusiones; capítulo V, contiene las conclusiones y recomendaciones, enumeradas al final las referencias bibliográficas y anexos.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

El agua es esencial para la vida y el desarrollo de todos los seres vivos de la tierra (1). Pero la escasez y la contaminación traen como consecuencia el desabastecimiento de este bien para toda la población a nivel mundial (2)

La principal fuente de contaminación del agua de mar y del agua dulce (ríos, manantiales, lagos, lagunas, etc.) es el vertido directo de aguas residuales domésticas e industriales. En general, existen muy pocas plantas de tratamiento de aguas residuales, salvo en algunos casos los residuos industriales más tóxicos. Otro factor importante que contribuye a la contaminación del agua es la descarga directa de desechos sólidos en cuerpos de agua cercanos a las poblaciones y el vertimiento incontrolado en vertederos a cielo abierto (3).

Perú es un país muy vulnerable a los efectos del cambio climático, y uno de los principales efectos es la escasez de agua. Esto ha provocado que el estado considere muchas cuestiones además de los problemas de calidad de los recursos hídricos que enfrenta nuestro estado; dado que el agua es un elemento básico e indispensable para todos los seres vivos, desempeña un papel crucial en la formación de los tipos de ecosistemas. Si no se toman medidas, continuarán las amenazas a la salud, la seguridad alimentaria, los daños ambientales y la sostenibilidad económica (4).

En tanto, en el contexto local, la calidad de agua de la microcuenca del río Alameda, viene siendo alterada en sus propiedades físicos, químicos y biológicos, debido a diversos factores; por ejemplo, vertimientos directos de aguas servidas sin tratamiento alguno en el cauce del río, inadecuado manejo de los desechos sólidos, la descarga del efluente de la PTAR Totorá, entre otras acciones que repercuten en su calidad de la citada microcuenca.

Frente a lo presentado de la problemática de la calidad del agua, la sociedad busca soluciones, aplicando ciertas tecnologías, para mejorar la matriz del agua los cuales se mencionan a continuación.

El desarrollo de filtros de arena para elementos hídricos comenzó en Inglaterra a mediados del siglo XIX (5).

El prototipo se compone de cuatro partes, donde se realiza el proceso de tratamiento de agua mediante piedra de alumbre y filtración usando materiales granulares tales como: arena, piedra pómez, carbón activado y grava en diferentes tamaños (6).

Según la investigación realizada en el caserío Maraynillo, El agua que proviene de los manantiales pasó por un proceso mediante filtros con carbón activado granular, el resultado obtenido de la filtración fue calificado para el consumo humano, ya que al aplicar dicha tecnología mejoró sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas manteniéndose dentro de los valores establecidos en el Decreto Supremo N°031-2010-SA MINSA (7).

En este sentido, como se analizó en secciones a, referente a la problemática de la calidad del agua y las posibles soluciones o mejoras de esta.

Según lo analizado en los párrafos anteriores, el propósito de este estudio es mejorar la calidad de agua del río Alameda, haciendo uso de tecnologías; contribuyendo así en el beneficio de los pobladores aledaños al río Alameda, puesto que ellos utilizan dicho recurso, para actividades como el regadío en su mayoría de hortalizas y bebida para animales.

### **1.1.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del río Alameda?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las características del agua del río Alameda antes de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes?
- ¿Cuáles son las características del agua del río Alameda después de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes?
- ¿Cuál es la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda?

## **1.2. Objetivos**

### **1.1.3. Objetivo general**

Determinar el efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad del agua del río Alameda.

#### **1.1.4. Objetivo específico**

- Determinar las características del agua del río Alameda antes de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.
- Determinar las características del agua del río Alameda después de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.
- Determinar la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda.

### **1.3. Justificación e importancia**

#### **1.1.5. Justificación**

El recurso hídrico es uno de los bienes fundamentales, es el máspreciado para el ser humano, por lo que es necesario que el recurso sea limpio y seguro (no tóxico). Sin embargo, la urbanización, industrialización y la comprensión insuficiente de los recursos hídricos como un bien básico, ha llevado a un degradado en sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

La contaminación del agua es uno de los problemas globales más graves, especialmente, la contaminación del agua por compuestos orgánicos.

Debido a la urbanización, la industrialización y la falta de comprensión de los recursos hídricos por parte de las personas a lo largo de las orillas del río, la calidad del agua del río Alameda ha cambiado; según monitoreos realizados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la estación aguas debajo de la PTAR Totorá, determinaron valores por encima de los estándares de calidad ambiental del agua de tercera categoría; para coliformes fecales, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno y pH, poniendo en riesgo la salud humana y la calidad ambiental al utilizarse el recurso para riego de vegetales y bebedero de animales.

La presente investigación denominada “Aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022”, permite aplicar los filtros de carbón activado granular y en polvo en aguas del río Alameda para mejorar la calidad de dicho recurso. De igual manera, los carbones activados granular y en polvo, son considerados materiales



adsorbentes; por lo que permite determinar la eficiencia de remoción de sustancias tóxicas del río Alameda.

#### 1.1.6. **Importancia**

El presente estudio de investigación es importante porque la población aledaña utiliza agua del río Alameda para actividades como riego, principalmente de vegetales, y bebedero de animales, los cuales son trasladados a los principales mercados de la ciudad; Asimismo, los agricultores que están en contacto directo con el agua del río son propensos a enfermedades de la piel y enfermedades gastrointestinales.

Parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales, aceites y grasas, según el monitoreo realizado, exceden los estándares de calidad ambiental, ocasionando un perjuicio en la comunidad acuática y así como de los pobladores que hacen uso de dicho recurso. Estos parámetros son considerados como principales contaminantes de aguas superficiales:

- La DBO, como indicador de presencia de aguas residuales y otros desechos orgánicos; altos niveles de DBO descomponen el oxígeno del agua, y por consiguiente puede tener efectos negativos en el ecosistema acuático, provocando la desaparición de la flora y la fauna acuáticas.
- Los aceites y grasas descargadas directamente en los cuerpos hídricos, producto de actividades industriales como plantas de tratamiento de Aguas Residuales, son difíciles de degradar o metabolizar por los organismos presentes en el río, lo que conlleva a formar una lámina o capa que evita el ingreso de los rayos solares, teniendo efectos negativos en la flora y fauna acuática. Asimismo, el agua contaminada con aceites y grasas, utilizadas en riego de hortalizas, tiene efectos negativos, lo que interfiere en el desarrollo biológico de los vegetales.
- La descarga de aguas residuales de la PTAR Totorá, contiene grandes cantidades de coliformes fecales, siendo esto una problemática ambiental para el agua del río Alameda en cuanto a calidad, produciendo la extinción de flora y fauna acuática. Por otro lado, dicha agua contaminada es utilizada por los pobladores que se encuentran cercanos al punto de descarga de la planta de tratamiento, para el regadío de hortalizas, así como bebedero de animales vacunos; lo que conlleva a contraer enfermedades infecciosas. Los mismos, que son abastecidos en los mercados locales de la ciudad de Ayacucho.

Frente a lo descrito anteriormente, la calidad de agua del río Alameda viene siendo alterada por descarga de los principales contaminantes, lo que conlleva a la pérdida de flora y fauna acuática; además de ocasionar enfermedades infecciosas desde la perspectiva del uso y consumo humano.

En esa misma línea, surge la obligación de salvaguardar la salud poblacional que hacen uso del recurso hídrico, así como de la recuperación y/o mejora de la calidad de agua del río Alameda, aplicando filtros de carbón activado granular y en polvo, debido a que son considerados como materiales adsorbentes, se busca remover los contaminantes hasta los límites considerados por los estándares de calidad ambiental del agua.

Finalmente, servirá como información de línea base para futuras estrategias de prevención; y permitirá la protección el río Alameda ya que se utiliza para irrigar vegetales y bebida de animales.

#### **1.4. Delimitación del proyecto**

##### **1.1.7. Delimitación espacial**

El presente estudio de investigación se realizó en el río Alameda, sector Totorilla, distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga, región Ayacucho.

##### **1.1.8. Delimitación temporal**

El presente estudio de investigación se ejecutó entre los periodos de enero y febrero del año 2023.

#### **1.5. Hipótesis y variables**

##### **1.1.9. Hipótesis general**

La aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes mejorarán la calidad de agua del río Alameda.

##### **1.1.10. Hipótesis específicas**

- Las características del agua del río Alameda se encuentran por encima de los ECAs antes de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.

- Las características del agua del río Alameda se encuentran por debajo de los ECAs después de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.
- La aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes son eficientes en la mejora la calidad del agua del río Alameda.

### 1.1.11. Variables

- Variable independiente
- Filtros del carbón activado granular y carbón activado en polvo
- Variable dependiente
- Calidad del agua del río Alameda.

### 1.1.12. Operacionalización de variables

En la Tabla 1, se presentamos la operacionalización de las variables:

**Tabla 1.-Operacionalización de Variables.**

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICION
Independiente Filtros del carbón activado granular y en polvo.	Eficiencia	pH	Unidades de pH	Escala de razón
		Aceites y grasas	mg/l	
	Cantidad de carbón activado (granular y polvo)	DBO	mg/l	Escala de razón
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	
Dependiente Calidad de agua del río Alameda.	Parámetros físicos, químicos y biológicos.	200	gr	Escala de razón
		500	gr	
		pH	Unidades de pH	Escala de razón
		Aceites y grasas	mg/l	
		DBO	mg/l	Escala de razón
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

La investigación de Caiza (2022) tuvo como objetivo “diseñar un filtro de carbón activado granular mediante el análisis físico, químico y biológico del agua cruda, en la comunidad Esfuerzo 1 de la parroquia 10 de Agosto de la ciudad de Puyo para mejorar la calidad del agua” para lo cual se elaboró el filtro a base de carbón activado granular con materiales que se puede adquirir fácilmente en una determinada localidad (piedra, gravilla, arena gruesa y carbón activado), la medida del espesor de los agregados fue no mayor a 25 cm. filtró muestras de flujo continuo de agua cruda 1 vez por semana durante tres semanas, los resultados que obtuvo de la muestras tratadas fueron: para el color la primera semana obtuvo un 6.67 % Pt-Co, segunda semana 0,00 % Pt-Co y la tercera semana 26.67 % Pt-Co en tanto para el pH en la primera semana obtuvo 93,88% en unidad de medida, en la segunda semana 92.94% en Unidad de medida y 97.29%U en la tercera semana, para la Turbidez obtuvo en la semana 1 una remoción de 18.88% la segunda semana 16.40 % y para la semana 3 una remoción de 72.40% los resultados de remoción para de solidos totales disueltos en la primera semana fue 49.60 %, en la segunda semana 34.10 % y en la última semana 43.70 % y por último los resultados de coliformes fecales en la primera semana obtuvo una remoción de 79.75 % en la segunda semana 43.20 % en la última semana un remoción de 43,70 %, concluyendo que el agua filtrada con carbón activado en el tratamiento del agua, mejora la calidad y es apta para el consumo poblacional (8).

Bravo (2017) plantea como objetivo “evaluar la eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco en remoción de contaminantes en agua” y los parámetros analizados eran cloro libre residual, solidos suspendidos, turbidez, color y pH. Los investigadores procedieron a elaborar su propio carbón activado basado en cascara de coco para la posterior elaboración de 9 filtros con cantidades diferentes de carbón activado granular como 25 g, 50 g y 100 g (cada uno con 3 repeticiones), se les vertió 1 litro de agua contaminada o residual obteniendo el porcentaje de remoción de los tratamiento 1, 2 y 3 para CLR un 55 % de remoción en el filtro de 25 g, 94,75% de remoción en el filtro de 50 g y 100 % de remoción en el filtro de 100 g para SS obtuvieron un 83,37 % de remoción en el filtro de 25 g, un 91.49 % de remoción en el filtro de 50 g y un 97,05% de remoción en el filtro de 100 g, continuando con la turbidez

obtuvieron 39,61 % de remoción con el filtro de 25 g, 43,48% de remoción con el de 50 g y un 52,65 % de remoción en el filtro de 100g, los resultados de color fue 50,32% de remoción en 25g, 54,70 % de remoción con el filtro de 50 g y 59,43% de remoción con el filtro de 100g por último la variación del pH con el filtro de 25 g fue de 7,73 y con el filtro 50 g y 100 g fue 7,83. Asimismo obtuvo como resultado de eficiencia de remoción para tratamiento 1 un 58,73 %, tratamiento 2 un 67,92 % y tratamiento 3 un 75,68%. Concluyendo que todos los tratamientos remueven los contaminantes, pero el que tuvo mayor eficiencia de remoción fue el tratamiento 3, el cual constó de un filtro con mayor cantidad de carbón activado (9).

En su investigación denominada “MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL RÍO SHATT AL-ARAB Y EL NOROESTE DEL GOLFO ARÁBIGO POR CARBÓN ACTIVADO GRANULAR Y ARENA LOCAL”, a fin de disminuir el alto nivel de los parámetros químicos del agua Shatt Al-Arab, utilizaron cuatro sistemas de filtración diferentes, siendo filtro de carbón activado, carbón activado-filtros de arena, arena - filtros de carbón activado y filtro de arena respectivamente para obtener la diferencia de eliminación según el caudal medio de 10 m/seg. Concluyendo, que el carbón granulado activado fue más eficiente que el carbón-arena, arena-carbón y arena respectivamente. La eficiencia de remoción para el contenido principal de iones y trazas de metales se observó en el orden de  $\text{NO}_3^- > \text{Na}^+ > \text{PO}_4^{3-} > \text{SO}_4^{2-} > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{+2}$  y  $\text{Mn} < \text{Fe} < \text{Cu} < \text{Co} < \text{Ni} < \text{pb}$  de manera ascendente (10).

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

El trabajo de Infante (2018) plantea “determinar el efecto del carbón activo granular, en la limpieza del agua potable proveniente de los manantiales del sistema de agua potable ubicados en el caserío Maraynillo” cuyo diseño fue experimental y de tipo aplicada, donde el mecanismo de estudio es la calidad de agua procedente de 3 manantiales situados en el caserío Maraynillo, Fueron tres captaciones por ello elaboró 3 filtros a base de carbón activado granular uno para cada captación, las muestras se tomaron antes y después de la filtración para analizar los parámetros; color, turbidez, pH, coliformes totales y fecales. En conclusión obtuvo los siguientes resultados: la turbidez disminuyó a un 2.54% con respecto a los análisis de la caracterización; color los valores pequeños fueron encontrados dentro de los límites de cuantificación de los métodos de laboratorio determinado; pH a 25° C lo cual incrementó incluso un 159.58% en la primera semana, siendo más básico o alcalino, sin alcanzar un resultado positivo (neutro 7); Coliformes totales el proceso de filtración actuó positivamente descendiendo “el valor de 100% a 29.11 % en la 1ra semana en la captación 1, 30.30%

en la 2da semana en la captación 3 y 0% en la última semana consiguiendo un agua sin Coliformes totales; Coliformes termotolerantes”, fue evidente la disminución del 100% a 0% en todos los ejemplares conseguidas, logrando que el agua esté libre de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes (7).

Según Espinal Heredia (2017), en una investigación con carbón activado a base de cascara de coco, tuvo como objetivo general “evaluar la eficiencia del carbón activado a base de cascara de coco en el tratamiento de aguas residuales domesticas en el AA. HH. 10 de Octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima”, dicho trabajo de investigación fue de diseño experimental explicativo. El investigador elaboró un filtro de carbón activado en granos y otro basado en carbón activado en polvo, para el proceso de filtración tomó muestras de 25 l de agua servida de origen doméstico, fueron 5 parámetros analizados en la caracterización y los resultados que obtuvo fue: para pH 7 en unidades de medida, y la concentración del DBO5 fue 827.33 mg/l, en tanto para el DQO fue 1021.33 mg/l, el valor de concentración de aceites y grasas era 3859.01 mg/l y por ultimo de Coliformes Termotolerantes fue 14000000 mg/l, se puede observar que los resultados superaban valores establecidos en los ECAs para aguas la categoría 3. Asimismo, las muestras que tomó después de haber filtrado con carbón activado elaborado con cáscara de coco con tamaño de partícula en polvo fue enviado a un laboratorio y en los resultados que obtuvo se observó una remoción del “99.96% de Aceites y grasas, 98.48% de Coliformes termotolerantes y 56.20% de DBO5. Por ello el investigador concluyó que la eficiencia en los tratamientos TRAT-P y TRAT-G fue 85.30% y 70.34% respectivamente, siendo el TRAT-P es más eficiente en cuanto a la remoción de los parámetros físico – químicos y microbiológicos” (11)

Para López (2022), el objetivo de su trabajo fue “Determinar la remoción de Demanda Química de Oxígeno de aguas residuales empleando carbón activado en la laguna de oxidación, Nuevo Chimbote-2022” Cuya investigación es aplicada con un diseño experimental. La elaboración del filtro fue de la siguiente manera; primero procedió a tapar la base del recipiente con tela poliseda y posterior a ello como primera capa fue 4 kilo de carbón granular de algarrobo, como segunda capa arena gruesa y por ultimo piedra chancada a este mismo recipiente del filtro se vertió los 60 l de muestras colectadas de la laguna de oxidación la Gaviota de nuevo Chimbote, después de todo el proceso de elaboración del filtro esperó 7 días para extraer el agua tratada para la primera muestra luego envió a un laboratorio para su respectivo análisis de los parámetros DQO, DBO5 Y pH, se realizó el mismo procedimiento en el día 14 y el ultimo en 30 días. El resultado general que obtuvo fue; pH de 7,45 en unidades de medida y una eficiencia de remoción 75.74% DQO y 76.02% DBO5. Concluyendo,

pesar de la remoción los contaminantes valores no llegar a estar dentro de los ECAs para agua de la categoría 3, asimismo indica que el carbón vegetal activado de algarrobo es un material versátil para la remoción de aguas residuales (12).

En su trabajo de investigación denominado DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN FILTRO LENTO DE ARENA CON CARBÓN ACTIVADO EN LA PURIFICACIÓN DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL DISTRITO DE LONGAR” uno de los objetivos específico es “Determinar el porcentaje de remoción alcanzado en los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos y parasitológicos en el agua, mediante la aplicación de los filtros de arena y carbón activado, para el distrito de Longar”. En recipiente de plástico de 18 l preparo sus filtros a base de carbón activado granular, arena fina, gravilla y grava a lo que denominó filtro N°01 y N°02, tomo tres muestras de uno fue agua directo de la cañería y los dos restantes fue el agua tratada con los filtros, los resultados que obtuvo de mayor importancia fue la remoción de la turbidez en un 56 % F1 y 61 % F2y la remoción de coliformes termotolerantes en un 87 % F1y 80 % F2. Concluyendo, que el diseño de los filtros lentos de arena y carbón activado, mejoran la calidad del agua con fines de consumo humano (13).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Carbón activado**

El carbón activado es carbón que ha sido tratado para crear una gran cantidad de pequeños poros y grietas en las partículas, lo que da como resultado una superficie muy alta por unidad de volumen. Esto permite que el material proporcione una capacidad de adsorción significativamente mayor que la misma cantidad de carbón vegetal (carbón activado); el cual está disponible en forma granular y en polvo.

Los formularios granulares son generalmente más fáciles de manejar y las formas en polvo tienden a ser difíciles de eliminar de las aguas servidas tratadas una vez que se gastan. Además, las formas granulares suelen ser renovables, pero esto depende del tipo de los contaminantes que se utilizan para eliminar.

Los carbones activados, son materiales carbonosos con una mayoría de carbono amorfo, caracterizados por su alta área superficial específica (SSA), porosidad e inercia química, entre otros. Esas propiedades hacen que los carbones activados sean materiales adecuados como absorbentes de contaminantes (de la fase gaseosa o líquida) (14)

Están elaborados a partir de una amplia gama de materiales carbonosos. Los materiales precursores más comunes empleados en tratamientos de agua potable son: carbón bituminoso, carbón de lignito, cáscaras de coco y madera (15)

#### **A. Clasificación del carbón activado**

Teniendo en consideración la complejidad de los carbones activados, es difícil su clasificación. Sin embargo, según sus características físicas, químicas, entre otros, pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- Carbón Activado en Polvo (CAP)

Convencionalmente, los carbones activados se fabrican en forma particular como polvos o gránulos finos con un tamaño inferior a 1,0 mm y un diámetro medio entre 0,15 y 0,25 mm. Por lo tanto, tienen relaciones de superficie - volumen más altas y distancias de difusión más corta.

Debido a sus pequeñas partículas, la adsorción en CAP es normalmente muy efectiva, sin embargo, y por el mismo razones, la sedimentación y la remoción tienden a ser más lentas que cuando se usa CAG (16)

- Carbón Activado Granular (CAG)

En comparación con el carbón en polvo, el tamaño de las partículas del carbón granulado es relativamente grande, por ende, la superficie externa es más pequeña. La difusión del adsorbato es, un factor importante. Por tanto, estos CAG son la primera opción para toda adsorción de gases y vapores debido a su rápida difusión. El carbón granular se utiliza para tratamientos de aguas servidas, la separación y desodorización de los componentes del sistema de flujo (16).

- Carbón activado extruido (CAE)

La combinación del carbón en polvo y un aglutinante da como resultado al carbón activado extruido estos, se fusionan y se extruyen en bloques cilíndricos de carbón activado con un diámetro de 0,8 a 130 mm. Este tipo de carbón es más aplicado en fase gas debido a su baja presión, su resistencia mecánica es alta y contiene un mínimo de polvo (16)

#### **B. Características físico - químicas**

- Composición química



La expresión carbón activo se refiere a una extensa variedad de componentes que se distinguen principalmente por su interior (diferencia entre poros y superficie específica) y tamaño de partícula. Desde el punto de vista de la composición química, los carbones activados son prácticamente puros, como el mineral más duro (diamante), negro de carbón, grafito y los diversos carbones minerales o vegetales. Los carbones antes mencionados poseen propiedades adsorbentes, radica en un proceso fisicoquímico donde el adsorbente que es un sólido atrapa en sus paredes a los adsorbatos que vendrían a ser cierto tipo de moléculas que se encuentran en líquidos o gases. “La composición química del carbón activo es aproximadamente un 75-80% en carbono, 5–10% en ceniza, 60% en oxígeno y 0,5% en hidrógeno” (17)

- Estructura física

El carbón activado tiene una estructura microcristalina similar al grafito. La estructura que muestra el carbón activado proporciona una distribución de tamaño de poro bien definida. De esta manera se reconoce los prototipos de poros según el radio; microporos ( $r < 1$  nm), mesoporos ( $2 < r < 10$  nm) finalmente los macroporos ( $r > 25$  nm) (17).

### **C. Adsorción**

Se dice adsorción cuando una sustancia se aglutina a la zona interna de un material, de este modo las sustancias se incorporan al interior del carbón activado (17)

- Tipos de adsorbentes

El adsorbente que más se utiliza es el carbón activado. El carbón activado tiene presentación granular (CAG) y en polvo (CAP) (18)

Seguidamente, se aprecia la siguiente tabla:

**Tabla 2.- Comparación de los tipos de carbón activado en (polvo y granular).**

Tipos de carbón	Uso principal	Área de superficie específica total (m <sup>2</sup> /g)	Tamaño de las partículas (mm)	Consideraciones de diseño
Carbón Activado Granular (CAG)	Capaz de eliminar componentes orgánicos e inorgánicos como el mercurio, el fluoruro, el arsénico y perclorato.	500-2500	0.3-2.4	<p>Desarrollado mediante la acción “cama arreglada” y fuera alimentación para la gravedad o bajo presión. Las 3 formas de desarrollo más usuales de operación de cama arreglada son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) operación de adsorbentes sencilla.</li> <li>2) adsorbentes operados en paralelo.</li> <li>3) adsorbentes operados en series.</li> </ol>
Carbón Activado Polvo (CAP)	Especialmente para eliminar sabores y olores estacionales; empleado además para problemáticas periódicas con agentes contaminantes como agroquímicos (por ejemplo, durante el cambio de primavera)	800-2000	0.044-0.074	<p>Es directamente introducido al motor PTAC y removido durante los procesos de filtración y sedimentación. La dosis para necesitarse es adquirido a través del uso de ensayos de jarras.</p>

Fuente: (18)

#### D. Aplicaciones

Los carbones activados pueden ser utilizados en diversos campos, dicho insumo es utilizado, la agricultura, en la purificación de aguas residuales, purificación de aguas, entre otras aplicaciones, la cual se detallan a continuación:

- Aplicación de adsorción en fase gaseosa

Los carbones activados se pueden usar como adsorbentes para controlar la polución del aire, ya que pueden tratar eficazmente los gases industriales y los ambientes de aire interior (19)

Debido a su gran número de microporos y la gran área superficial (altas capacidades de adsorción) se pueden utilizar como catalizadores para la purificación, separación y desodorización de gases. La adsorción por carbones activados comerciales ofrece una tecnología eficiente para eliminar compuestos orgánicos volátiles (COV) de las fuentes de contaminación del aire, debido a sus grandes áreas de superficie específica, altos volúmenes de microporos y capacidades de adsorción rápida (20)

- Aplicación de adsorción en fase líquida

La adsorción en estado líquido se aplica a muchos procesos de purificación, uno de los más relevantes ha sido el tratamiento de aguas residuales, por ejemplo, el carbón de cáscara de arroz (21)

### 2.2.2. **Recurso hídrico**

El agua es un elemento compuesto por 2 átomos hidrógeno y 1 de oxígeno ( $H_2O$ ), encontrada en estado sólido (hielo), líquido (agua) y gaseoso (vapor). Sus propiedades físicas y químicas de dicho elemento líquido son primordiales para la conservación de los ecosistemas (22)

El agua es un bien público natural necesario para la supervivencia de la vida, pero hoy es vulnerado por el mal uso humano, alterando su calidad física, química y microbiana, resultando en una insuficiente disponibilidad de agua en el campo.

#### **A. El agua como recurso hídrico**

Uno de los servicios más importantes que nos proporciona la biosfera es el agua. Como recurso, es esencial para la supervivencia de la vida. El crecimiento demográfico, la migración urbana y la agricultura están acelerando el agotamiento del agua dulce en todo el mundo. Entonces debemos tomar conciencia (23)

Para poder entender la problemática del agua debemos saber sus funciones, composición y su ciclo, por ello primero debemos definirlo: el agua es una sustancia formada por 1 átomo de oxígeno y 2 átomos de hidrógeno. Es un líquido inodoro, insípido e incoloro, tiene tres estados; sólido, líquido y gaseoso distribuidos en todo el mundo. En su estado líquido fluye por ríos, lagos y océanos, etc. En su forma sólida se encuentra en los polos, nevados y glaciares. Y finalmente, el agua en forma gaseosa es el vapor y lo encontramos en la atmósfera. El 70% de la tierra está cubierta de agua de ella, un aproximado del 96% es agua salada. Alrededor del 69% del restante 30% es el agua congelada de los polos. Solo entre un 1% y un 4% corresponde al vapor de agua presente en la atmósfera (24)

## **B. Uso del agua**

Desde antaño, el hombre en su afán de sobrevivencia, ha hecho uso del recurso hídrico para diversas actividades, tales como:

- Uso doméstico: se utiliza en actividades cotidianas tales como: alimentación, limpieza, aseos personales, etc.
- Uso agropecuario: bebedero de animales y regadío de vegetales.
- Uso Industria: para diversos procesos manufactureros.
- Uso Energético: generación de energía eléctrica mediante centrales hidroeléctricas.
- Uso Navegación: como medio de transporte de mercancías, alimentos, entre otros.
- Uso Acuicultura: para crianza de peces, entre otras especies acuáticas.
- Uso Recreativo: para práctica de deportes, actividades de ocio, entre otros.

## **C. Fuentes de agua**

Las aguas según su fuente pueden clasificarse en:

- Agua Subterránea: acuíferos, etc.
- Agua superficial: lagos, ríos, quebradas, lagunas, etc.
- Agua de mar.

La calidad y cantidad de agua disponible de cada fuente es diferente.

## **D. Recurso hídrico del área del estudio**

El alcance de la investigación comprende la microcuenca del río Alameda, la cual está conformada por las quebradas Yanaccacca y Yaccopampa también recibe el aporte de la quebrada Wichccana, este es el único río que pasa por la ciudad casi en su totalidad,

su longitud aproximada es de 21.5 km. Por otro lado, en la microcuenca del río Alameda existen muchos vertimientos de aguas servidas de origen doméstico, así mismo la descarga del efluente del PTAR, los cuales vulneran la dinámica fluvial del río en mención, alterando su cauce, ecosistemas acuáticos, fajas marginales, parámetros físicos, químicos, biológicos, entre otros.

### **2.2.3. Calidad del agua**

Históricamente la calidad del agua ha sido un factor muy importante, para la sobrevivencia humana. Por lo tanto, el hombre tiene derecho al acceso universal al recurso hídrico y a su vez el deber de cuidar y valorar como un bien directo.

En la actualidad se ha reconocido la importancia de la calidad del agua, para el desarrollo cotidiano en las ciencias médicas, químicas y biológicas. Estos anticipos han sido vinculados en la calidad del agua y sus consecuencias en el bienestar del ser humano.

De este modo, se quiere dar a conocer las diferentes características de la calidad del agua, en cuanto al olor, turbidez, color, sabor, etc. Empleando metodologías accesibles, para mejorar la calidad del agua, los cuales servirán, para la satisfacción de la población.

Es el estado en el que se encuentra el agua, teniendo en cuenta sus características físicas, químicos y biológicos, que al ser consumido por los seres vivos no cause ningún tipo de daño así mismo al ser usado como habitat de especies acuáticas.

#### **A. Parámetros de la calidad del agua**

Para determinar la calidad del agua se tiene que realizar análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos haciendo uso de diferentes técnicas de medición.

La definición de la calidad del agua depende de su uso previsto. De hecho, la calidad del agua determina el uso del agua. Han evolucionado muchos parámetros que reflejan cuantitativamente el impacto que diversas impurezas tienen en usos seleccionados del agua (25)

Los parámetros de la calidad del agua pueden ser los que se presentan a continuación:

**Tabla 3.- Parámetro de calidad del agua.**

<b>FÍSICO</b>	<b>QUÍMICO</b>	<b>MICROBIOLÓGICO</b>	<b>RADIOLÓGICO</b>
Sólidos suspendidos	pH	Indicadores de patógenos	Alfa partículas
Turbidez	Sólidos disueltos totales		Beta partículas
Color	Alcalinidad		Fotón emisores
Sabor y olor	Dureza		Radio-226 y 228
Temperatura	Fluoruro		Uranio
	Cloruros		
	Sulfatos		
	Metales	Tóxicos	
		No tóxicos	
		Biodegradables	
	Orgánico	No biodegradables	
	Nutrientes	Nitrógeno	
		Fosforo	

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.4. Contaminación del agua

La contaminación del agua puede significar cambios en la calidad de los líquidos, gases y sólidos causados por malas acciones humanas, haciéndolos no aptos para beber. También afecta la salud y las propiedades de los recursos hídricos.

Se entiende por contaminación la introducción de agentes extraños al cuerpo del agua, alterando su composición y su calidad, estos pueden ser de manera antrópica o natural.

Al contaminar el agua ponemos en peligro la salud de los seres vivos, por lo que es nuestro deber nutrir y proteger responsablemente el recurso para que las generaciones futuras puedan disfrutar de una buena calidad de vida.

##### **A. Contaminantes del agua**

Los contaminantes del agua tienen características físicas, químicas y biológicas. A continuación, se nombran:

- Contaminantes de naturaleza física: calor
- Contaminantes de naturaleza química: sales (aniones y cationes), ácidos y bases (HCl, H<sub>2</sub>S, KOH, otros), elementos tóxicos (metales y no metales), entre otros.

- Contaminantes de naturaleza químicos orgánicos: aceites, grasas, detergentes, jabones, hidrocarburos, pesticidas, entre otros
- Contaminantes de naturaleza bionutrientes: fosforados, nitrogenados, entre otros.
- Contaminantes de naturaleza microorgánica: bacterias, virus, hongos, algas, otros.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Método, tipo o alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Método de investigación**

La finalidad del presente trabajo de investigación es determinar el efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del Río Alameda, para lo cual será el uso de materiales, procedimientos, técnicas de muestreo, instrumentos, entre otros, los cuales permitirán ejecutar los objetivos y demostrar la validez de la hipótesis.

##### **A. Método general de la investigación**

Considerando que la investigación está enfocada en la búsqueda de solución a la problemática planteada, mediante la aplicación de filtros de carbón activado granular y en polvo para la calidad del agua del río Alameda, se considera método general de investigación de tipo hipotético – deductivo; resaltando que, dicho método emite hipótesis acerca de las soluciones a una problemática.

Lo denominado, método hipotético-deductivo, se emplea en la investigación científica; así como en la vida cotidiana; debido a que es la forma de buscar soluciones a problemas planteados. Es decir, se generan hipótesis a problemas planteados en forma de soluciones (26).

#### **3.1.2. Alcances de investigación**

##### **A. Tipo de investigación**

La tesis es de tipo Aplicada, debido a que según el autor (27) “es aplicada, ya que, el objetivo primordial es la búsqueda y fortalecimiento del saber; similarmente de la aplicación de conocimientos culturales y científicos, como de la producción de tecnología al servicio de la sociedad”.

Según lo descrito, la tesis viene a ser aplicada, puesto que se va a aplicar una tecnología de carbón activado granular y en polvo como filtrantes para mejorar la calidad de las propiedades físico, químicos y microbiológicos del agua, buscando la solución a la problemática de la contaminación del agua en la microcuenca del río Alameda.



## **B. Nivel de investigación**

El nivel de investigación de la presente tesis es explicativo, porque busca determinar el efecto de la aplicación del carbón activado granular y en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad del agua del río Alameda; quiere decir, de qué manera va influir los filtros del carbón activado granular y carbón activado en polvo en la calidad del agua.

Se considera explicativo, acorde lo siguiente: los estudios explicativos son más estructuradas, debido a que están direccionados a responder las diversas causas de eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales (28).

### **3.1.3. Diseño de investigación**

El presente estudio de investigación tiene un diseño experimental cuantitativo y clasificación preexperimental, conforme a que la calidad del agua del río Alameda (variable dependiente) será manipulada; es decir, será filtrado con carbón activado granular y en polvo (variable independiente), a fin de determinar los efectos una vez aplicado los filtros.

Se considera experimental según lo indicado: los experimentos inducen a cambios, es decir, se manipulan las variables que intervienen en los procesos, lo cual permite observar, identificar y analizar sus causas (28)

En ese sentido, se adoptará el diseño experimental factorial  $2^2$ , debido a que se buscará el efecto de los factores en los niveles. Para estimar el número de experimentos, se utilizará la siguiente fórmula:

$$N = 2^K$$

Donde:

*N*: Número de experimento.

*K*: Número de parámetros.

Se contará con dos factores: tipos de filtro (filtros de carbón activado granular y en polvo) en cantidades de 200 g y 500 g

Por lo que el número de experimentos es:  $N = 2^K = 2^2 = 4$  experimentos, cómo podemos apreciar en la tabla 4:

**Tabla 4.- Diseño factorial  $2^2$**

N.º	Tipos de filtro		Variable respuesta (%)
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y
1	-	-	
2	+	-	
3	-	+	
4	+	+	

Fuente: (29)

### 3.2. Población y muestra

#### 3.2.1. Población

Se determina como población al río Alameda, específicamente desde la naciente, zona alta de la microcuenca Alameda, sector Socos, hasta el punto de muestreo, zona denominada Totorilla.

#### 3.2.2. Muestra

La muestra es no probabilística por conveniencia.

El punto de muestreo es la zona denominada Totorilla, distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga, región de Ayacucho; específicamente en UTM WGS 84, Zona 18 S; Este: 586016 m, Norte: 8547199 m. Se determinó dicho lugar, debido a que se evidencia mayor concentración poblacional, los cuales descargan aguas servidas directamente a los cauces del río; asimismo, el PTAR Totorilla.

Por otro lado, el muestreo del agua superficial se realizó basándose en el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, el cual está aprobado mediante la R.J N°010-2016-ANA.

En esa línea, se considera la muestra de tipo compuesta, es decir, se colectaron varias muestras simples en un periodo, a fin de obtener una mezcla homogenizada, la cual se detallan a continuación:

- La colecta del agua del río Alameda se efectuaron en horarios de 8:00, 10:00, 12:00 14:00 y 16:00 horas, que fueron dispuestos en un recipiente de 30 l; luego de la homogenización de la colecta de agua se tomó una muestra para determinar la caracterización del estado inicial de la calidad.
- El agua homogenizada se distribuyó en 4 recipientes de 3 l, de la misma manera se realizó para su respectiva repetición (se considera 1 repetición); obteniendo así 8 muestras.

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

#### **3.3.1. Técnicas**

Al ser una muestra no probabilística, la técnica para recoger datos fue la ubicación del punto de muestreo para la caracterización del agua superficial, ubicación del área donde se ubicaron los filtros de carbón activado granular y en polvo; asimismo, la ubicación de los puntos para el muestreo posterior a los filtros.

Previo a la ubicación, se hizo un análisis mediante el Sistema de Información Geográfica, a fin de verificar el lugar idóneo para establecer los puntos.

Según lo desarrollado, se establecieron las ubicaciones siguientes en las coordenadas UTM WGS 84 – ZONA 18S:

#### **A. Ubicación de área de estudio**

Este: 586016 m

Norte: 8547199 m

Altura: 2620 m.s.n.m.



**Figura 1.- Mapa de ubicación de área de estudio.**

Fuente: Elaboración propia

**B. Descripción**

El área seleccionada para el estudio, está ubicada en el departamento de Ayacucho provincia Huamanga, distrito Jesús Nazareno exactamente en el sector Totorilla

**3.3.2. Instrumentos para la recolección de datos**

El instrumento “cadena de custodia” fue la seleccionada para la recolección de datos, en ella se incorporarán datos de cada muestra, tales como: código, coordenadas, altura, parámetros, otros.

La cadena de custodia será proporcionada por la empresa registrada ante el INACAL.

**3.4. Materiales y Equipos**

Se muestra la tabla de los materiales y herramientas empleados en la ejecución del trabajo de campo.

**Tabla 5.- Materiales y equipos**

<b>MATERIALES</b>			
Nº	Descripción	Cantidad	Unidad

1	Carbón activado - granular	2	Kg
2	Carbón activado - polvo	2	Kg
3	Recipiente de 50 l	1	Und.
4	Recipiente de 12 l	8	Und.
5	Recipiente de 6 l	8	Und.
6	Recipiente de 4 l	8	Und.
7	Jarra de plástico con asa de 4000 ml	2	Und.
8	Piedra chancada	10	Kg
9	Grava de 8 a 16 mm	10	Kg
10	Gravilla de 4 a 8 mm	10	Kg
11	Arena gruesa	10	Kg
12	Guantes	50	Und.
13	Mascarilla	50	Und.
14	Cuchara de pasaje multifuncional	3	Und.
15	Goteros regulables	50	Und.
<b>EQUIPOS</b>			
1	GPS	1	Und.
2	Wincha	1	Und.
3	Balanza colgante	1	Und.

Fuente: Elaboración propia

### **3.5. Procedimiento**

#### **3.5.1. Determinación de las características del agua del río Alameda antes de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.**

##### **A. Trabajos preliminares en gabinete**

- Determinación del área de estudio

Se ubicó el área para estudio, considerando aspectos como la accesibilidad, topografía del terreno, ubicación de la PTAR Totorá, entre otros; a fin de determinar las características del agua del río Alameda antes de aplicar filtros de carbón activado granular y en polvo.

Para lo cual, se utilizó el ArcGIS 10.8, Google Earth, Otros, softwares que aportaron en la caracterización del lugar; y de esa manera se seleccionó un terreno idóneo.

- Cotización de análisis de laboratorio

Para analizar los parámetros, a fin de determinar características del agua del río Alameda antes de aplicar filtros del carbón activado granular y en polvo, se cotizó los servicios de la empresa QUIMPETROL PERÚ S.A.C. lo cual envió los materiales solicitados desde la ciudad de Lima.

- Compra de materiales

Para cumplir con este objetivo, se hizo compra de materiales, tales como: recipiente principal de 30 l, recipiente para recojo de agua, e implementos de seguridad personal. Asimismo, algunos equipos como: wincha, GPS, etc.

### **B. Trabajos en campo**

- Recojo y traslado de agua colectada del río Alameda

Se recolectó el agua del río Alameda del (sector Totorilla) a un recipiente principal de 30 l, haciendo uso de un muestreador casero, se inició la primera recolecta del agua a las 8 am, seguido a las 10 a.m., 12 p.m., 2 p.m. y 4 p.m., en total se recogió 5 veces para ser homogenizadas.



**Figura 2.- Recojo y traslado de agua – río Alameda – sector Totorilla.**

Fuente: Elaboración propia

- Envasado y rotulado de la muestra para su análisis en el laboratorio

Después de la homogenización de agua del río Alameda, se procedió a envasar en los frascos respectivos, los mismos que fueron rotulados y almacenados en el cooler. Finalmente fueron enviados al laboratorio QUIMPETROL PERÚ SAC, para su análisis respectivo.

### **C. Trabajo final en gabinete**

- Procesamiento de datos

Una vez obtenida los resultados de las muestras de cada parámetro, estos fueron organizados en tablas de Excel, para ser representado en figuras comparados con los valores de los ECA para aguas de categoría 3.

## **3.5.2. Determinación de las características de agua del río Alameda después de la aplicación carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes**

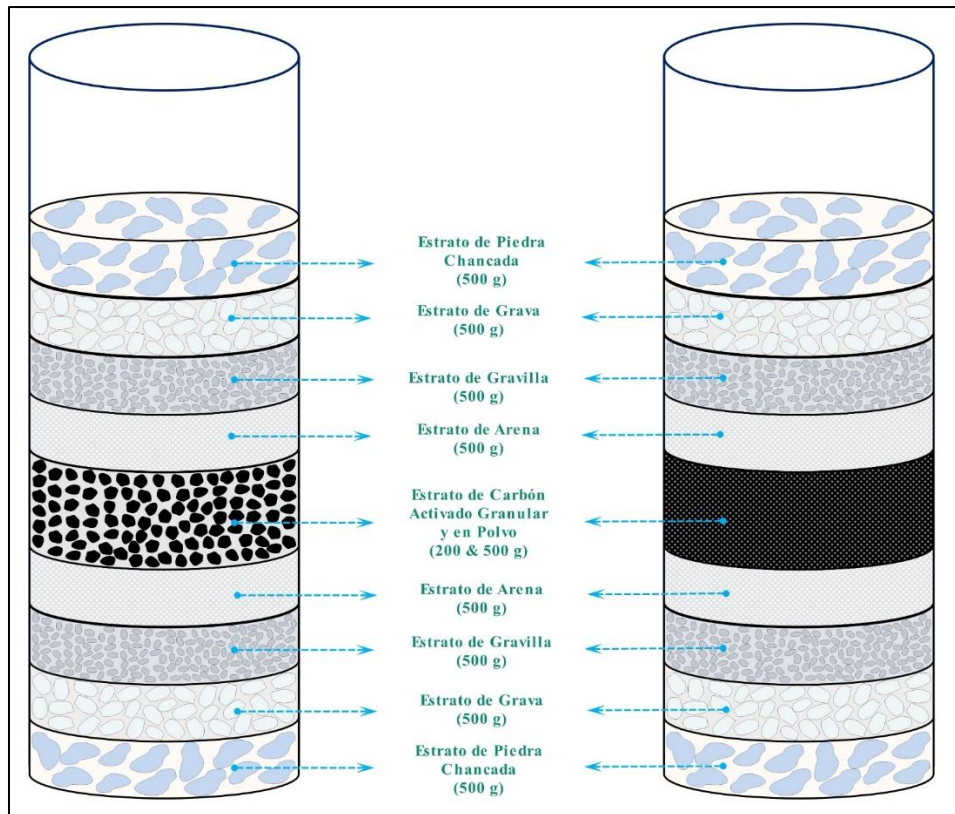
### **A. Trabajos preliminares en gabinete**

- Diseño del prototipo de filtración

Haciendo uso de Software AutoCAD y Civil 3D, se diseñó el prototipo de filtración el cual contempla:

- La parte superior del prototipo está compuesto por recipientes de 3 l, en donde se dispondrán el agua homogenizada del recipiente principal colectada del río Alameda; asimismo, los recipientes cuentan con sus respectivos goteros en la parte inferior, esto permite descargar el agua hacia los filtros.
- La parte central está conformada por los filtros que están compuestas a base de estratos de piedra chancada, grava, gravilla, arena y carbones activados granular y en polvo. Este componente recibe el agua goteada de los recipientes de la parte superior; asimismo, la base del filtro cuenta con un agujero, que permite descargar el agua filtrada.
- Finalmente, la parte inferior del prototipo, conformada por recipientes de 3 l, recibe el agua filtrada, de los cuales se tomarán las muestras para su análisis.

En la siguiente figura apreciamos la parte central del prototipo de la filtración.



**Figura 3.- Diseño de la parte central del prototipo de filtración**

Fuente: Elaboración propia.

## B. Trabajos en campo

- Recajo y traslado de agua colectada del río Alameda

Este procedimiento se describió en el ítem 3.5.1, literal B.

- Armado del filtro

Para nuestro filtro se consideró recipientes de forma cilíndrica con las siguientes dimensiones: altura. 21.5 cm y diámetro de 19 cm.

En dichos filtros (carbón activado granular y en polvo) se colocaron los siguientes estratos o capas:

- En la base del recipiente se colocó piedra chancada de 500 g, seguido de grava de 500 g, gravilla de 500 g, arena gruesa de 500 g, en el intermedio se dispuso el componente principal al carbón activado granular de 200 g, para cubrir el componente principal se puso como primera capa arena gruesa de 500 g, seguida de gravilla de 500 g, grava de 500 g y finalmente piedra chancada de 500 g.



- De igual manera se realizó el mismo procedimiento para los filtros restantes, diferenciando las cantidades (200 g y 500 g) de los carbones en polvo y granular.
- Proceso de filtración

Para la experimentación hemos considerado el diseño factorial 2<sup>2</sup> el cual se indica en el acápite 3.1.3.

Este proceso se inicia con el llenado del agua del tanque principal de 30 l, hacia los recipientes de 3 l, ubicados en la parte superior del prototipo de filtración, de esta se descarga el agua a través de los goteros hacia los filtros de carbón activado granular y la presentación en polvo, donde ocurre el proceso de filtración y adsorción de los contaminantes; finalmente son almacenados en los recipientes de 3 l, ubicados en la parte inferior del prototipo. De esta manera, se realizó el mismo proceso para la repetición 2 (R2).



**Figura 4.- Proceso de filtración de agua, colectadas del río Alameda.**

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, durante filtración se pudo registrar los tiempos de duración, los cuales se indican a continuación:

- Tiempo de filtración de los prototipos (R1)

**Tabla 6.- Tiempo de retención de las muestras de agua (R1)**

Tipo de filtro	Cantidad	Tiempo (h: min)
Carbón activado en polvo	200 g	02:30

Carbón activado granular	200 g	02:08
Carbón activado en polvo	500 g	02:50
Carbón activado granular	500 g	02:28

Fuente: Elaboración propia

- Tiempo de filtración de los prototipos (R2)

**Tabla 7.- Tiempo de retención de las muestras de agua (R2)**

<b>Tipo de filtro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo (h: min)</b>
Carbón activado en polvo	200 g	02:30
Carbón activado granular	200 g	02:08
Carbón activado en polvo	500 g	02:50
Carbón activado granular	500 g	02:28

Fuente: Elaboración propia

- Envasado y rotulado de muestras para el análisis en el laboratorio

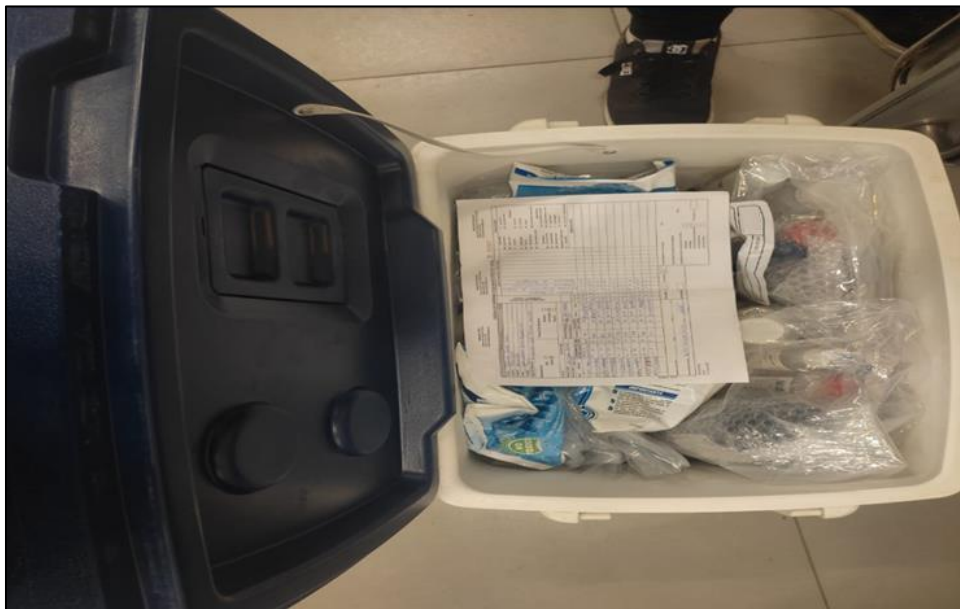
Culminada el tiempo de filtración, se procedió con el envasado de las muestras en los frascos respectivos para cada parámetro cumpliendo con los protocolos de bioseguridad.



**Figura 5.- Rotulado y envasado de muestras, después de su filtrado.**

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se envió muestras al laboratorio; en un tiempo no mayor a 24 horas se enviaron al laboratorio QUIMPETROL PERÚ S.A.C. Se enviaron 8 muestras filtradas y 1 muestra de caracterización, para su respectivo análisis.



**Figura 6.- Envío de las muestras al laboratorio.**

Fuente: Elaboración propia.

### **C. Trabajo final en gabinete**

- Procesamiento de datos

Una vez obtenida los resultados de las muestras de cada parámetro, estos fueron organizados en tablas de Excel, para ser representado en figuras comparado con valores de los ECA para aguas de categoría 3.

### **3.5.3. Determinación de la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda**

#### **A. Trabajo final en gabinete**

- Procesamiento de datos

Una vez obtenida los resultados de las muestras de cada parámetro, estos fueron organizados en tablas de Excel, para ser representado en figuras comparado a valores de los ECA en aguas de categoría 3.

- Cálculo de la eficiencia de remoción

Para determinar la eficiencia de remoción al aplicar los filtros de los carbones activados; se consideró la fórmula adaptada del ensayo “EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace of Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma – Mass Apectrometry”

$$\%R = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100$$

Donde:

%R: Porcentaje de remoción

C<sub>i</sub>: Concentración inicial (mg/l)

C<sub>f</sub>: Concentración final (mg/l).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Presentación de resultados

##### 4.1.1. Determinación de las características del agua del río Alameda antes de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.

La tabla N° 8, que se presenta a continuación, corresponde a una integración entre los resultados obtenidos por el laboratorio acreditado y los valores ECA en agua de categoría 3. Las características del agua del río Alameda, antes de aplicar filtros de carbón activado granular y polvo, corresponde a 7.32 para unidades de pH, 40.50 mg/L para la DBO, 16.50 mg/L para aceites y grasas y 240,000 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes; estos resultados, en comparación con los valores ECA para aguas categoría 3, establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM, se encuentran por encima; a excepción del pH, que se encuentra dentro del intervalo.

**Tabla 8.- Resultados de la caracterización del río Alameda**

Caracterización		ECA en agua - categoría 3			
		Resultados obtenidos por el laboratorio	Unidad	Riego de vegetales	
Parámetros				Agua de riego	Agua de riego restringido
Potencial de Hidrogeno (pH)	7.32	Unidad pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	40.50	mg/L	15		15
Aceites y Grasas	16.50	mg/L	5		10
Coliformes Fecales o Termotolerantes	240000	NMP/100 mL	1000	2000	1000

Fuente: Adaptado del D.S.004-2017-MINAM & Informe del Ensayo MA2300139 e Informe de Ensayo N°:IE-MA-23-0097-A.

A continuación, se hace la descripción por parámetros:

### A. Potencial de hidrogeno

El resultado obtenido para el pH es de 7.32, valor que se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales), tal como muestra en la siguiente figura.

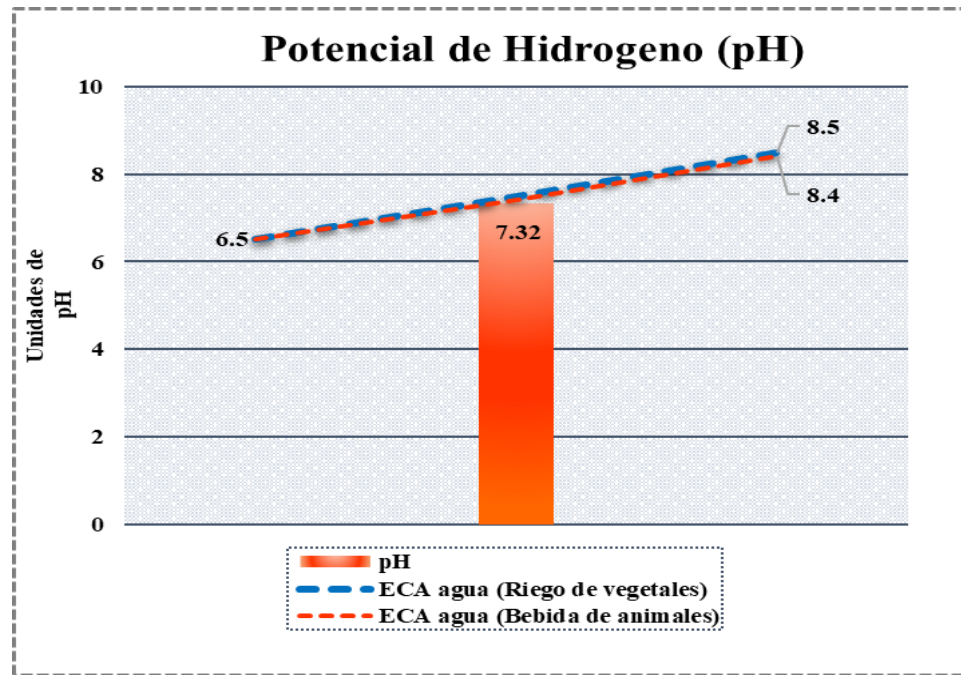


Figura 7.- Valor de pH antes del proceso de los filtros

Fuente: Elaboración propia.

La figura N° 7, interpretamos:

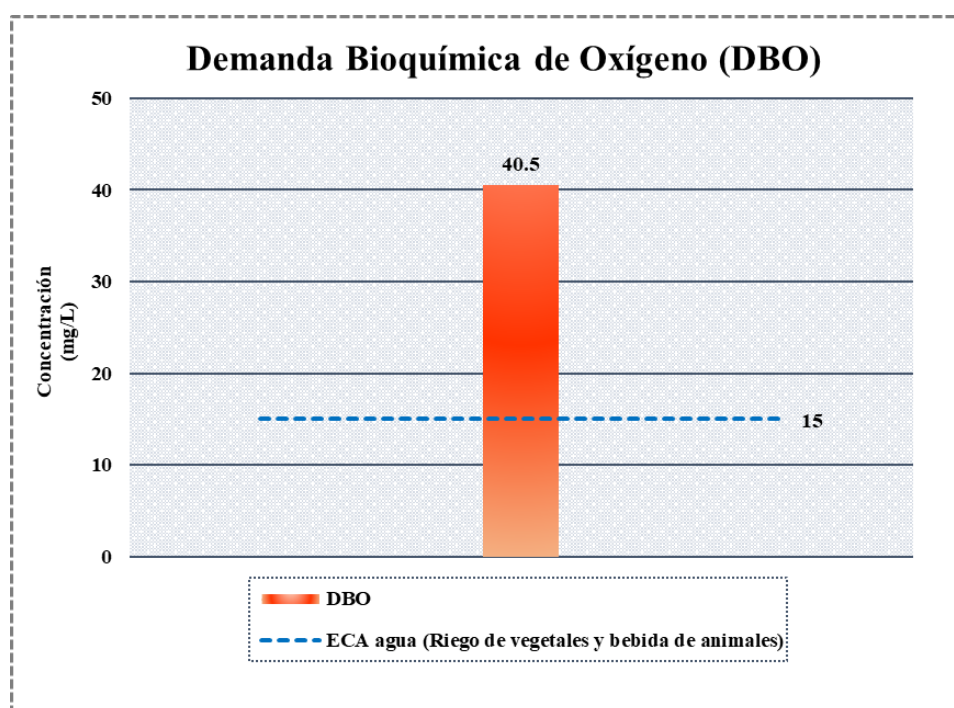
- Las líneas entrecortadas representan a valores de pH de los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA Agua) de categoría 3, puesto que dichos valores son expresados en intervalos. La línea entrecortada de color naranja, es del ECA Agua de categoría 3, específicamente para bebida de animales, cuyo valor de intervalo es de 6.5 – 8.4; en tanto, la línea entrecortada de color azul, corresponde a ECA Agua de categoría 3, riego de vegetales, cuyo valor en intervalo es de 6.5 – 8.5; ambas, en unidades de pH.
- La columna de color naranja, refiere al resultado obtenido por el laboratorio, antes filtrar con carbón activado granular y en polvo, cuyo valor es 7.32 unidades de pH;

lo que constituye que se encuentra dentro de los valores de intervalos de pH del ECA Agua de categoría 3.

## B. Demanda Bioquímica de Oxígeno

La figura N° 8, se interpreta de la siguiente manera:

- La línea entrecortada de color azul, es del ECA Agua de categoría 3, tanto para el riego de vegetales y bebida para los animales, cuyo valor es de 15 mg/L.
- La columna de color naranja, refiere al resultado obtenido por el laboratorio para el parámetro de DBO, antes de la aplicación de filtros de carbón activado granular y en polvo, cuyo valor es 40.50 mg/L; en comparación con los ECA Agua de categoría 3, se encuentra por encima.



**Figura 8.- Valor de DBO antes del proceso de los filtros**

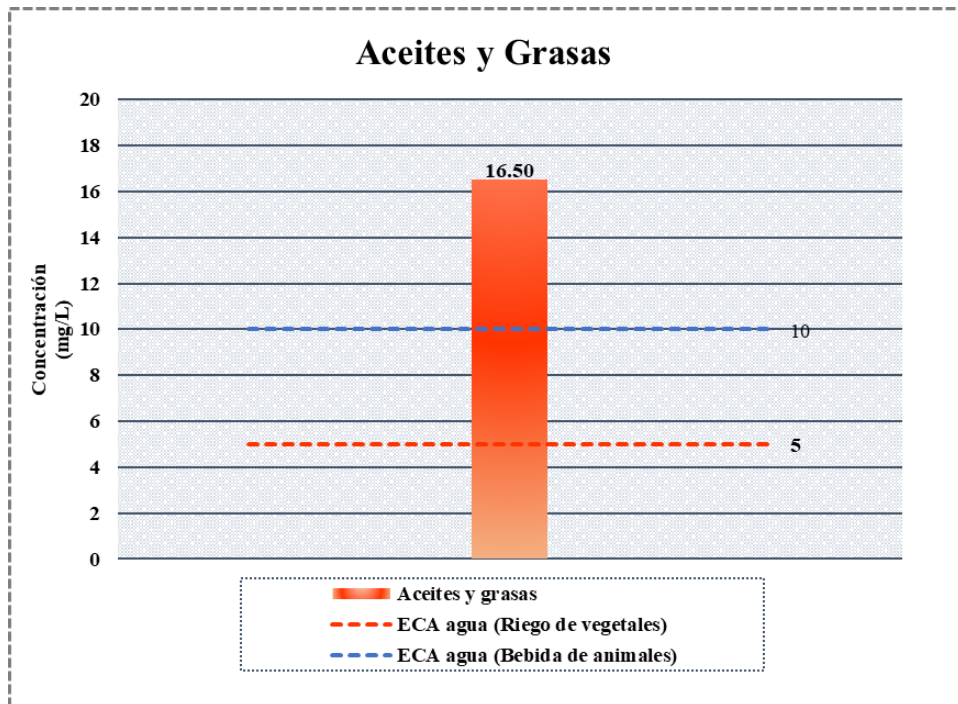
Fuente: Elaboración propia

## C. Aceites y grasas

La figura N° 9, se interpreta de la siguiente manera:

- La línea entrecortada de color azul, es del ECA Agua de categoría 3, para bebida de los animales, cuyo valor es de 10 mg/L; por otro lado, la línea entrecortada de color naranja, corresponde para regadío de vegetales, cuyo valor es de 5 mg/L

- La columna de color naranja, refiere al resultado obtenido por el laboratorio para aceites y grasas, antes de la aplicar filtros de carbón activado granular y en polvo, cuyo valor es 16.50 mg/L; en comparación con los estándares ECA Agua de categoría 3, se encuentra por encima.



**Figura 9.- Valor de aceites y grasas antes del proceso de los filtros**

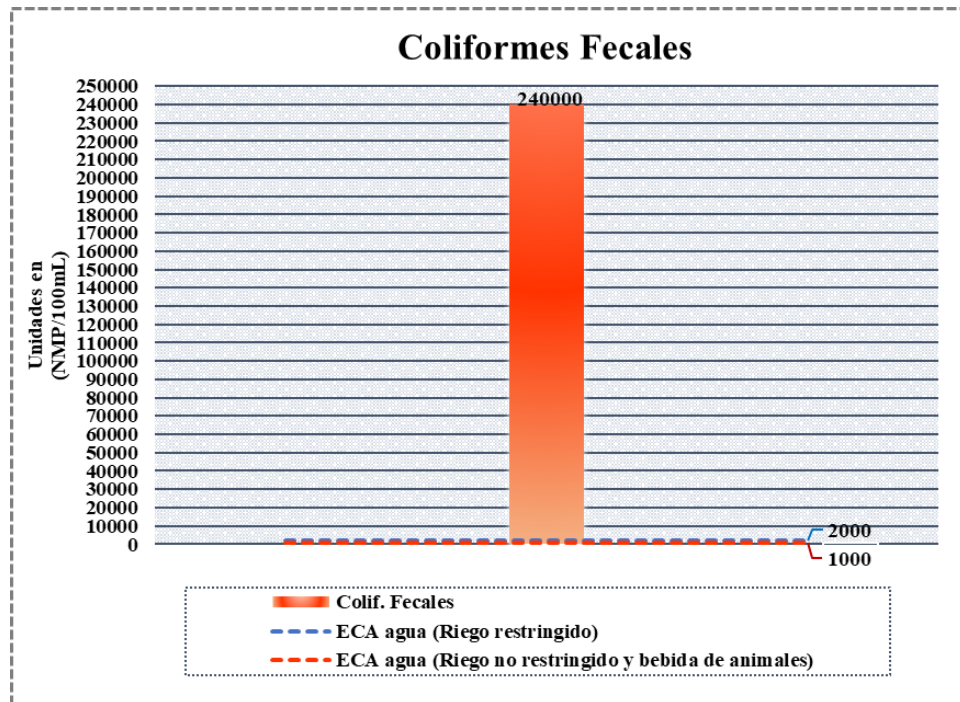
Fuente: Elaboración propia

#### D. Coliformes Termotolerantes o Fecales

La figura N° 10, se interpreta de la siguiente manera:

- La línea entrecortada de color azul, es del ECA Agua de categoría 3, para riego restringido, cuyo valor es de 2000 NMP/100 mL; por otro lado, la línea entrecortada de color naranja, corresponde para riesgo no restringido y bebida de animales, cuyo valor es de 1000 NMP/100 mL.
- La columna de color naranja, refiere al resultado obtenido por el laboratorio para el parámetro de coliformes termotolerantes, antes de la aplicación de filtros de carbón activado granular y en polvo, cuyo valor es 240,000 NMP/100 mL; en comparación con los ECA Agua de categoría 3, se encuentra por encima.





**Figura 10.- Valor de coliformes fecales antes del proceso de los filtros**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. **Determinación de las características de agua del río Alameda después de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes**

Se determinó las características de agua del río Alameda, después de aplicar los filtros del carbón activado granular y en polvo.

En ese sentido, se puede apreciar que hubo una disminución en los valores de los parámetros analizados.

Lo indicado en lo anterior, se desarrolla a continuación:

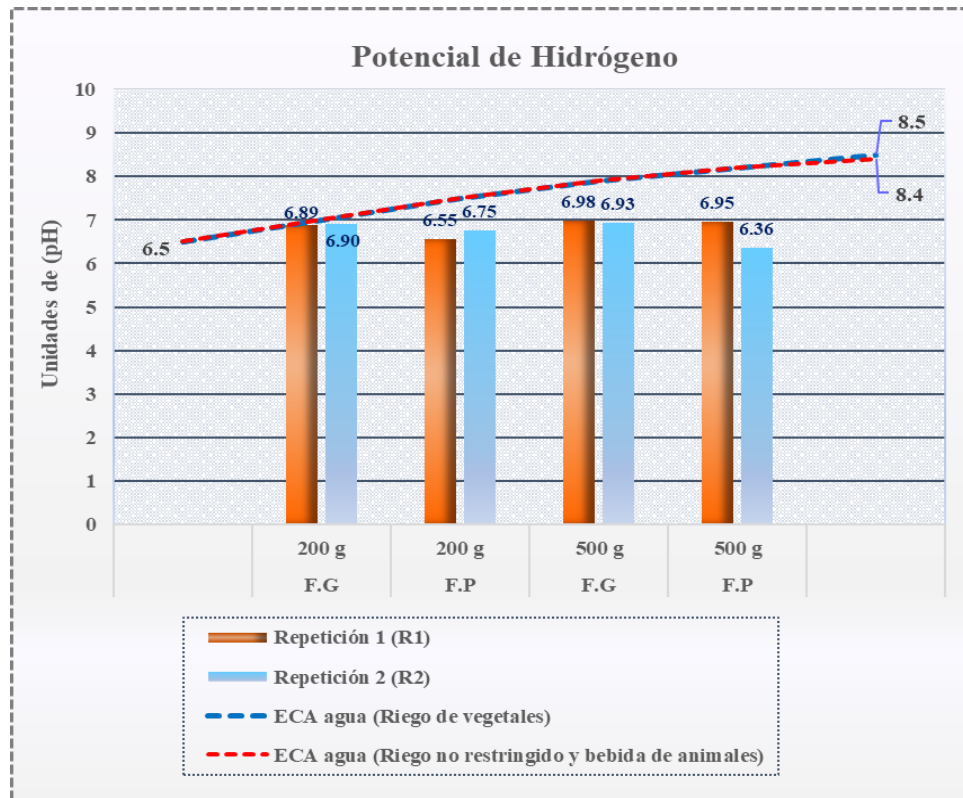
##### **A. Potencial de Hidrógeno**

Al aplicar el proceso de los filtros, tanto del carbón activado granular y en polvo, en diferentes cantidades y repeticiones, hubo una disminución en las unidades de pH; en referencia al resultado inicial (7.32 unidades de pH).

Tal como se puede apreciar en la siguiente figura N° 11; donde el valor mínimo obtenido es de 6.36, correspondiente al filtro de carbón activado en polvo de 500 g y

de repetición 2 (R2). Por lo que, este resultado sale del rango recomendado por la normativa nacional de los ECA de agua de Categoría 3.

En comparación con el resultado 1 (R1) del mismo tipo de filtro y cantidad de carbón activado en polvo, hay una diferencia de 0.59 unidades de pH.



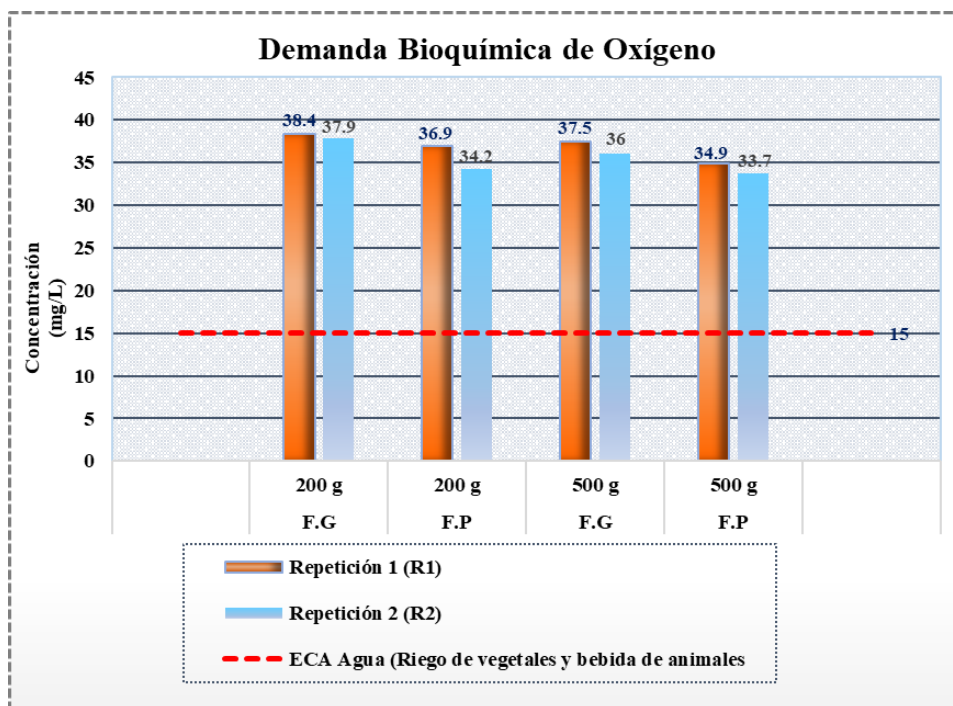
**Figura 11.- Valor de Potencial de Hidrogeno después del proceso de filtración**

Fuente: Elaboración propia

## B. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Al aplicar el proceso de los filtros, tanto del carbón activado granular y en polvo, en diferentes cantidades y repeticiones, hubo una disminución en la concentración del DBO; en referencia al resultado inicial (40.50 mg/ L).

Tal como se puede apreciar en la siguiente figura N° 12; donde los valores mínimos obtenidos son de 33.7 mg/L, correspondiente al filtro de carbón activado en polvo de 500 g, para la repetición (R2). Asimismo, este valor se encuentra por encima de los ECA de agua (riego de vegetales y bebida para animales).



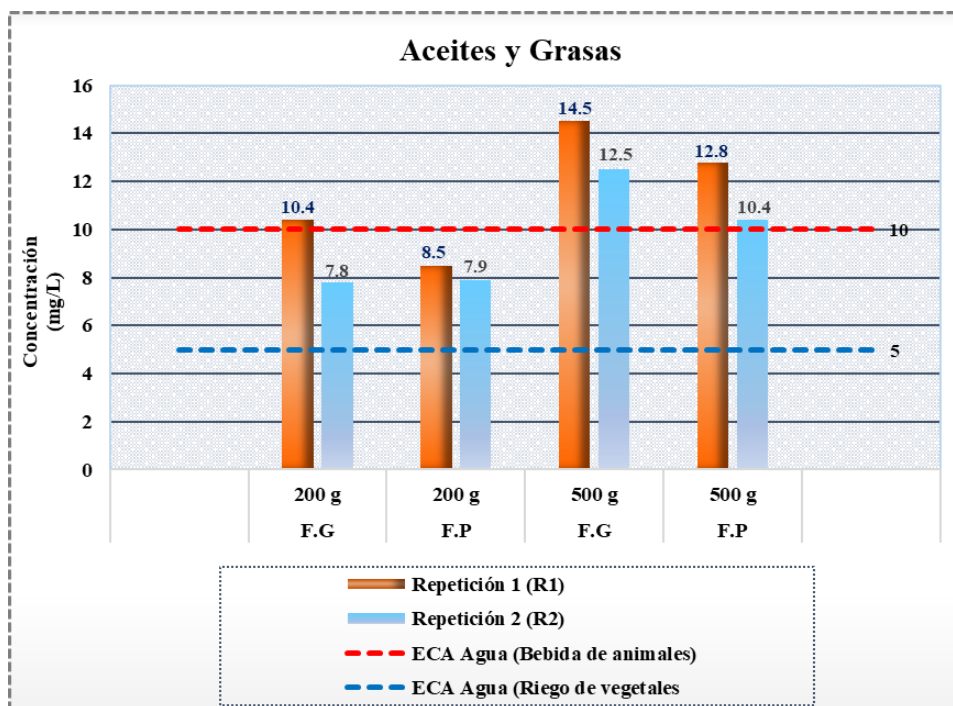
**Figura 12.- Valor de Demanda Bioquímica de Oxígeno después del proceso de filtración**

Fuente: Elaboración propia

### C. Aceites y Grasas

Al aplicar el proceso de los filtros, tanto del carbón activado granular y en polvo, en diferentes cantidades y repeticiones, hubo una disminución en las concentraciones de aceites y grasas; en referencia al resultado inicial (16.50 mg/L).

En la figura N° 13, se puede apreciar el valor mínimo obtenido de 7.8 mg/L, correspondiente al filtro de carbón activado granular de 200 g de la repetición (R2). Asimismo, este valor se encuentra por debajo de los ECA de agua (bebida de animales), mas no para (riego de vegetales).



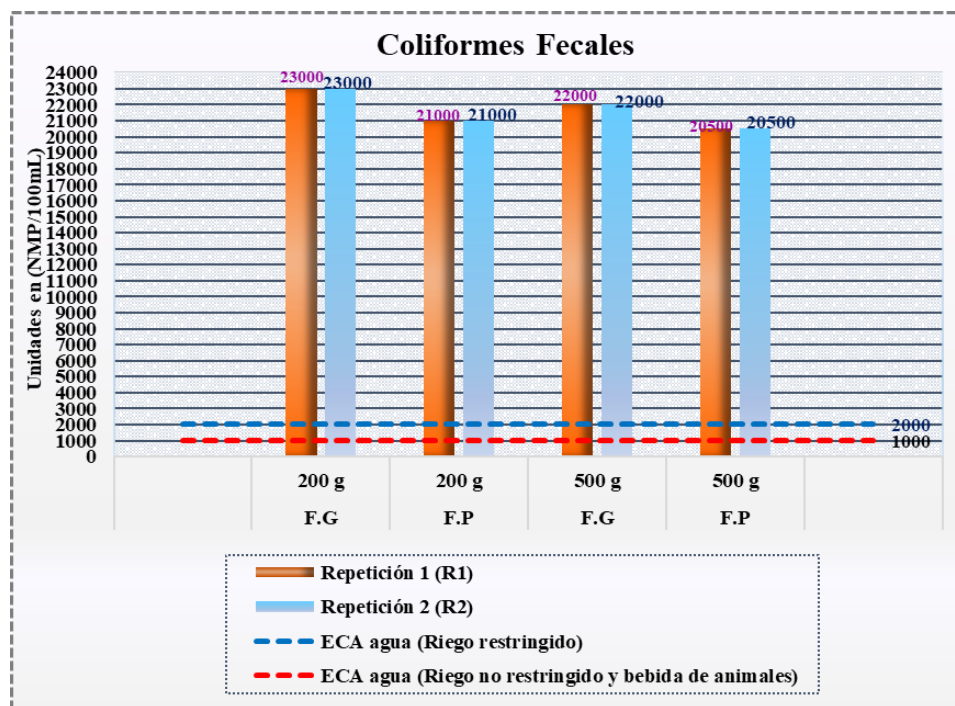
**Figura 13.- Valor de Aceites y grasas después del proceso de filtración**

Fuente: Elaboración propia

#### **D. Coliformes Fecales o Termotolerantes**

Al aplicar el proceso de los filtros, tanto del carbón activado granular y en polvo, en diferentes cantidades y repeticiones, hubo una disminución en la concentración de los coliformes fecales; en referencia a la concentración inicial (240000 NMP/100 mL).

Tal como se puede apreciar en la siguiente figura N° 14; donde los valores mínimos obtenidos son de 20500 NMP/100 mL, correspondientes a los filtros de carbón activado en polvo de 500 g de repetición 1 (R1) y repetición 2 (R2). Asimismo, este valor se encuentra por encima de los ECA de agua (riego de vegetales y bebida de animales).



**Figura 14.- Valor de Coliformes Termotolerantes después del proceso de filtración**

Fuente: Elaboración propio

#### 4.1.3. Determinación de la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda

Para determinar la eficiencia se aplicó la fórmula de porcentaje de remoción, para ello, se organizó los resultados obtenidos del laboratorio QUIMPETROL PERÚ S.A.C.

La tabla N° 9, representa a los resultados emitidos por el laboratorio acreditado, después de aplicar los filtros de carbón activado granular y en polvo; según el diseño factorial 2<sup>2</sup>, para diferentes cantidades y repeticiones.

**Tabla 9.- Resultados obtenidos por el laboratorio QUIMPETROL PERÚ  
S.A.C.**

<b>Repeticiones</b>	<b>Cantidad de carbón</b>	<b>Tipo de filtro</b>	<b>Ph (unidad de ph)</b>	<b>Coliformes fecales (nmp/100 ml)</b>	<b>DBO (mg/l)</b>	<b>Aceites y grasas (mg/l)</b>
<b>R1</b>	200 g	Filtro Granular	6.89	23000.00	38.40	10.40
		Filtro en Polvo	6.55	21000.00	36.90	8.50
	500 g	Filtro Granular	6.98	22000.00	37.50	14.50
		Filtro en Polvo	6.95	20500.00	34.90	12.80
<b>R2</b>	200 g	Filtro Granular	6.90	23000.00	37.90	7.80
		Filtro en Polvo	6.75	21000.00	34.20	7.90
	500 g	Filtro Granular	6.93	22000.00	36.00	12.50
		Filtro en Polvo	6.36	20500.00	33.70	10.40

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 10, corresponde a valores de porcentajes de remoción, los cuales se obtuvieron aplicando la fórmula de porcentaje de remoción; considerando la concentración inicial (resultados antes de los procesos de los filtros) y concentración final (resultados después de los procesos de filtros).

**Tabla 10.- Aplicación de la fórmula de porcentaje de remoción.**

Repeticiones	Cantidad de carbón	Tipo de filtro	pH (%)	Coliformes fecales (%)	DBO (%)	Aceites y grasas (%)
<b>R1</b>	200 g	Filtro Granular	5.87	90.42	5.19	36.97
		Filtro en Polvo	10.52	91.25	8.89	48.48
	500 g	Filtro Granular	4.64	90.83	7.41	12.12
		Filtro en Polvo	5.05	91.46	13.83	22.42
<b>R2</b>	200 g	Filtro Granular	5.74	90.42	6.42	52.73
		Filtro en Polvo	7.79	91.25	15.56	52.12
	500 g	Filtro Granular	5.33	90.83	11.11	24.24
		Filtro en Polvo	13.11	91.46	16.79	36.97

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, a continuación, se detalla para cada parámetro:

#### **A. Potencial de hidrógeno**

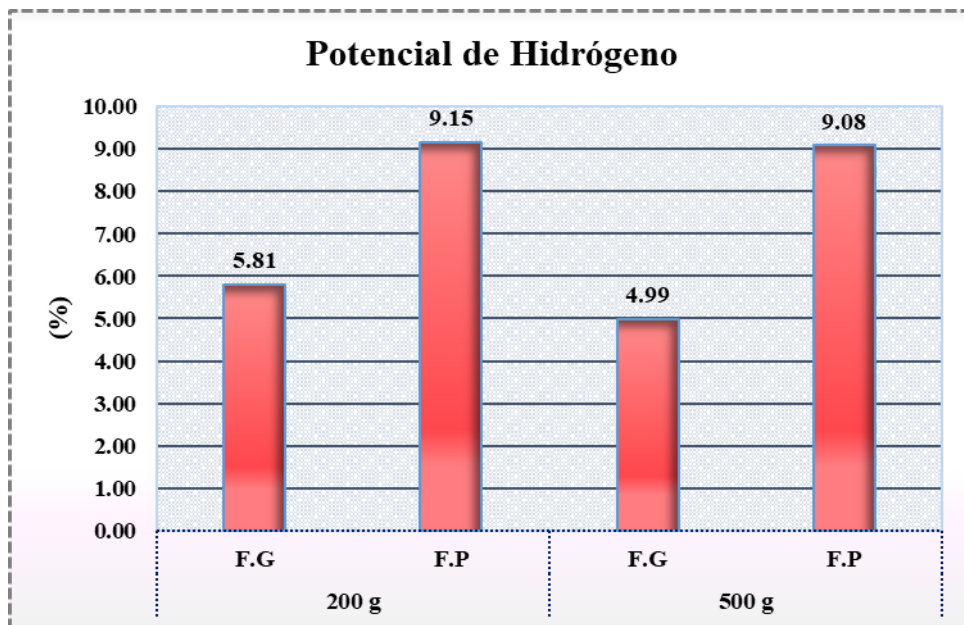
De acuerdo a la tabla 11 y Figura 15 se observa valores altos de 9.15 % de unidades de pH en el filtro de carbón activado en polvo de 200 g; descenso de 9.08 % en el filtro de carbón activado en polvo de 500 g. En tanto el valor mínimo de descenso es del filtro de carbón activado granular de 500 g.

Finalmente, se puede mencionar que, el carbón activado en polvo de 200 g y 500 g como filtrantes, han disminuido sus unidades del pH en la calidad de agua del río Alameda.

**Tabla 11.- Promedio de las unidades de disminución del pH (R1 y R2)**

Cantidad de carbón	Tipos de filtro	R1 (%)	R2 (%)	Promedio (%)
200 g	Filtro Granular	5.87	5.74	5.81
	Filtro en Polvo	10.52	7.79	9.15
500 g	Filtro Granular	4.64	5.33	4.99
	Filtro en Polvo	5.05	13.11	9.08

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 15.- Porcentaje de disminución del pH**

Fuente: Elaboración propia.

## B. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Según la tabla 12 y figura 16, se observa valores altos de 15.31 % y 12.22 % de remoción de DBO en los filtros de carbón activado en polvo de 500 g y 200 g respectivamente. Por otro lado, el valor mínimo de remoción es de 5.80 del filtro de carbón activado granular de 200 g.

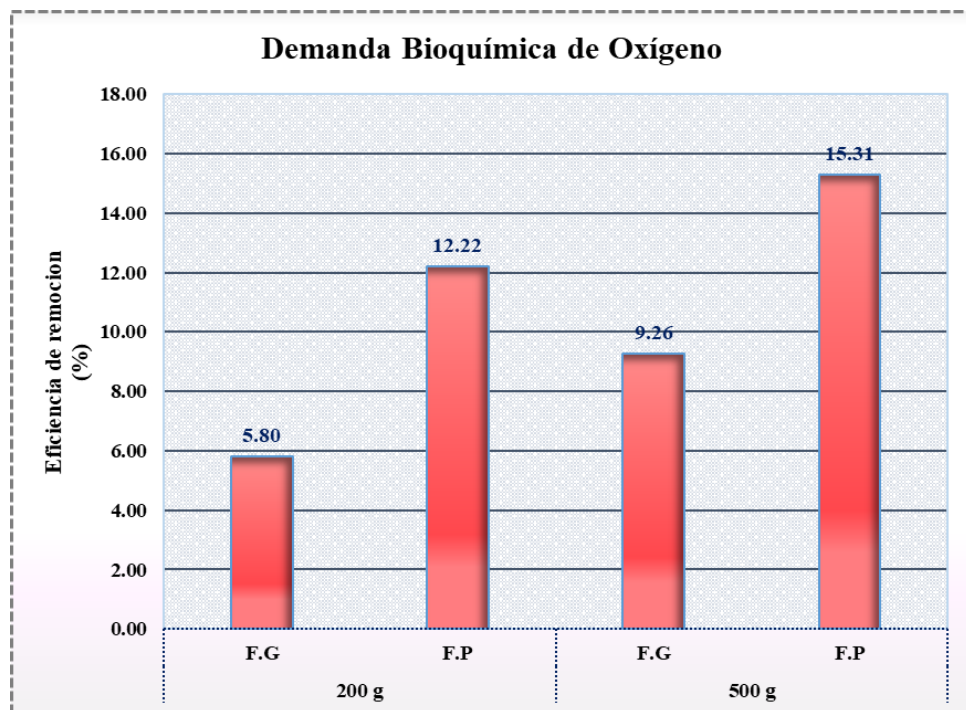


Se puede mencionar que, los filtros del carbón activado en polvo de 500 g y el filtro de carbón activado en polvo de 200 g como filtrantes, obtuvieron efectos favorables en la remoción del parámetro DBO en la calidad de agua del río Alameda.

**Tabla 12.- Promedio de remoción de DBO (R1 y R2)**

Cantidad de carbón	Tipos de filtro	R1 (%)	R2 (%)	Promedio (%)
200 g	Filtro Granular	5.19	6.42	5.80
	Filtro en Polvo	8.89	15.56	12.22
500 g	Filtro Granular	7.41	11.11	9.26
	Filtro en Polvo	13.83	16.79	15.31

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 16.- Porcentaje de la eficiencia de remoción de DBO.**

Fuente: Elaboración propia.

### C. Aceites y Grasas

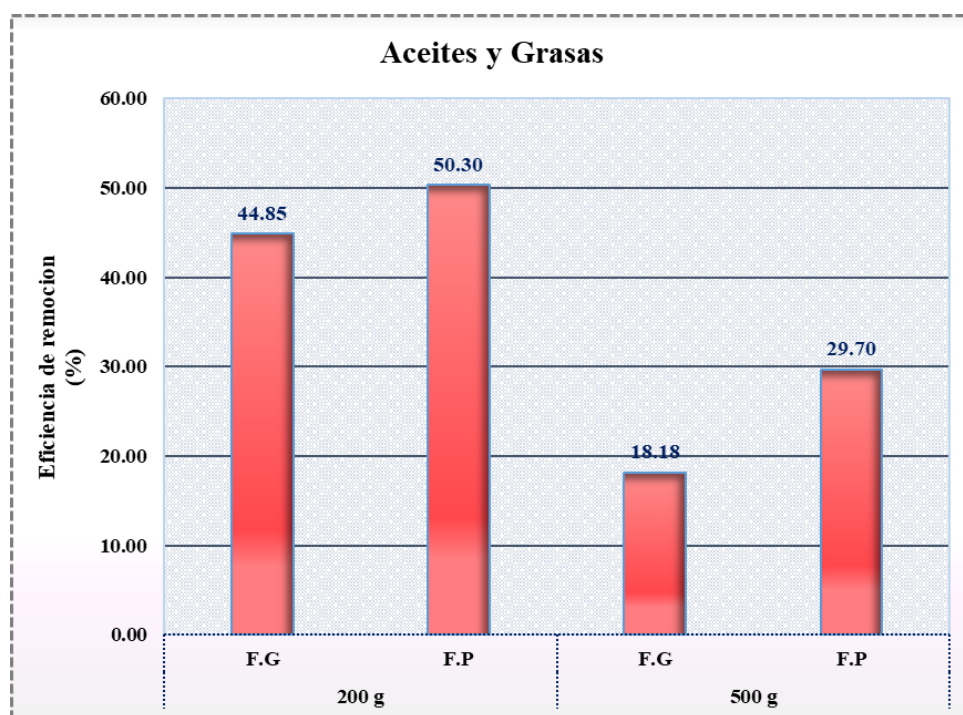
De acuerdo a la tabla 13 y Figura 17, se muestra valores altos de 50.30 % y 44.85 % de remoción de aceites y grasas, en los filtros de carbón activado en polvo de 200 g y carbón activado granular de 200 g.

Se puede mencionar que, los filtros del carbón activado en polvo de 200 g y el filtro de carbón activado granular de 200 g como filtrantes, obtuvieron efectos favorables en la remoción del parámetro aceites y grasas en la calidad de agua del río Alameda.

**Tabla 13.- Promedio de remoción de aceites y grasas (R1 y R2).**

Cantidad de carbón	Tipos de filtro	R1 (%)	R2 (%)	Promedio (%)
200 g	Filtro Granular	36.97	52.73	44.85
	Filtro en Polvo	48.48	52.12	50.30
500 g	Filtro Granular	12.12	24.24	18.18
	Filtro en Polvo	22.42	36.97	29.70

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 17.- Porcentaje de la eficiencia de remoción de aceites y grasas**

Fuente: Elaboración propia.

#### D. Coliformes termotolerantes o fecales

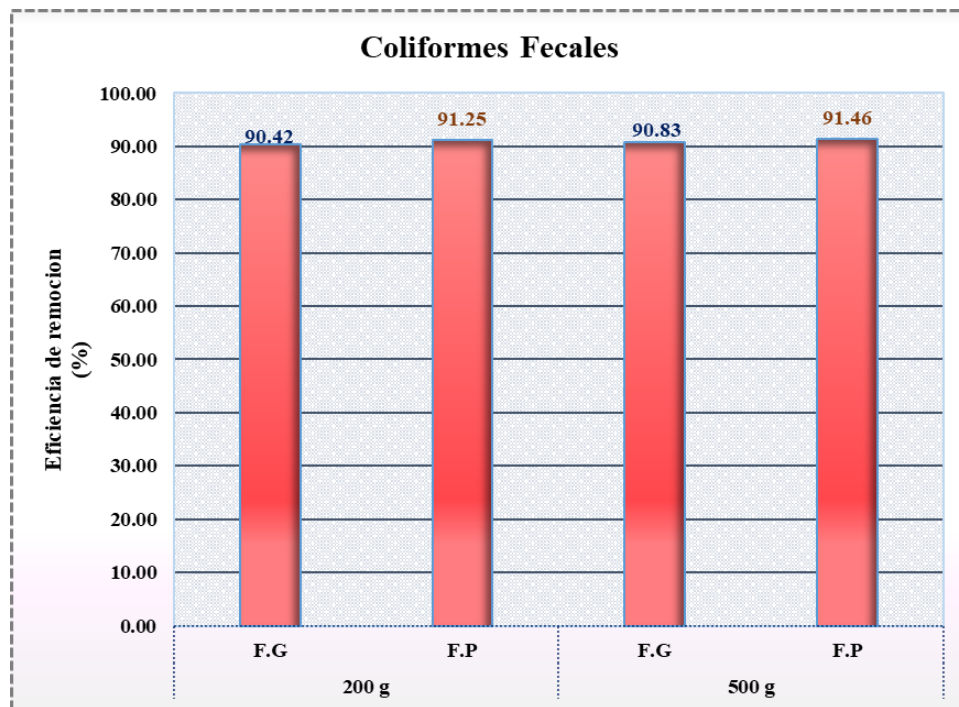
De acuerdo a la Tabla 14 y Figura 18, se muestra valores altos de 91.46 % de remoción de coliformes fecales en el filtro de carbón activado en polvo de 500 g; seguido de 91.25 % de remoción en el filtro de carbón activado en polvo de 200 g. En tanto, el valor mínimo de remoción es para el filtro de carbón activado granular de 200 g.

Finalmente, se puede mencionar que, el carbón activado en polvo de 500 g como filtrante, tuvo efectos favorables en la remoción de coliformes fecales en la calidad de agua del río Alameda.

**Tabla 14.- Promedio de remoción de coliformes fecales (R1 y R2).**

<b>Cantidad de carbón</b>	<b>Tipos de filtro</b>	<b>R1 (%)</b>	<b>R2 (%)</b>	<b>Promedio (%)</b>
<b>200 g</b>	Filtro Granular	90.42	90.42	90.42
	Filtro en Polvo	91.25	91.25	91.25
<b>500 g</b>	Filtro Granular	90.83	90.83	90.83
	Filtro en Polvo	91.46	91.46	91.46

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 18.- Porcentaje de la eficiencia de remoción de Coliformes termotolerantes.**

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.4. Determinación del efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del río Alameda**

Las concentraciones de parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Coliformes Fecales y Aceites y Grasas de agua del río Alameda aplicadas con filtros de carbón activado granular y polvo en cantidades de 200 g y 500 g, hubo una remoción de carga contaminante, sin embargo, no son suficientes para encontrarse por debajo de Estándares de Calidad Ambiental para Agua de Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.

#### **4.2. Prueba de hipótesis**

Para la aplicación de la estadística inferencial, se comparó individualmente los parámetros (pH, Coliformes Fecales, DBO y Aceites y Grasas) en función de los tipos de filtro de carbón activado (Filtro Granular y Filtro en Polvo); a fin de determinar la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo

como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda. Por consiguiente, a continuación, se desarrolla lo mencionado:

#### 4.2.1. Hipótesis específica N° 3

La aplicación del carbón activado granular y también en polvo como filtrantes son eficientes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda.

##### A. Prueba de Normalidad

**Tabla 15.- Pruebas de normalidad para los datos obtenidos en la remoción.**

Parámetros	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	G1	Sig.
pH	0.820	7	0.047
Coliformes Fecales	0.872	7	0.157
DBO	0.933	7	0.547
Aceites y Grasas	0.922	7	0.417

**Fuente:** Elaboración propia en base al software RStudio 4.2.2.

**Simbología:** gl: grados de libertad.

**H<sub>0</sub>:** Los datos presentan distribución normal ( $P > 0.05$ )

**H<sub>1</sub>:** Los datos no presentan distribución normal ( $p < 0.05$ )

Al tener menos de 30 datos, se aplica la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, donde para el pH P-valor 0.047, Coliformes Fecales P-valor 0.157, DBO P-valor 0.547 y Aceites y Grasas P-valor 0.417. Por consiguiente, para los parámetros de Coliformes Fecales, DBO y Aceites y Grasas, los datos tienen una distribución normal ( $P > 0.05$ ), por lo que le corresponde aplicar una prueba paramétrica; en tanto para el parámetro pH, los datos no presentan una distribución normal, por lo que le corresponde una prueba no paramétrica.

##### B. Tipo de prueba aplicar

Se aplica el estadístico paramétrico T Student de grupos relacionados (tipos de filtro y los porcentajes de remoción de parámetros) para los parámetros de Coliformes

Termotolerantes, DBO y Aceites y Grasas. Finalmente, y el estadístico no paramétrico de la Prueba Wilcoxon para el contraste entre los tipos de filtro y cantidad del parámetro pH.

### C. Procedimiento

- T Student
- Expresión simbólica de la hipótesis

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_{\text{tipos de filtro}} = \text{Porcentaje de remoción de parámetros (mejora de calidad de agua)}$

**H<sub>1</sub>:**  $\mu_{\text{tipos de filtro}} \neq \text{Porcentaje de remoción de parámetros (mejora de calidad de agua)}$ .

- Nivel de significancia

$$\alpha=0.05$$

- Cálculo del Estadístico Paramétrico T Student

**Tabla 16.- Prueba de t Student de los datos obtenidos en el proceso de remoción de parámetros.**

Parámetros	Media		95 % intervalo de confianza para la diferencia		gl	t	P
	Filtro granular	Filtro en polvo	Inferior	Superior			
Coliformes Fecales	90.625	91.355	-1.0843	-0.3757	4.43	-5.489	0.0038
DBO	7.533	13.768	-11.6216	-0.8484	5.510	-2.895	0.0304
Aceites y grasas	31.515	39.998	-35.7792	18.8142	5.628	-0.772	0.4709

Fuente: Elaboración propia en base al software RStudio 4.2.2.

**Simbología:** gl: grados de libertad, t: Prueba t, P: Significancia.

- Regla a decidir

**H<sub>0</sub>:** Los valores entre grupos son iguales ( $P>0.05$ )

**H<sub>1</sub>:** Los valores entre grupos no son iguales ( $P<0.05$ )

- Decisión sobre la H<sub>0</sub>

Para Aceites y Grasas, se acepta la  $H_0$ , mientras que, para Coliformes Termotolerantes y DBO, se rechaza la  $H_0$ , y se acepta la  $H_1$ .

#### Conclusión

- **Aceites y Grasas:** existencia evidencia muestral suficiente para sustentar que los valores de remoción de Aceites y Grasas no difieren en relación a los tipos de filtro de carbón activado.
- **Coliformes fecales:** se encontraron diferencias significativas ( $t_{4,473} = - 5.489$ ,  $P < 0.05$ ) en el porcentaje de remoción de Coliformes Fecales en función de los tipos de filtro de carbón activado; observándose una mayor remoción en filtros de Carbón Activado en Polvo ( $\bar{X}_{\text{Filtro en Polvo}} = 91.355$ ) que en los filtros de Carbón Activado Granular ( $\bar{X}_{\text{Filtro Granular}} = 90.625$ ).
- **DBO:** se encontraron diferencias significativas ( $t_{5,510} = - 2.895$ ,  $P < 0.05$ ) en el porcentaje de remoción de DBO en función de los tipos de filtro de carbón activado; observándose una mayor remoción en filtros de Carbón Activado en Polvo ( $\bar{X}_{\text{Filtro en Polvo}} = 13.768$ ) que en los filtros de Carbón Activado Granular ( $\bar{X}_{\text{Filtro Granular}} = 7.533$ ).
  - Wilcoxon
  - Expresión simbólica de la hipótesis

**$H_0$ :**  $Me_{\text{tipos de filtro}} = \text{Porcentaje de remoción de parámetros (mejora de calidad de agua)}$

**$H_1$ :**  $Me_{\text{tipos de filtro}} \neq \text{Porcentaje de remoción de parámetros (mejora de calidad de agua)}$ .

- Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

- Cálculo del Estadístico Paramétrico T Student

**Tabla 17.- Prueba de Wilcoxon de los datos obtenidos en el proceso de remoción de parámetros.**

PARÁMETROS	w	P
pH	3	0.200

Fuente: Elaboración propia en base al software RStudio 4.2.2.

**Simbología:** P: Significancia.

- Regla a decidir

**H<sub>0</sub>:** Los valores entre grupos son iguales ( $P > 0.05$ )

**H<sub>1</sub>:** Los valores entre grupos no son iguales ( $P < 0.05$ )

- Decisión sobre la H<sub>0</sub>

Se acepta la H<sub>0</sub> y se acepta la H<sub>1</sub>.

Conclusión

- **pH:** existencia evidencia muestral suficiente para sustentar que los valores de pH no difieren en relación a los tipos de filtro de carbón activado.

#### 4.3. **Discusión de resultados**

Los resultados de la investigación (11) determinaron que los filtros de carbón activado en polvo y granular elaborado de cáscara de coco son eficientes para la remoción en muestras de 25 l de aguas residuales domésticas; debido a que, el carbón activado en polvo, removió 99.96 % de aceites y grasas, 98.48 % de coliformes termotolerantes y 56.20 % de DBO5; siendo el carbón activado en polvo más eficiente. En tanto, en la presente investigación la remoción, en muestras de 30 l de agua superficial, de coliformes fecales fueron de 91.46 % y 91.25 %, aceites y grasas de 50.30 % y 29.70 % y DBO de 15.31 % y 12.22 % para filtros de carbón activado en polvo de 500 g y 200 g, respectivamente. Los resultados obtenidos para diferentes cantidades en nuestra investigación fueron ligeramente menores comparadas con las muestras de aguas residuales domésticas.

Según (7) en su investigación, realizó la filtración, basado en carbón activado granular, de tres manantiales para mejorar la calidad de agua potable, obteniendo eficiencia de remoción de 100 % de coliformes termotolerantes y un aumento de 59.58 % de unidades de pH a 25 ° C, volviendo alcalino. Para el caso de la presente investigación las muestras fueron obtenidas de agua superficial para bebida de animales y riego de vegetales, el cual se empleó filtros de carbón activado en polvo y granular, obteniendo una disminución en unidades de pH en 5.81 % y 4.99 % en filtros de carbón activado granular de 200 g y 500 g; asimismo para coliformes fecales hubo una remoción de 90.83 % y 90.42 % en filtros de carbón activado granular de 500 g y 200 g, respectivamente. Para nuestro planteamiento los resultados fueron inferiores para



coliformes fecales; en tanto para unidades de pH, esta disminuyo, en comparación de las muestras de agua potables.

Los resultados de la investigación de (12) , determinaron que el biofiltro, de carbón activado en polvo a base de algarrobo, son eficientes en la remoción en muestras de 60 l de aguas residuales municipal, debido a que el carbón activado en polvo removió 76.02 % de DBO. En el caso de la presente investigación las muestras se han obtenido de aguas superficiales de categoría 3 para bebedero de animales y regadío de vegetales, en lo cual se empleó filtros de carbón activado granular y en polvo, obteniendo una remoción de DBO en 15.31 % y 12.22 % en filtros de carbón activado en polvo de 500 g y 200 g respectivamente. En ese sentido los resultados para la presente investigación fueron inferiores para el DBO, en comparación de la muestra de aguas residuales municipales.

(8) En su investigación realizó tratamiento de agua cruda con filtros a base de carbón activado granular con la finalidad de mejorar su calidad. Filtró el agua durante 3 semanas y recolectó una muestra por semana los cuales fueron enviados al laboratorio, obtuvo resultados para el pH en la primera semana 93,88% en unidad de medida, en la segunda semana 92.94% en Unidad de medida y 97.29%U en la tercera semana, en tanto para los coliformes obtuvo en la primera semana una remoción de 79.75 % en la segunda semana 43.20 % en la última semana un remoción de 43,70 %, por otro lado en el presente trabajo de investigación se filtró 30 l de muestras de aguas superficiales por medio de filtros de carbón activado granular y en polvo en cantidades de 200 g y 500 g, obteniendo resultados para el pH de 5,81 % y 4,99 % en unidades de medida en filtros de carbón de granular de 200 g y 500 g, para los coliformes se obtuvo una remoción de 90.83 % y 90,42 % en filtro granular de 500 g y 200 g respectivamente. Los resultados obtenidos del pH son inferiores en comparación a las muestras de agua cruda, a diferencia de los coliformes que es superior.

(13) en su investigación elaboró dos filtros colocando por capas los siguientes insumos; arena, carbón activado granular, grava y gravilla, variando el orden del carbón activado en cada filtro de esta manera determinó que los filtros lentos de arena y carbón activado granular a base de cascara de coco mejoran la calidad de agua potable en muestras de 36 l de agua; debido a que el carbón activado granular del filtro 1 removió 78 % y el filtro 2 un 80 % de coliformes termotolerantes, por otro lado en el presente estudio se realizó pruebas de filtración en muestras de 30 l de agua superficial de la categoría 3, empleando filtros de carbón activado granular y en polvo obteniendo como resultado

una remoción de 90.83 % y 90.42 % en filtros de carbón activado granular de 500 g y 200 g. Los resultados obtenidos en el presente trabajo son ligeramente superiores en cuanto a las muestras de agua potable.

## CONCLUSIONES

- La calidad del agua del río Alameda antes del proceso de filtración con carbón activado granular y en polvo superó los estándares de calidad del agua de Categoría 3, en parámetros de Coliformes Fecales o Termotolerantes (240 000 NMP/100 mL), Demanda Bioquímica de Oxígeno (40.50mg/L), Aceites y Grasas (16.50mg/L); en tanto el parámetro del pH (7.32) se encuentra dentro del ECA Agua.
- Características del agua del río Alameda después del tratamiento de filtración con carbón activado granular y en polvo, disminuyeron en concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Coliformes Fecales o Termotolerantes y Aceites y Grasas; así como un descenso en las unidades de pH. El valor mínimo de Demanda Bioquímica de Oxígeno fue de 33.70 mg/L para el filtro de carbón activado en polvo de 500 g de R2; Aceites y Grasas se obtuvo un valor mínimo de 7.80 mg/L para el filtro de carbón activado granular de 200 g, de R2; Coliformes Fecales o Termotolerantes se obtuvo un valor mínimo de 20500 NMP/100 MI correspondientes a los filtros de carbón activado en polvo de 500 g de R1 y R2.
- Se observaron mayores eficiencias de eliminación después de utilizar procesos de filtración con carbón activado granular y en polvo en Coliformes Fecales de 91.46 % y 91.25 % en filtros de carbón activado en polvo de 500 g y 200 g, respectivamente; aceites y grasas en 50.30 % en filtros de carbón activado en polvo de 200 g, Demanda Bioquímica de Oxígeno en 15.31 % y 12.22 % en filtros de carbón activado en polvo de 500 g y 200 g; en tanto para el pH (Potencial de Hidrógeno) hubo un descenso de 9.15 % en filtros de carbón activado en polvo de 200 g.
- Al aplicar los carbones activados granular y en polvo como filtrantes, Se puede determinar que esto tiene un efecto de eliminación en los parámetros como DBO, Coliformes Fecales, Aceites y Grasas, por otro lado, hubo una disminución en unidades de pH; Sin embargo, no fueron suficientes para cumplir con los ECA establecidos para agua categoría 3.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones con filtros de carbón activado granular y en polvo con volúmenes mayores de aguas superficiales de Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales; a fin de determinar la capacidad de remoción. Asimismo, incrementar las cantidades de los carbones activados.
- Se recomienda realizar análisis de otros parámetros, tales como: metales pesados (arsénico, cobre, zinc, plomo, etc.), color, sólidos suspendidos, DQO, nitratos, etc., con la finalidad de determinar la eficiencia de remoción de los filtros de carbón activado granular y en polvo.
- Se recomienda hacer estudios con filtros de carbón activado granular y la presentación en polvo, en aguas residuales industriales, con el propósito de determinar la efectividad de remoción, y demostrar el tipo de carbón es más eficiente.
- Se recomienda realizar más estudios de prototipos basado en carbón activado granular y en polvo, en tratamientos de aguas superficiales de otras categorías.
- Se recomienda realizar muestreos de aguas superficiales de categoría 3 en épocas de estiaje para las investigaciones necesarias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SPELLMAN, Frank R. Handbook of Environmental Engineering: Second Edition. *Handbook of Environmental Engineering: Second Edition* [online]. 2023, 1–854 [vid. 2023-04-25]. Dostupné z: doi:10.1201/9781003298601
2. LARRAMENDI BENÍTEZ, Elsa, Gabriela MILLÁN VERDECIA a Mario PLANA CASTELL. Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI. *Revista estudiantil 16 de abril*. 2021, **60**(259).
3. NACIONES UNIDAS. CEPAL. División de Recursos Naturales e Infraestructura *Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos / Publicación / Comisión Económica para América Latina y el Caribe* [online]. [vid. 2022-11-01]. Dostupné z: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/31384-gestion-cuencas-rios-vinculados-centros-urbanos>.
4. AQUINO ESPINOZA, Pavel a Ambiente y Recursos Naturales (DAR) DERECHO. Calidad del agua en el Perú: retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales. *Autoridad Nacional del Agua* [online]. 2017 [vid. 2022-11-01]. Dostupné z: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2806>
5. WEBER, W. J.. Control De La Calidad Del Agua. 1979 *Water Quality Control: Procesos Fisicoquimicos*. 688. [https://www.reverte.com/libro/control-de-la-calidad-del-agua\\_91609](https://www.reverte.com/libro/control-de-la-calidad-del-agua_91609)
6. TORRES-PARRA, C. A., GARCÍA-UBAQUE, C. A., GARCÍA-UBAQUE, J. C., GARCÍA-VACA, M. C., & PACHECO-GARCÍA, R.. Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración. 2017. *Revista de Salud Pública*, 19(4), 453–459. [https://doi.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0124-00642017000400453&lng=es&nrm=iso&tlng=es/10.15446/RSAP.V19N4.56039](https://doi.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0124-00642017000400453&lng=es&nrm=iso&tlng=es/10.15446/RSAP.V19N4.56039)
7. INFANTE CHIPILE, Denis. Carbón activo granular, en la mejora de la calidad del agua potable. *Universidad Privada del Norte* [online]. 2018 [vid. 2022-10-31]. Dostupné z: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12672>
8. CAIZA PARRA, Víctor Patricio. Filtro de carbón activado granular, en la mejora de la calidad del agua cruda, en la parroquia 10 de agosto, de la ciudad de Puyo [online]. 2022 [vid. 2022-11-26]. Dostupné z: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/4694>

9. BRAVO MOREIRA, Katherine Ivette a Ayrton Rubén GARZÓN MORENO. Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco (*Cocos nucifera*) para remoción de contaminantes en agua [online]. 2017 [vid. 2023-03-05]. Dostupné z: <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/606>
10. AMTEGHY, Ali H. Enhancement of Water Quality for Shatt Al-Arab River and NW Arabian Gulf BY Granular Activated Carbon and local Sand. University of Thi-Qar Journal of Science, 2014, vol. 4, no 3, p. 108-118.
11. ESPINAL HEREDIA, G. B. Eficiencia del carbón activado a base de cascara de coco en el tratamiento de aguas residuales domesticas en el AA. HH. 10 de octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, año 2017. [online]. [vid. 2023-02-04]. Dostupné z: Repositorio Institucional. 2017. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2986288?mode=full>
12. LOPEZ BALLADARES, Jean Carlos Jose a Fabiola Margarita TOOTH FLORES. Remoción de demanda química de oxígeno de aguas residuales empleando carbón activado en la laguna de oxidación, Nuevo Chimbote - 2022. *Repositorio Institucional - UCV* [online]. 2022 [vid. 2023-02-04]. Dostupné z: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97332>
13. GÁLVEZ, Ordoñez a Juan JULIO. Diseño y evaluación de un filtro lento de arena con carbón activado en la purificación del agua para consumo humano en el distrito de Longar. *Repositorio Institucional - UCV* [online]. 2020 [vid. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70111>
14. DE SMEDT, Jonas, Pablo J. ARAUZO, Przemyslaw MAZIARKA a Frederik RONSSE. Adsorptive carbons from pinewood activated with a eutectic mixture of molten chloride salts: Influence of temperature and salt to biomass ratio. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2022, **376**, 134216 [vid. 2022-10-31]. ISSN 0959-6526. Dostupné z: [doi:10.1016/J.JCLEPRO.2022.134216](https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.134216)
15. CHOWDHURY, Z. K. Activated carbon : solutions for improving water quality. 2013
16. KWIATKOWSKI, James F. Activated carbon : classifications, properties and applications. nedatováno.
17. MANUAL DEL CARBÓN ACTIVO [online]. nedatováno [vid. 2022-11-02]. Dostupné z: [www.aguapedia.net](http://www.aguapedia.net)

18. MIHELICIC, James R. a Julie. BETH ZIMMERMAN. Ingeniería ambiental : fundamentos, sustentabilidad y diseño. 2012.
19. TSAI, W T, C Y CHANG a S L LEE. Preparation and characterization of activated carbons from corn cob. nedatováno.
20. YATES, M., J. BLANCO, P. AVILA a M. P. MARTIN. Honeycomb monoliths of activated carbons for effluent gas purification. *Microporous and Mesoporous Materials* [online]. 2000, **37**(1–2), 201–208 [vid. 2022-11-02]. ISSN 13871811. Dostupné z: doi:10.1016/S1387-1811(99)00266-8
21. DAIFULLAH, A. A.M., B. S. GIRGIS a H. M.H. GAD. Utilization of agro-residues (rice husk) in small waste water treatment plans. *Materials Letters* [online]. 2003, **57**(11), 1723–1731 [vid. 2022-11-02]. ISSN 0167577X. Dostupné z: doi:10.1016/S0167-577X(02)01058-3
22. VALDIVIESO, Alberto. *¿Qué es el agua? / iAgua*. 2021
23. SERTZEN, Carlos. Valoración Económica del agua de uso agrario para el sector hidraulico de cañete. *Repositorio Universidad Pontificia Catolica del Perú*. 2016.
24. FUNDACIÓN AQUAE. *¿Qué es el agua?: tipos, composición y funciones | Fundación Aquae*. 2020
25. VARANDANI, N. S. Environmental engineering principals and practices. Volume 1. Retrieved October 12, 2023, from <https://universalbooksellers.com/environmental-engineering-principles-and-practices-water-supply-engineering-by-n-s-varandani-9789332581951>
26. FSDC FTI PROFESOR, Ing a Diaz de SANTOS. José Cegarra Sánchez METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA. nedatováno.
27. PIMIENTA, Julio; DE LA ORDEN, Arturo; ESTRADA, Rosa. Metodología de la investigación. Competencias+ Aprendizaje+ Vida. Editorial Pearson Educación, México, 2012.
28. CORTÉS CORTÉS M.; IGLESIAS LEÓN, Manuel E. Generalidades sobre Metodología de la Investigación. nedatováno.
29. DOUGLAS, M. Diseño y análisis de experimentos. *Limusa Wiley* [online]. 2002, 1–681 [vid. 2022-11-18]. ISSN 0022-4065. Dostupné

z: [https://books.google.com/books/about/Dise%C3%B1o\\_y\\_an%C3%A1lisis\\_de\\_experimentos.html?hl=es&id=TJFoAAAACAAJ](https://books.google.com/books/about/Dise%C3%B1o_y_an%C3%A1lisis_de_experimentos.html?hl=es&id=TJFoAAAACAAJ)



## ANEXOS

### ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

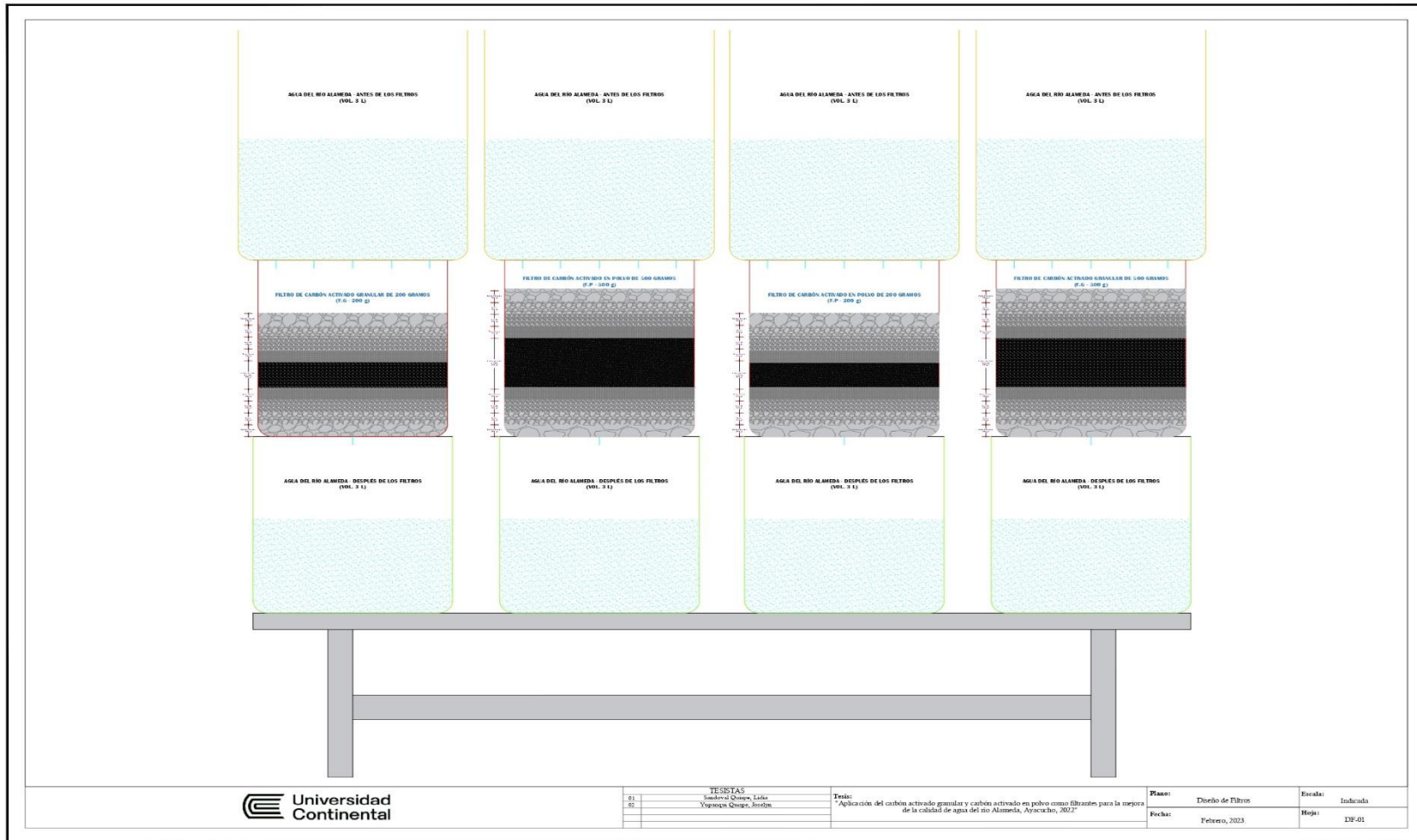
TÍTULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	
Aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022	<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Hipótesis General:</b>	<b>Variables dependientes:</b>	<b>Método de investigación:</b>	<b>Alcance de investigación:</b>
	¿Cuál es el efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del río Alameda?	Determinar el efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del río Alameda.	La aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes mejorarán la calidad de agua del río Alameda.	Calidad de agua del río Alameda	método general de investigación de tipo hipotético – deductivo; resaltando que, dicho método emite hipótesis acerca de las soluciones a una problemática	La presente tesis es de investigación de tipo Aplicada.  El nivel de investigación de la presente tesis es explicativo, debido a que pretende determinar el efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del río Alameda
	<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis Específicos:</b>	<b>Variables Independientes:</b>	<b>Diseño de Investigación:</b>	<b>Población y muestra:</b>
	- ¿Cuáles son las características del agua del río Alameda antes de la aplicación del carbón activado	- Determinar las características del agua del río Alameda antes de la aplicación del carbón activado	- Las características del agua del río Alameda se encuentran por encima de los ECA antes de la	Filtros de carbón de activado granular y carbón activado en polvo	El presente estudio de investigación es de diseño experimental	Se determina como población al río Alameda, específicamente desde la naciente, zona alta de la microcuenca Alameda,

	<p>granular y carbón activado en polvo como filtrantes?</p> <p>- ¿Cuáles son las características del agua del río Alameda después de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes?</p> <p>- ¿Cuál es la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda?</p>	<p>granular y carbón activado en polvo como filtrantes.</p> <p>- Determinar las características del agua del río Alameda después de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.</p> <p>- Determinar la eficiencia de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda.</p>	<p>aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.</p> <p>- Las características del agua del río Alameda se encuentran por debajo de los ECA después de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes.</p> <p>- La aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes son eficientes en la mejora de la calidad de agua del río Alameda.</p>		<p>cuantitativo y de clasificación preexperimental, conforme a que la calidad de agua del río Alameda (variable dependiente) será manipulada; es decir, serán conducidos a través de los filtros de carbón activado granular y carbón activado en polvo (variable independiente), a fin de determinar los efectos una vez aplicado los filtros.</p>	<p>sector Socos, hasta el punto de muestreo, zona denominada Totorilla.</p> <p>El punto de muestreo será la zona denominada Totorilla, distrito Jesús Nazareno, provincia Huamanga, región Ayacucho; específicamente en las siguientes coordenadas (UTM WGS 84 – ZONA 18S, Este: 586016 m, Norte: 8547199 m</p>
--	--	---	--	--	---	---

## ANEXO 2. MAPA DE UBICACIÓN



### ANEXO 3. PLANO DE DISEÑO



## ANEXO 4. PANEL FOTOGRÁFICO

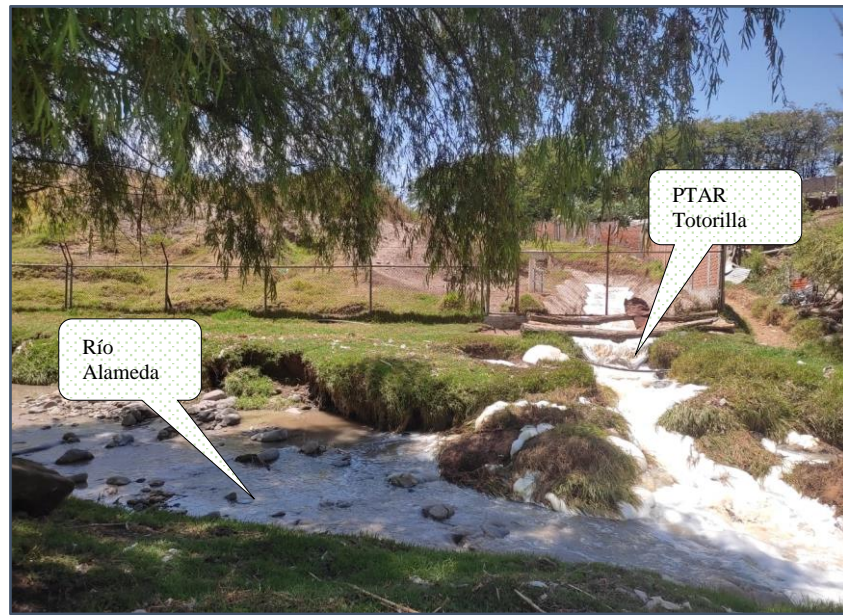
*Figura 1.- Vista panorámico de lugar del proyecto.*



*Figura 2.- Limpieza y acondicionamiento del lugar del proyecto.*



**Figura 3.-** Descarga del PTAR Totorilla al río Alameda.



**Figura 4.-** Instalación del recipiente principal, para su llenado con el agua del río Alameda.



**Figura 5.-** Materiales para la preparación de los filtros.



**Figura 6.-** Recojo de agua del río Alameda, al recipiente principal de 30 l, para su respectiva homogenización y para luego ser distribuidos a los 8 filtros y una muestra de caracterización.





**Figura 7.-** Traslado de agua recogida del río Alameda al recipiente principal.



**Figura 8.-** Preparación de los filtros, con las respectivas capas como: piedra chancada, grava, gravilla, arena gruesa y carbón activado granular y en polvo.



**Figura 9.-** Colocación del material principal carbón activado granular.



**Figura 10.-** Filtros armados respectivamente (R1 y R2).



**Figura 11.-** Filtros en proceso de descontaminación.



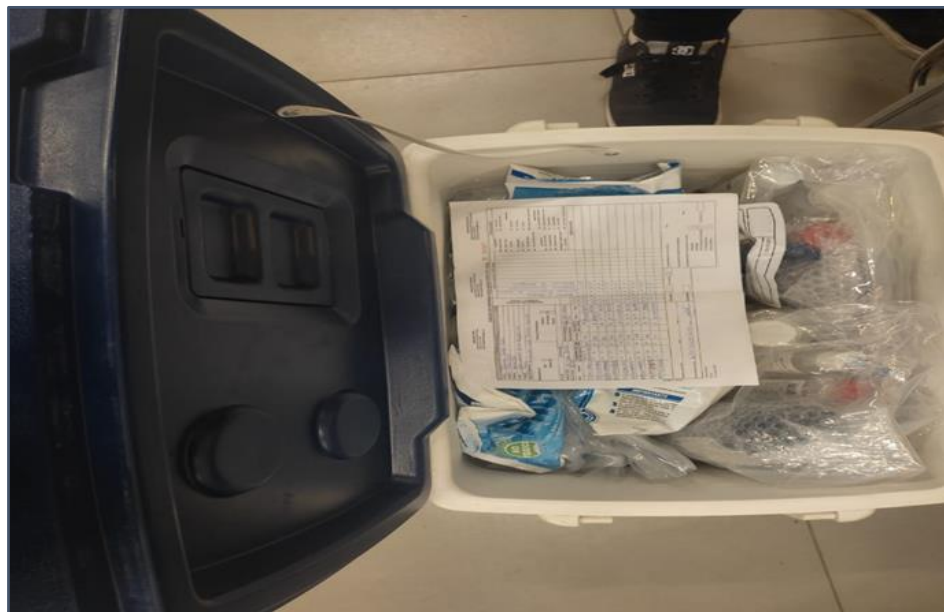
**Figura 12.-** Envasado de las muestras.



**Figura 13.-** Rotulado de los frascos para el llenado de las muestras después de los filtros, para su envío respectivo al laboratorio.



**Figura 14.-** Envío de las muestras al laboratorio de la empresa QUIMPETROL PERÚ S.A.C. a la ciudad de Lima



## **ANEXO 5. RESULTADOS DE LABORATORIO**

Figura 15.- Resultado de la muestra del pH, de la empresa SGS PERÚ SAC



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2300139 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					Car-r-Alam	F.G.200g (R1)
FECHA DE MUESTREO					02/01/2023	02/01/2023
HORA DE MUESTREO					16:00:00	16:50:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	--	--	7.32 *	6.89 *
FECHA DE MUESTREO					02/01/2023	02/01/2023
HORA DE MUESTREO					20:40:00	21:20:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	--	--	6.25 *	6.90 *
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					F.G.500g (R2)	F.P.200g (R2)
FECHA DE MUESTREO					02/01/2023	02/01/2023
HORA DE MUESTREO					21:52:00	23:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	--	--	6.93 *	6.75 *
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					F.P.500g (R2)	
FECHA DE MUESTREO					03/01/2023	
HORA DE MUESTREO					01:40:00	
CATEGORIA					AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	--	--	6.36 *	

Figura 16.- Resultados de las muestras de coliformes fecales, DBO y aceites y grasas de la empresa QUIMPETROL PERÚ S.A.C.




## INFORME DE ENSAYO N°: IE-MA-23-0097-4

**I. DATOS DEL SERVICIO**

1. RAZÓN SOCIAL	: SANDOVAL QUISPE, LIDIA / YUPANQUI QUISPE, JHOSELIN MELISA
2. DIRECCIÓN	: AAHH. LOS PINOS MZ E LOTE 05-AYACUCHO
3. PROYECTO	: *APLICACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO GRANULAR Y CARBÓN ACTIVADO EN POLVO COMO FILTRANTES PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ALAMEDA, AYACUCHO, 2022*.
4. PROCEDENCIA	: AYACUCHO / HUAMANGA /JESUS DE NAZARENO SECTOR TOTORILLA
5. SOLICITANTE	: SANDOVAL QUISPE, LIDIA
6. ORDEN DE SERVICIO N°	: OSI N° 024022023-1
7. PLAN DE MONITOREO	: PM N° 013022023-8
8. MUESTREADO POR	: QUIMPETROL PERU S.A.C
9. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-03-08

**II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO**

1. MATRIZ	: AGUA
2. NÚMERO DE MUESTRAS	: 9
3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2023-02-22
4. PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-02-22 al 2023-03-08

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater  
 (1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS



CHRISTOPHER LES MERCADO PUENTE  
 JEFE DE LABORATORIO Y OPERACIONES  
 QUIMPETROL PERU S.A.C.

QUIMPETROL PERÚ S.A.C.  
 Sede: Mz.A Lt.62 Zona Industrial - Talara Alta/Sede: Parque 17-3 - Piura - Talara - Pariñas  
 Celular: 961294600 / 976395989 E-mail: [contabilidad2@quimpetrolperu.pe](mailto:contabilidad2@quimpetrolperu.pe), [operales@quimpetrolperu.pe](mailto:operales@quimpetrolperu.pe),  
[cmecado@quimpetrolperu.pe](mailto:cmecado@quimpetrolperu.pe)

Página 1 de 7

## III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS

QUIMPETROL PERÚ S.A.C.

Sede: Mz.A Lt.62 Zona Industrial - Talara Alta/Sede: Parque 17-3 - Piura - Talara - Pariñas  
Celular: 961294600 / 976395989 E-mail:[contabilidad2@quimpetrolperu.pe](mailto:contabilidad2@quimpetrolperu.pe),  
[operales@quimpetrolperu.pe](mailto:operales@quimpetrolperu.pe),  
[cmecado@quimpetrolperu.pe](mailto:cmecado@quimpetrolperu.pe)



## IV. RESULTADOS

ITEM		1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:		M/MA-0181-4	M/MA-0181-5
CÓDIGO DEL CLIENTE:		Car-r-Alam	F.P. 500 g (R1)
DESCRIPCIÓN:		AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
COORDENADAS UTM WGS 84:		N: 8547199 E: 0588016	N: 8547199 E: 0588016
MATRIZ:		AGUA	AGUA
GRUPO:		NATURAL	NATURAL
SUBGRUPO:		SUPERFICIAL	SUPERFICIAL
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:		GMU-IN-001	GMU-IN-001
MUESTREO	FECHA:	2023-02-21	2023-02-21
	HORA:	16:32	16:32

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	1.8	240000	20500
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	mg/L	0.4	40.50	34.90
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	mg/L	0.48	16.50	12.80

**"L.D.M." : Limite de Detección del Método**

(1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.  
QPP no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*).

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.  
Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**NOTA:**

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

## IV. RESULTADOS

ITEM			3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M/MA-0181-6	M/MA-0181-7
CÓDIGO DEL CLIENTE:			F.P.500 g (R2)	F.P. 200 g (R1)
COORDENADAS UTM WGS 84:			N: 8547199 E: 0586016	N: 8547199 E: 0586016
MATRIZ:			AGUA	AGUA
GRUPO:			NATURAL	NATURAL
SUBGRUPO:			SUPERFICIAL	SUPERFICIAL
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			GMU-IN-001	GMU-IN-001
MUESTREO		FECHA:	2023-02-21	2023-02-21
		HORA:	16:32	16:32
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	1.8	20500.00	21000.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	mg/L	0.4	33.70	36.90
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	mg/L	0.48	10.40	8.50

**"L.D.M." : Limite de Detección del Método**

(1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.

QPP no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*).

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**NOTA:**

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

IV. RESULTADOS

ITEM			5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M/MA-0181-8	M/MA-0181-9
CÓDIGO DEL CLIENTE:			F.P.200 g (R2)	F.G.500 g (R1)
DESCRIPCION:			AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
COORDENADAS			N: 8547199	N: 8547199
UTM WGS 84:			E: 0586016	E: 0586016
MATRIZ:			AGUA	AGUA
GRUPO:			NATURAL	NATURAL
SUBGRUPO:			SUPERFICIAL	SUPERFICIAL
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			GMU-IN-001	GMU-IN-001
MUESTREO			FECHA:	2023-02-21
			HORA:	16:32
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	1.8	21000	22000
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>		0.4	34.20	37.50
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>		0.48	7.90	14.50

"L.D.M.": Límite de Detección del Método

(1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.

QPP no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con <sup>(\*)</sup>.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**NOTA:**

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

## IV. RESULTADOS

ITEM			7	8
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M/MA-0181-10	M/MA-0181-11
CÓDIGO DEL CLIENTE			F.G.500 g (R2)	F.G.200 g (R1)
DESCRIPCION:			AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
COORDENADAS UTM WGS 84			N: 8547199 E: 0588016	N: 8547199 E: 0588016
MATRIZ			AGUA	AGUA
GRUPO			NATURAL	NATURAL
SUBGRUPO			SUPERFICIAL	SUPERFICIAL
INSTRUCTIVO DE MUESTREO :			GMU-IN-001	GMU-IN-001
MUESTREO		FECHA:	2023-02-21	2023-02-21
		HORA:	16:32	16:32
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	1.8	22000	23000.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	mg/L	0.4	36.0	38.40
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	mg/L	0.48	12.5	10.40

**"L.D.M." : Limite de Detección del Método**

(1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.

QPP no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*).

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**NOTA:**

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

**IV. RESULTADOS**

ITEM	9	
CÓDIGO DE LABORATORIO:	MMA-0181-12	
CÓDIGO DEL CLIENTE:	F.G.200 g (R2)	
DESCRIPCION:	AGUA SUPERFICIAL	
COORDENADAS UTM WGS 84:	N: 8547199 E: 0586016	
MATRIZ:	AGUA	
GRUPO:	NATURAL	
SUBGRUPO:	SUPERFICIAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	GMU-IN-001	
MUESTREO	FECHA:	2023-02-21
	HORA:	16:32

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) <sup>(1)</sup>	NMP/100mL	1.8	23000.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sup>(1)</sup>	mg/L	0.4	37.90
Aceites y Grasas <sup>(1)</sup>	mg/L	0.48	7.80

**"L.D.M." : Limite de Detección del Método**

(1) Los métodos indicados han sido acreditados por IAS.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio.

QPP no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con <sup>(\*)</sup>.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**NOTA:**

Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente.

**"FIN DEL INFORME"**