



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Eficiencia de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo  
para el tratamiento de las aguas de lavandería**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Esquivel Rafaele, Franco Alberto (ORCID: 0000-0001-8329-6983)

**ASESOR:**

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

**LINEA DE INVESTIGACION:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico este proyecto, con un sentimiento especial de gratitud hacia mis amados padres, David y María, cuyas palabras de aliento y presión por la tenacidad resuenan en mis oídos. Mis hermanas Patricia y Milagros nunca se han ido de mi lado y son muy especiales.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecer a mi familia, profesores y participantes de la investigación que me guiaron y me dieron el apoyo para realizar esta investigación.

Agradezco también a mi asesor de tesis el Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también por haberme tenido tanta paciencia para guiarme durante el desarrollo de la tesis.

## Índice de contenido

Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2 Variables y operacionalización .....	12
3.3 Población, muestra y muestreo .....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5 Procedimientos .....	15
3.6 Método de análisis de datos.....	21
3.7 Aspectos éticos .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS.....	56

## Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
Tabla 2. Validación de instrumentos. ....	15
Tabla 3. EPP y materiales.....	17
Tabla 4. Caracterización de los lechos filtrantes .....	18
Tabla 5. Dimensiones del biofiltro .....	19
Tabla 6. Materiales empleados para el biofiltro. ....	19
Tabla 7. Análisis microbiológico en muestra pre tratamiento .....	22
Tabla 8. Análisis fisicoquímico en muestra pre tratamiento .....	22
Tabla 9. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos en post tratamiento.....	23
Tabla 10. Porcentaje de eficiencia .....	25
Tabla 11. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk .....	38
Tabla 12. Prueba paramétrica de T Student.....	39

## Índice de figuras

Figura 1. Flujograma del desarrollo para el tratamiento de aguas de lavandería	16
Figura 2. Diseño del sistema de biofiltración.....	20
Figura 3. Eficiencia de los biofiltros 1, 2 y 3 .....	26
Figura 4. Eficiencia de los biofiltros 6, 7 y 8 .....	27
Figura 5. Eficiencia de los biofiltros 4 y 9. ....	28
Figura 6. Eficiencia de los biofiltros 5 y 10 .....	29
Figura 7. Eficiencia del biofiltro con respecto a la DQO. ....	30
Figura 8. Eficiencia del biofiltro con respecto a la DBO.....	31
Figura 9. Eficiencia del biofiltro con respecto a fosfatos.....	31
Figura 10. Eficiencia del biofiltro con respecto al nitrógeno total.....	32
Figura 11. Eficiencia del biofiltro con respecto a sulfatos. ....	33
Figura 12. Eficiencia del biofiltro con respecto a los detergentes.....	33
Figura 13. Eficiencia del biofiltro con respecto a la dureza. ....	34
Figura 14. Eficiencia del biofiltro con respecto a la turbidez.....	35
Figura 15. Eficiencia del biofiltro con respecto a la conductividad eléctrica. ....	35
Figura 16. Eficiencia del biofiltro con respecto a las coliformes totales.....	36
Figura 17. Eficiencia del biofiltro con respecto a las coliformes termotolerantes. ....	37
Figura 18. Eficiencia del biofiltro con respecto a la escherichia coli. ....	37
Figura 19. Materiales del sistema de biofiltración.....	77
Figura 20. Materiales del biofiltro. ....	78
Figura 21. Proceso de conexión de sistema de biofiltración. ....	79
Figura 22. Proceso de armado del sistema de biofiltración.....	80
Figura 23. Armado del biofiltro. ....	81
Figura 24. Conexión final del sistema de biofiltración. ....	82
Figura 25. Sistema de biofiltración. ....	83
Figura 26. Obtención del aserien de cachimbo. ....	84
Figura 27. Obtención del cabello.....	85
Figura 28. Resultado de parámetros microbiológicos en pre tratamiento .....	86
Figura 29. Resultado de parámetros fisicoquímicos en pre tratamiento.....	87
Figura 30. Resultado de parámetros microbiológicos en B1-25c/75a-2H .....	88
Figura 31. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B1-25c/75a-2H.....	89

Figura 32. Resultado de parámetros microbiológicos en B2-50c/50a-2H .....	90
Figura 33. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B2-50c/50a-2H.....	91
Figura 34. Resultado de parámetros microbiológicos en B3-75c/25a-2H .....	92
Figura 35. Resultado de parámetros fisicoquímico en B3-75c/25a-2H .....	93
Figura 36. Resultado de parámetros microbiológicos en B4-100c-2H .....	94
Figura 37. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B4-100c-2H.....	95
Figura 38. Resultado de parámetros microbiológicos en B5-100a-2H .....	96
Figura 39. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B5-100a-2H .....	97
Figura 40. Resultado de parámetros microbiológicos en B6-25c/75a-4H .....	98
Figura 41. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B6-25c/75a-4H.....	99
Figura 42. Resultado de parámetros microbiológicos en B7-50c/50a-4H .....	100
Figura 43. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B7-50c/50a-4H.....	101
Figura 44. Resultado de parámetros microbiológicos en B8-75c/25a-4H .....	102
Figura 45. Resultado de parámetros fisicoquímico en B8-75c/25a-4H .....	103
Figura 46. Resultado de parámetros microbiológicos en B9-100c-4H .....	104
Figura 47. Resultado de parámetros fisicoquímico en B9-100c-4H .....	105
Figura 48. Resultado de parámetros microbiológicos en B10-100a-4H .....	106
Figura 49. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B10-100a-4H .....	107
Figura 50. Boleta electrónica sobre los análisis de laboratorio .....	108
Figura 51. Caracterización del aserrín de cachimbo .....	109
Figura 52. Boleta electrónica de la caracterización del aserrín de cachimbo. ...	110

## Resumen

En la actualidad, la contaminación del agua se ha convertido en un problema que aqueja a gran parte de la población y al medio ambiente. El incremento exponencial de la población ha generado que las industrias de lavanderías posean una alta demanda generando grandes cantidades de aguas residuales. Siendo así, esta investigación evaluó la eficiencia de 5 biofiltros compuestos por diferentes proporciones de cabello humano y aserrín de *Cariniana decandra* en la disminución de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de lavandería. Los componentes del biofiltro fueron caracterizados fisicoquímicamente para determinar la humedad, densidad, porosidad entre otros. Los resultados mostraron que el biofiltro compuesto solamente de cabello a 2 horas de retención hidráulica, tuvo una mayor eficiencia de tratamiento con valores de reducción de 75% en DQO, 77.8% en DBO, 83% en fosfatos, 77.3% en nitrógeno total, 50% en sulfatos, 91.1% en detergentes, 68.6% en dureza, 29.4% en turbidez, 71.5% en conductividad eléctrica, 90% en coliformes totales, 95% en coliformes termotolerantes y 91.5% en *Escherichia coli*. Finalmente, se concluye que los biofiltros de cabello y aserrín de *Cariniana decandra* son sistemas amigables y eficientes para tratar las aguas de lavandería.

**Palabras clave:** biofiltro, tratamiento, aguas de lavandería, cabello humano, aserrín de *Cariniana decandra*.



## Abstract

At present, water pollution has become a problem that affects a large part of the population and the environment. The exponential increase in the population has generated that the laundry industries have a high demand, generating large amounts of wastewater. Thus, this research evaluated the efficiency of 5 biofilters composed of different proportions of human hair and *Cariniana decandra* sawdust in reducing the physicochemical and microbiological parameters of laundry water. The components of the biofilter were characterized physicochemically to determine humidity, density, porosity, among others. The results showed that the biofilter composed only of hair at 2 hours of hydraulic retention, had a higher treatment efficiency with reduction values of 75% in COD, 77.8% in BOD, 83% in phosphates, 77.3% in total nitrogen, 50 % in sulfates, 91.1% in detergents, 68.6% in hardness, 29.4% in turbidity, 71.5% in electrical conductivity, 90% in total coliforms, 95% in thermotolerant coliforms and 91.5% in *Escherichia coli*. Finally, it is concluded that *Cariniana decandra* hair and sawdust biofilters are friendly and efficient systems to treat laundry water.

**Keywords:** biofilter, treatment, laundry water, human hair, Sawdust of *Cariniana decandra*.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la contaminación del agua se ha convertido en un problema principal afectando a gran parte de la sociedad y por consiguiente al ambiente. Esto se debe al vertimiento de agua residual no tratada a los cuerpos de agua como ríos, lagos, lagunas, mar y océano (Noblet y Schweitzer, 2018). En países que se encuentran en vía de desarrollo, el incremento exponencial de la población ha generado que la industria de lavanderías (lavado de ropa) posea una alta demanda provocando así la degradación del ambiente, dada que genera grandes cantidades de aguas residuales. En promedio, una lavandería utiliza 30 litros de agua para procesar 2 kg de ropa y descarga un total de 400000 litros de aguas residuales al día (Mauchauffe et al., 2012).

En África subsahariana, más del 50% de la población carece de sistemas de saneamiento (UNICEF Y OMS, 2019). Inclusive países que se encuentran en desarrollo como Estado Unidos, emiten anualmente 1.2 billones de galones producto de las aguas residuales industriales y en Nueva York se emite 27 mil millones de galones de aguas residuales (Riverkeepers, 2011).

Las aguas residuales que se generan en las lavanderías son producto de la utilización de diversos productos como el jabón, detergentes, carbonatos, sales y soda para la eliminación de la suciedad, grasas, aceites y sólidos en suspensión. Las aguas residuales de lavanderías ocasionan impactos mayores al medio ambiente, debido a la diversidad de productos que se utilizan en el proceso de lavado (Desai et al., 2017).

Las aguas residuales que se generan en las lavanderías, van directamente a sistemas de alcantarillados y terminan en cuerpos de agua, que generalmente son los ríos y estos a su vez son utilizados como fuente de regadío de áreas agrícolas y áreas de recreación generando así problemas para la salud humana (Valenzuela y Campuzano, 2018).

En el Perú, el 68% de las aguas residuales no recibe un tratamiento previo a su descarga a cuerpos de agua, ocasionando la degradación del ambiente y por consiguiente la propagación de enfermedades es inminente. En el departamento

de Lima, el 80% del vertimiento de las aguas residuales en sistemas de alcantarillado no recibe tratamiento alguno ocasionando así el deterioro significativamente de la calidad de vida de las personas (OEFA, 2014). Por otra parte, en el departamento del Cusco la descarga de aguas de lavanderías, son vertidos al río Huatanay presentando una alta carga de compuestos inorgánicos, sólidos totales suspendidos y compuestos del detergente (Arriaga y Castañeda, 2002).

Por lo consiguiente, ante la realidad problemática, se formuló como problema general ¿Qué tan eficiente es el biofiltro a base cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería?, y los problemas específicos: son ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de las aguas de lavandería antes y después del tratamiento?, ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de las aguas de lavandería antes y después del tratamiento?, ¿Cuál es la dosis óptima de cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería? y ¿Cuál es el tiempo óptimo para el tratamiento de las aguas de lavandería?.

La presente investigación se justifica bajo aspecto ambiental, social y económico. En cuanto al **aspecto ambiental**, el reaprovechamiento de los residuos biodegradables como el cabello y aserrín de cachimbo como lecho del biofiltro para el tratamiento de aguas de lavandería, disminuirá el impacto que ocasiona el vertimiento de dichas aguas a cuerpos ambientales, además el biofiltro es un sistema amigable, sustentable y ecológico con el medio ambiente. En el **aspecto social**, el biofiltro para el tratamiento de aguas de lavandería, permitirá el aprovechamiento de los residuos biodegradables, aportando también que estas aguas de lavandería podrán ser reutilizadas para el regadío de áreas verdes. Por otra parte, si estas aguas son vertidas a cuerpos de agua, el impacto que ocasionará será menor. En el **aspecto económico**, los métodos convencionales como la decantación, oxidación foto catalítica y oxidación catalítica tienen costos más altos y la efectividad de los métodos son bajas. El uso de materiales biológicos para el tratamiento de las aguas de lavandería es una alternativa buena, ya que es un método fácil, de menor costo, más accesible y renovable.

La presente investigación plantea el **objetivo general**: Determinar la eficiencia del biofiltro a base cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería, como **objetivos específicos**: Determinar los parámetros fisicoquímicos de las aguas de lavandería antes y después del tratamiento; Determinar los parámetros microbiológicos de las aguas de lavandería antes y después del tratamiento; Determinar la dosis óptima de cabello y aserrín de cachimbo para tratamiento de las aguas de lavandería; Determinar el tiempo óptimo para el tratamiento de las aguas de lavandería.

La hipótesis general de la investigación es: el proceso del sistema de biofiltración con cabello y aserrín de cachimbo influye en el tratamiento de aguas de lavandería, y como hipótesis específicas son: los parámetros fisicoquímicos en la etapa inicial de las aguas de lavanderías influyen en el tratamiento del biofiltro; los parámetros microbiológicos en la etapa inicial de las aguas de lavanderías influyen en el tratamiento del biofiltro; La dosis óptima de cabello y aserrín de cachimbo elegido permite el tratamiento de las aguas de lavandería; El tiempo óptimo elegido permite el tratamiento de las aguas de lavandería.

## II. MARCO TEÓRICO

El tratamiento de aguas residuales, es una serie de procesos mediante el cual se eliminan compuestos químicos, orgánicos e inorgánicos y contaminantes de carácter biológico, para que el tratamiento de las aguas residuales sea efectivo se requiere de una caracterización del tipo de agua residual que se pretende tratar y así brindar un tipo de tratamiento adecuado como: la coagulación, floculación, sedimentación, filtración y la desinfección (Lanfair et al., 2018). Así mismo, Kuo et al. (2019) estudiaron los procesos de coagulación, floculación y sedimentación para el tratamiento de aguas de lavandería industrial, utilizaron como coagulante natural *Acacia mearnsii*. Por otra parte, Barzegar et al. (2019) estudiaron el proceso de electrocoagulación y ozonización para la remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales, resultando eficaz el proceso de electrocoagulación y ozonificación.

El proceso de filtración de agua residuales tiene como objetivo eliminar y reducir la concentración de contaminantes tanto: físicos, químicos y biológicos. Los sistemas de filtración de agua residual generalmente incluyen un proceso de filtración de cinco etapas: sedimentario, mecánico, químico, mineral y bacteriano (Mao, 2016). Por otro lado, los filtros de arena y grava se utilizan para remover parámetros fisicoquímicos como es el caso del pH, la turbidez, sólidos totales en suspensión y sólidos totales disueltos (Ahmad y Dessouky, 2008). De la misma manera, Manouchehri y Kargari (2017) utilizaron sistemas de microfiltración de flujo cruzado para la recuperación de aguas residuales de lavandería. En los resultados, se obtuvo una mayor eficiencia de remoción de DBO con un 93.9% de remoción, DQO con un 90.8% de remoción y TSS con un 98,7% de remoción. Por otra parte, Khosravanipour et al. (2019) emplearon un sistema integrado de ultrafiltración para el tratamiento de aguas residuales de lavandería, en donde la remoción de la DQO cumple con los estándares ambientales.

Los biofiltros son sistemas que se emplean para la remoción de contaminantes en el agua, que por lo general está compuesto por material orgánico e inorgánico. Generalmente los biofiltros son sistemas que imitan a los humedales depurando las aguas de forma natural (Yocum, 2014). Así mismo, Amir et al. (2019) utilizaron dos reactores de biofiltros de característica aeróbica y anaeróbica para el tratamiento

de aguas de lavandería producida de manera artificial, el tratamiento consto de 3 variaciones de descarga, observándose una disminución de la demanda química de oxígeno. Por otra parte, Almeida et al. (2020) utilizaron 12 biofiltros de viruta de madera y cascara de maní para el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Los resultados que obtuvieron fueron de una eficiencia máxima de remoción de la demanda química de oxígeno de 80%. De la misma manera, Pulido (2018) utilizó dos biofiltros de *Eichhornia crassipes*, *Cyperus papyrus* y *Alocasia macrorrhiza* para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Los resultados que obtuvieron fueron para el primer biofiltro tuvo una eficiencia de remoción de 91.55% de DBO y 99.87% en remoción de coliformes totales. Por otra parte, el segundo biofiltro tuvo un 91.23 % de eficiencia en la remoción de la DBO y 97.28% en la remoción de coliformes totales. De la misma manera, Duchicela y Toledo (2014) utilizaron dos biofiltros de achira y totora para el tratamiento de aguas grises. Los resultados que obtuvieron fueron de 32.4% y 23.9% de eficiencia en remoción de la DBO respectivamente en ambos biofiltros.

Cachimbo, es un árbol que pertenece a la familia *Lecythydaceae* del género *Alantoma* y se encuentra distribuida en los departamentos de San Martín, Loreto, Madre de Dios y Ucayali (OSINFOR, 2015). Este árbol crece en suelos franco arenosos, alcanzando una altura de 50 metros y diámetro de 1 metro; posee raíces comprimidas gruesas y bajas y copa globosa o un poco achatada horizontalmente, la corteza superficial del tronco es de color marrón con fisuras de 1 cm de profundidad y 1 cm de abertura, la corteza laminar es de 1 a 1.3 cm de grosor, con ligero olor a grasa vegetal. El cachimbo presenta tres capas: una externa de color rosado pardusco, otra intermedia rosada, y una interna que es más blanquecina y más delgada (Goodwin et al., 2020). El cachimbo posee una densidad de 0.59 g/cm<sup>3</sup>, contracción tangencial de 7.58%, contracción radial de 4.96%, contracción volumétrica de 12.10% y contracción radial de 5% (PromPerú, 2004). Por otra parte, Ruan et al. (2020) utilizaron el aserrín de pino para el tratamiento de aguas residuales como agente bioportador de biopelículas, los resultados que obtuvieron fueron la eliminación de nitrógeno con un 41% y la DQO con 23,60%. No obstante, Khadijat et al. (2020) utilizaron el aserrín como medio adsorbente para la

decoloración de aguas residuales textiles, los resultados obtenidos es de un 71.05% de eliminación del color.

El cabello es una estructura filamentosa que se encuentra en la cavidad de la epidermis que se denomina folículo piloso, la estructura del cabello consta del núcleo o estructura interna denominado corteza y una serie de capas externas denominado cutícula. El cabello tiene dos partes que son el tallo y la raíz, la raíz es una cavidad longitudinal denominada folículo piloso. La parte del tallo está compuesto por células vivas queratinizadas y consta de varias partes: la vaina interna conformado por células germinativas con envoltura tabular, la vaina externa va por debajo de la epidermis y rodea al folículo piloso, el músculo erector del pelo está conformado por fibras musculares y se encuentran ubicados al lado del folículo piloso que va desde la dermis papilar hasta la glándula sebácea. El bulbo piloso conformado por células basales se encuentran alrededor de la papila, la parte del tallo está conformado por médula queratinizada y por dos capas envolventes el córtex o corteza y la cutícula (CC.OO., 2010).

El cabello tiene la propiedad de permeabilidad que consta en la absorción de líquidos absorbiendo hasta su tercera parte de su peso por ende tiene la tendencia de alterar sus características como la forma longitud y el diámetro. La propiedad de la resistencia del cabello está determinada por su composición química que es de azufre y la estructura queratinizada que hace que el cabello sea muy resistente ante los microorganismos. El cabello es muy resistente al calor seco soportando 140° C y al calor húmedo soportando 220° C. La propiedad de la plasticidad del cabello es importante ya que, gracias a este, el cabello se puede moldear o realizar nuevas formas al cabello y que este no recupera de inmediato su plasticidad. La elasticidad del cabello es una propiedad importante, gracias a esta el cabello puede variar de longitud, diámetro y forma, llegando hasta la tercera parte de su longitud. El cabello está constituido químicamente por proteínas con un 28%, lípidos con el 2% y el 70% conformado en su mayoría por agua, sales urea, aminoácidos, entre otros (Bheel et al., 2020).

Espino (2018) utilizó adsorbentes naturales como el cabello y plumas de pollo para la remoción de petróleo de aguas sintéticas, las muestras analizadas se

obtuvieron en 5 tiempos distintos de son de 55 segundos, 2, 5, 8 y 11 minutos de esta manera para determinar el tiempo óptimo para la remoción del petróleo, los resultados obtenidos fueron de 15.35% de eficiencia en la remoción de petróleo utilizando plumas de pollo con un tiempo óptimo de 5 minutos, el resultado obtenido para el cabello es de una eficiencia de remoción de 23.08% con un tiempo óptimo de 8 minutos.

El potencial de hidrógeno (pH), es la indicación del nivel de neutralidad, acidez o de basicidad de un medio acuoso, y que es cuantificado por la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido presentes en un medio acuoso. El intervalo de medición de pH se da entre 0 a 14, cuando el rango del pH es 7 el agua es neutra, cuando el valor es menor a 7 el agua es ácida, y si es mayor el valor indica que el agua es básica o alcalina (Butcher, 1999).

La DQO, es la cantidad de oxígeno que requiere un medio para la oxidación y/o degradación de la materia orgánica e inorgánica y que estas están rígidamente por condiciones externas como la temperatura y el tiempo (Teng et al., 2021). Así mismo, Selambakkannu (2021) utilizó el sistema de irradiación con haz de electrones para la disminución de la DQO en efluentes de lavandería, los resultados obtenidos son 76% de eficiencia en remoción de DQO con rango de 3kGy a 4kGy de irradiación.

La DBO, es la cantidad de oxígeno que se requiere en un medio para que luego estas puedan ser absorbidos por microorganismo aeróbicos. Para luego biodegradar la materia orgánica presente en un medio líquido, donde el rango presente en la degradación de la materia orgánica oscila entre 1 – 06 mgO<sub>2</sub>/L, así mismo, si el rango es de 1 – 04 mgO<sub>2</sub>/L la degradación es imperceptible ya que solo presenta materia orgánica mínima (Lecca y Lizama, 2014). De la misma manera, Chávez y Medina (2017) utilizaron un biofiltro de *Eisenia foetida* para el tratamiento de efluentes de industrias lácteas. Los resultados que obtuvieron fueron: 92% de remoción de la DQO y 94% de remoción de la DBO.

El fósforo es uno de los elementos más indispensables para la vida, el fósforo se puede encontrar en dos formas como fosfato orgánico y fosfato inorgánico. El fosfato forma parte del detergente como potenciadores para el ablandamiento del



agua y disminución de la dureza (Caraco, 2009). Así mismo, Álvarez et al. (2021) estudiaron la capacidad de adsorción de partículas magnéticas para la disminución de fosfato de una planta de tratamiento de aguas residuales, como resultados se obtuvo una eficiencia de remoción de fósforo de 59.7%. Así mismo, Vyrides et al. (2021) utilizaron como medio de tratamiento térmico óptimo la *Posidonia oceánica* para la eliminación de fosfatos de aguas residuales sintéticas. El resultado obtenido es de 86% de remoción de fosfato.

El Nitrógeno es un elemento esencial para la vida y se encuentra en diferentes formas como: nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato. El nitrato no presenta sabor ni olor y se encuentran disueltas en el agua, el nitrato en altas cantidades ocasiona problemas a salud como la metahemoglobinemia (Singh et al., 2021). Así mismo, Li et al. (2016) emplearon la oxidación microbiana de pirrotina para la eliminación simultánea de fosfatos y nitratos de aguas residuales, los resultados obtenidos fueron: los fosfatos se eliminó 0,3 mg/l y los nitratos 1,13 mg/l. Por otra parte, Zhang et al. (2021) utilizaron *Pseudomonas sp. Y39-6* para la eliminación de nitratos de aguas residuales, el resultado obtenido es de 24.83% de remoción de nitratos. Por otra parte, Ruan et al. (2020) emplearon el aserrín de pino para el tratamiento de aguas residuales como agente bioportador de biopelículas, el resultado que obtuvieron fue la eliminación del nitrógeno con un 41%.

El azufre es uno de los elementos que se encuentran en abundancia en la corteza terrestre. El sulfato es una sal de ácido sulfúrico y forma parte del detergente como agente tensioactivo que ayudan a disolver sustancias insolubles: como las grasas y aceites (Auersvald et al., 2021). Por consiguiente, Mthembu et al. (2021) utilizaron un sistema hidropónico con *Bidens pilosa* para la eliminación de sulfatos en aguas residuales industriales, el resultado obtenido es de 76% de eliminación de sulfato. Por otra parte, Raketh et al. (2021) utilizaron la ceniza de madera de caucho para la eliminación de sulfato en aguas residuales industriales, el resultado que obtuvieron fue la eliminación de sulfato a partir de una carga de 10 mg/l con una eficiencia de 42%.

El detergente, es una sustancia de propiedades físico químicas que se utilizan como agentes surfactantes y coadyuvantes para la dispensación de impurezas de

un objeto. El surfactante ocasiona la formación de espumas e inducen a la toxicidad del agua. Por otra parte, el coadyuvante aumenta el pH del agua y también actúa como agente implicado en proceso de la eutrofización. El fenómeno de la detergencia es un proceso donde la suciedad es separada del sustrato y puesta en estado de disolución o dispersión (Barrenetxea et al., 2011). Así mismo, Hancoo (2018) utilizó el proceso de floculación, coagulación y adsorción para el tratamiento de aguas de lavandería empleando policloruro de aluminio y sulfato de aluminio, teniendo como resultado la eliminación de detergente en un 97.99% y 94.92% respectivamente.

La dureza del agua es un parámetro que determina la concentración de compuestos minerales que por lo general son compuestos de calcio y magnesio. Así mismo, Ruizhu et al. (2021) utilizaron un lecho fluidizado de pellets circulantes para la eliminación de la dureza de las aguas grises, el resultado que obtuvieron fue de 80% de remoción de la dureza. Por otra parte, Halpegama et al. (2021) emplearon la electrocoagulación monopolar para eliminar la dureza en agua simulada, el resultado que obtuvieron fue una eficiencia de remoción de 63%, con un consumo de energía de 1,98 kWh/m<sup>3</sup>.

La turbidez es un parámetro que indica la concentración de partículas en suspensión y limita la transparencia del agua, mientras más alta sea la cantidad partículas en suspensión mayor será la turbidez del agua (González, 2011). Así mismo, López (2018) cuya investigación fue disminuir la turbiedad de aguas residuales domesticas utilizando *cactus Opuntia ficus* como agente coagulante. Los resultados que obtuvieron fue una eficiencia de remoción de 86% de la turbiedad, reduciendo una concentración de 500 NTU a 70 NTU. Por otra parte, Gallardo (2016) empleo humedales artificiales para el tratamiento de aguas grises, el resultado obtenido fue una eficiencia de remoción de la turbiedad del 87%.

La conductividad eléctrica es un parámetro físico de un material o sustancia que tiene la capacidad de conducir corriente eléctrica, y está directamente relacionado con la concentración de minerales disueltos en el medio acuoso (Monteiro et al., 2021). Así mismo, Salazar y Sisalema (2018) utilizaron el aserrín como filtro para

el tratamiento de aguas residuales de industria textil, el resultado que obtuvieron fue una eficiencia de reducción de la conductividad eléctrica del 60%.

La *Escherichia coli*, Coliforme Total y Coliformes termo tolerantes son indicadores de contaminación fecal en un medio acuoso, y pueden ser de origen animal o humano. La presencia de estas bacterias representa un riesgo para la salud humana, la unidad de medida de estas bacterias son las unidades formadoras de colonias (Khatri et al., 2020). Así mismo, Gómez (2019) utilizó 2 humedales artificiales que estuvieron conformados de *Cyperus Alternifolius* y *Chrysopogon Zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas. Los resultados obtenidos fueron, 98.6% y 96.4% de remoción de la DBO respectivamente, 93% y 90% de remoción de DBO respectivamente, 99.6% y 91% de remoción de coliformes termotolerantes respectivamente, 99.4% y 99% de remoción de la turbidez respectivamente, 48.8% y 56.6% de remoción del nitrógeno total respectivamente.

El tiempo de retención, es un periodo de permanencia de un medio acuoso ubicado en sistemas de tratamientos e instalaciones, esta rígidamente por condiciones como: caudal, volumen y velocidad (Deng et al., 2021). Asimismo, Vitor (2019) evaluó la capacidad del filtro de aserrín de eucalipto para adsorber el zinc de aguas residuales, se realizó 3 muestras con respectivos tiempo de retención hídrica variando de 1, 2 y 3 horas respectivamente la concentración del zinc fue de 2 y 4 ppm, los resultados obtenidos fue a 1 hora de retención hidráulica se obtuvo 63.042%, 68.0375% de remoción de zinc en ambas concentraciones, a 2 horas de la retención hidráulica se obtuvo 69.2285%, 74.2175% de remoción de zinc en ambas concentraciones y por 3 horas de retención hidráulica se obtuvo una eficiencia del 95.534% y 95.9925% de remoción de zinc en ambas concentraciones.

Estándares de calidad ambiental (ECA), son parámetros e indicadores de calidad ambiental, medibles en cuerpos receptores (agua, aire, suelo). Por otra parte, los límites máximos permisibles (LMP), son parámetros e indicadores de calidad ambiental medibles en efluentes o puntos de emisiones (MINAM, 2017).

La eficiencia es un indicador que determina la capacidad de elegir o utilizar los medios más efectivos. Es la relación existente entre la optimización del tiempo invertido, trabajo desarrollado e inversión realizada en un proyecto con respecto a

los resultados obtenidos. Por ello en los tratamientos de aguas residuales la eficiencia se refleja en la remoción de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en una muestra, y se expresa mediante la diferencia de la concentración inicial y la concentración final, sobre la concentración inicial y todo multiplicado por 100 para determinar el porcentaje de eficiencia (Arias y Sinchi, 2016).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo porque se utilizó los datos recolectados para probar la hipótesis, a través de la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento (Sampieri et al., 2014). Así mismo, la investigación fue aplicada, dado que la problemática fue identificada y se aplicaron conocimientos sobre el tratamiento de las aguas de lavandería (CONCYTEC, 2018).

El diseño de estudio fue de tipo experimental puro, porque se manipulo la variable independiente, la cual permitió cambios en la variable dependiente (Sampieri et al. 2014).

$$G = O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2 \dots \dots \dots (1)$$

G: muestra inicial de las aguas grises domesticas

O1: medición de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de lavandería.

X: la eficiencia del uso de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo.

O2: medición final de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del biofiltro.

El nivel de la investigación fue de tipo explicativo ya que de esta manera se pudo responder las situaciones y fenómenos planteados. Para determinar la relación de la variable independiente y dependiente (Sampieri et al., 2014).

#### 3.2 Variables y operacionalización

Dentro de las variables y operacionalización se trabajó tanto con variable dependiente e independiente. La variable dependiente es el tratamiento de aguas de lavandería, y como variable independiente es la eficiencia del biofiltro

a base de cabello y aserrín de cachimbo. La operacionalización de dichas variables se muestra en el anexo 1.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

La población es el total de elementos que se desea investigar y estas se encuentran limitadas y definidas (Hernández y Mendosa, 2018). Por lo tanto, para la investigación, la población fue el agua residual de la lavandería Fast clean que se encuentra en el distrito de San Jerónimo del departamento del Cusco.

La muestra es el subgrupo concerniente a la población y que también posee características similares entre si (Hernández y Mendosa, 2018). Como muestra se recolecto un total de 60 litros de agua de lavandería distribuidos en 10 biofiltros respectivamente. La muestra fue de carácter no probabilístico o dirigido.

El tipo de muestreo fue de carácter intensional o por conveniencia ya que la muestra se extrajo de manera aleatoria de las aguas de lavanderías antes de que estas aguas residuales sean vertidos al sistema del alcantarillado (Sampieri et al., 2014).

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

Para la presente investigación se utilizó la técnica de la observación directa. La observación directa es una técnica que se empleó para observar directamente las variables, para luego recopilar datos que influyan o que estas puedan influir los resultados como es el caso del día, fecha y el material del biofiltro.

En la Tabla 1 se muestra la técnica y los instrumentos de recolección de datos que se empleó en la investigación.

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumentos de recolección de datos	
Observación	Ficha 1. Cadena de custodia	Esta ficha sirvió para registrar datos y características del lugar de estudio tales como la hora y fecha, brindando así la integridad y confiabilidad de la muestra
	Ficha 2. Tabla de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de pre tratamiento del agua de lavandería.	Esta ficha sirvió para conocer la composición de contaminantes tanto fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de pre tratamiento para luego poder medir el nivel de eficiencia en remoción de contaminantes tanto fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de lavandería.
	Ficha 3. Tabla de características del biofiltro	Esta ficha sirvió para conocer las características físicas del biofiltro tanto en volumen, diámetro y altura.
	Ficha 4. Tabla de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa post tratamiento de aguas de lavandería.	Esta ficha sirvió para conocer la composición de contaminantes tanto fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa post tratamiento y así determinar cuánto fue el porcentaje de eficiencia de remoción del biofiltro.

La validación de los instrumentos en la investigación fue evaluada por 04 expertos en la materia, la validación de los instrumentos es realizado a juicio propio del investigador empleando una calificación correspondiente.

En la Tabla 2 se presenta el nombre de los expertos evaluadores y su porcentaje de aceptación del instrumento.

Tabla 2. Validación de instrumentos.

<b>Nombre del experto</b>	<b>CIP</b>	<b>% De aceptación del instrumento</b>	<b>Promedio de aceptación</b>
Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	130267	90%	
Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco	46572	90%	
Dr. Munive Cerrón, Rubén Víctor	38103	90%	90%
Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	89972	90%	

### 3.5 Procedimientos

El desarrollo de la investigación cuenta con varias etapas que inician desde la recolección de la muestra hasta el análisis y evaluación de la muestra, para luego determinar la eficiencia del biofiltro. A continuación, en la Figura 1 se presenta el flujograma de procedimientos.



En la Figura 1 se muestra el flujograma de procedimientos que se realizó para el tratamiento de las aguas de lavandería.

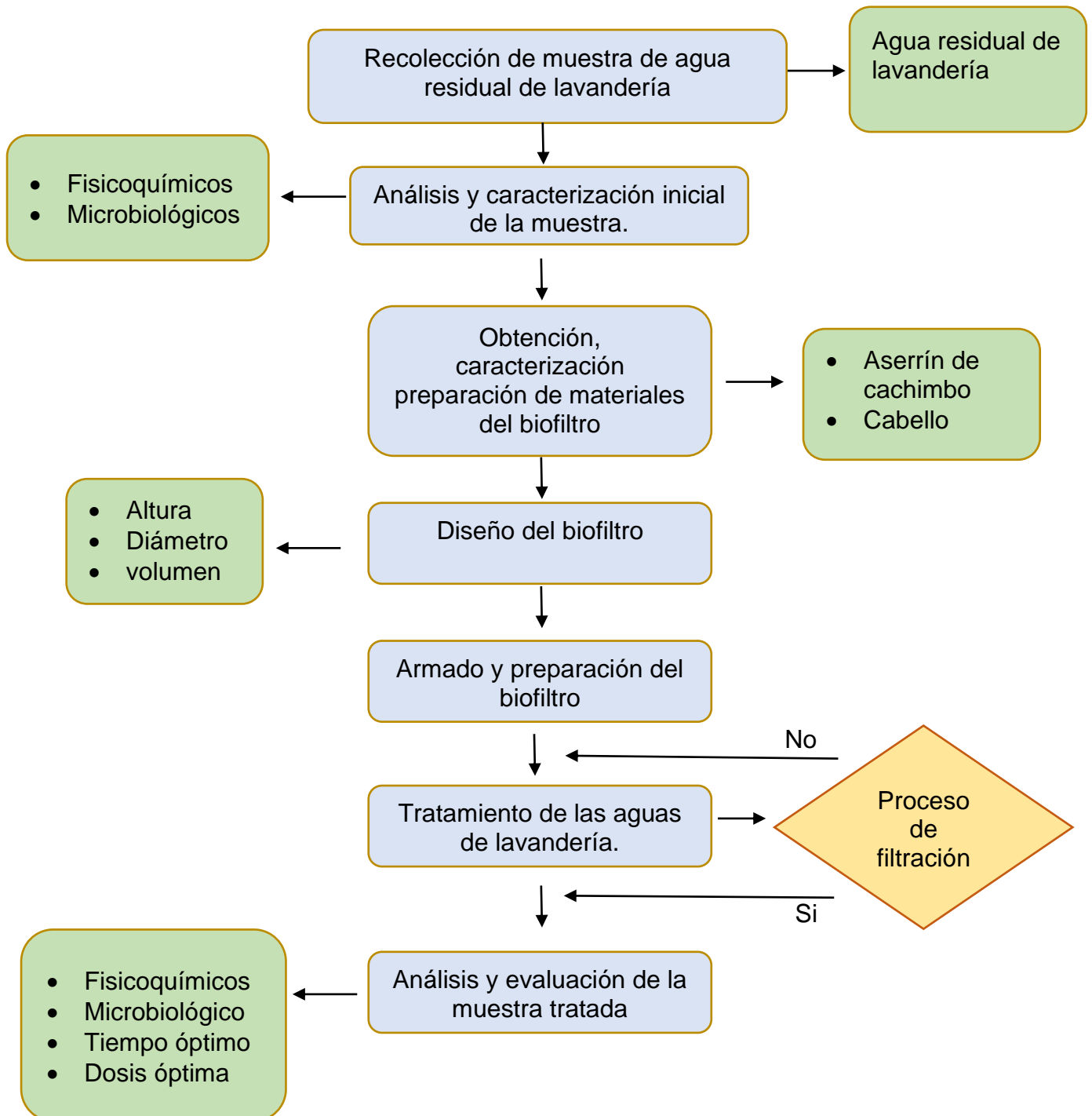


Figura 1. Flujograma del desarrollo para el tratamiento de aguas de lavandería

## **Etapa 1.** Recolección de muestra de agua residual de lavandería.

La recolección de la muestra se efectuó en una lavandería Fast Clean que se encuentra ubicada en la avenida la cultura con intersección a la calle Pedro Brescia en el distrito de San Jerónimo. Esta recolección siguió el protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales brindado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), mencionados en la Resolución Jefatural N° 010-2016. La muestra recolectada fue de 60 litros de agua de lavandería.

En la Tabla 3, se menciona los equipos de protección personal (EPP) y materiales para la recolección de muestra.

Tabla 3. EPP y materiales

<b>Equipos de protección personal</b>
• Protector facial
• Mascarillas N95
• Botas sanitarias (PVC)
• Mandil guardapolvo
• Gorro sanitario
• Guantes látex
• Traje de bioseguridad
• Casco de seguridad
<b>Material y equipo para la extracción de la muestra.</b>
• Balde de agua de 20 litros
• Balde de agua de 60 litros
• Marcadores
• Etiquetas
• Alcohol 96°

## **Etapa 2.** Análisis y caracterización inicial de la muestra.

La muestra recolectada fue recolectada utilizando un cooler para preservar la muestra. El análisis y caracterización de la muestra fue realizada en el laboratorio Laasa lab. Los parámetros analizados fueron tanto fisicoquímicos (pH, T°, DBO,

DQO, sólidos en suspensión, turbidez, nitratos, fosfatos, sulfatos y detergente) y microbiológicos (coliformes totales, coliformes termo tolerantes y *escherichia coli*).

### **Etap 3.** Obtención, caracterización y preparación de materiales del biofiltro

El aserrín de cachimbo, se obtuvo de una maderera ubicada en la asociación pro vivienda (APV) Patrón san Jerónimo, calle los Jazmines, la cantidad de aserrín obtenido fue de 10 kilos. Luego fueron tamizados para la eliminación del polvo de aserrín y quedarnos con las de mayor longitud.

El cabello se obtuvo de peluquerías ubicados en la avenida la cultura, paradero puente del distrito de san Jerónimo, la cantidad de cabello obtenido fue de 10 kilos. El cabello obtenido se lavó con agua destilada para eliminar impurezas y material particulado presentes en el cabello. Posteriormente, fue secado en la intemperie para eliminación de la humedad durante 2 días.

En la Tabla 4 se muestra la caracterización de los lechos filtrantes utilizados en los biofiltros.

Tabla 4. Caracterización de los lechos filtrantes

Caracterización de los lechos filtrantes						
	Porosidad (%)	Humedad (%)	Densidad aparente (g/cc)	Densidad real (g/cc)	Capacidad de retención de hidráulica (%)	
Aserrín de cachimbo	61.4	11	0.22	0.57	35.8	
	Densidad (g/cc)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Flotabilidad (N)	Humedad (%)	resistente al calor seco (°C)	resistente al calor húmedo (°C)
Cabello	75	1200	3.1314	20	140	220

#### **Etapa 4. Diseño del biofiltro**

Para la elaboración del biofiltro se consideró las medidas externas, como se observa en la Tabla 5. El volumen del biofiltro condicionara a la cantidad de muestra estimado para llevar a cabo el tratamiento. En la tabla 6 se visualiza los materiales empleados para la elaboración del biofiltro.

Tabla 5. Dimensiones del biofiltro

Dimensiones del biofiltro	
Forma	Cilindro recto circular
Altura	40 cm
Diámetro	10.16 cm
Volumen	4227.32 cm <sup>3</sup>

Tabla 6. Materiales empleados para el biofiltro.

Materiales	Cantidad	Medida / unidad
Tubo de PVC de 4"	6	40 cm
Tubo de PVC de 1/2"	1	5 m
Reducción de 4" a 2"	10	-
Reducción de 2" a 1 1/4"	10	-
Codo de 1/2"	12	-
Teflón	4	-
Pegamento de tubo	1	237 mL
Llave de paso 1/2"	1	-
T de 1/2"	9	-
Embudo de 4"	10	-
Trampa tipo botella sanitaria	1	-

En la Figura 2 se muestra el sistema para el tratamiento de las aguas de lavandería conformado por 10 biofiltros. El biofiltro 1 (B1) está compuesto por 25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo, el biofiltro 2 (B2) está compuesto por 50% de cabello y 50% de aserrín de cachimbo, el biofiltro 3 (B3) está compuesto por 75% de cabello y 25% de aserrín de cachimbo, el biofiltro 4 (B4) está compuesto solo de cabello, el biofiltro 5 (B5) está compuesto solo de aserrín de cachimbo, del biofiltro B1 al B5 fueron sometidos a 2 horas de retención hidráulica. Por otra parte, el biofiltro 6 (B6) está compuesto por 25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo, el biofiltro 7 (B7) está compuesto por 50% de cabello y 50% de aserrín de cachimbo, el biofiltro 8 (B8) está compuesto por 75% de cabello y 25% de aserrín de cachimbo, el biofiltro 9 (B9) está compuesto solo de cabello y el biofiltro 10 (B10) está compuesto solo de aserrín de cachimbo, los biofiltros B6 al B10 fueron sometidos a 4 horas de retención hidráulica.

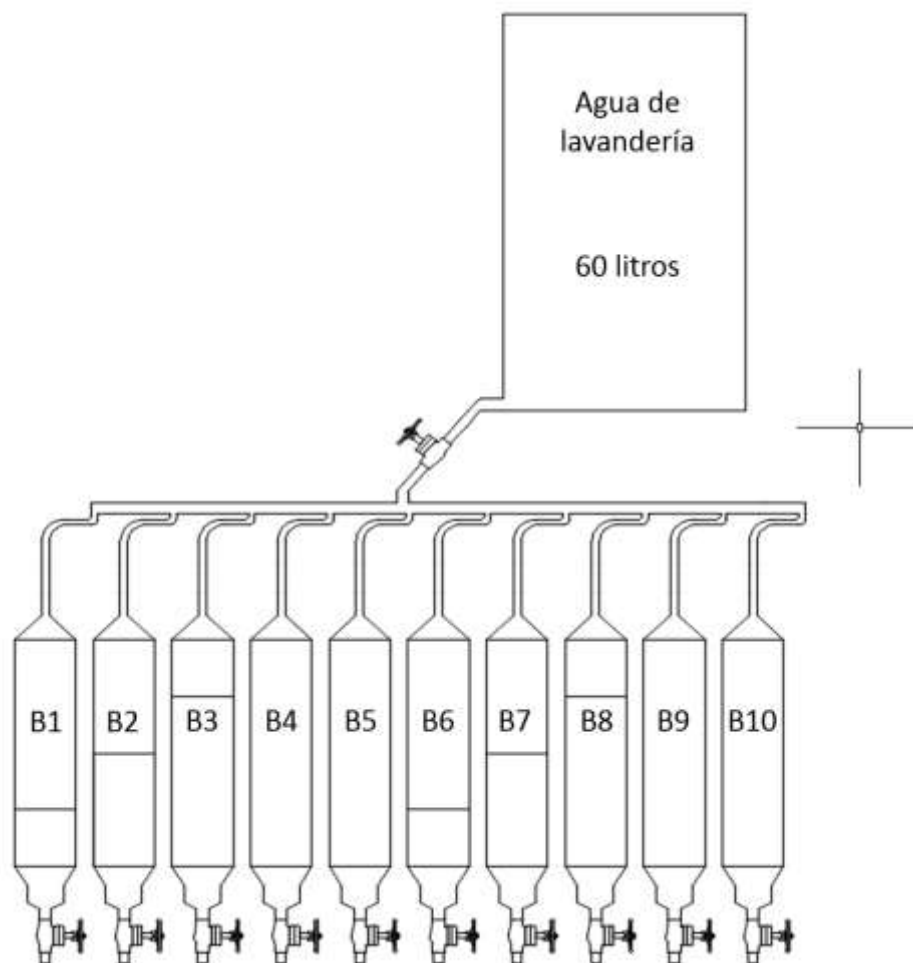


Figura 2. Diseño del sistema de biofiltración.

### **Etapa 5.** Tratamiento de las aguas de lavandería.

Para el tratamiento de las aguas de lavandería se empleó el proceso de filtración en 2 tiempos correspondientes (2h y 4h), y está compuesto por cabello y aserrín de cachimbo. Posteriormente, se recolectó 2 litros de muestra tratada de cada biofiltro y tiempo de retención respectivo, para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (DQO, DBO, pH, T°, conductividad eléctrica, turbidez, sulfatos, nitratos, fosfatos, escherichia coli, coliformes totales y coliformes termo tolerantes).

### **Etapa 6.** Análisis y evaluación de la muestra tratada

Dentro del análisis y evaluación del post tratamiento se determinó el tiempo y dosis óptima de cabello y aserrín de cachimbo para la reducción de contaminantes de carácter fisicoquímico y microbiológico.

#### **3.6 Método de análisis de datos.**

Para la investigación correspondiente se empleó la estadística descriptiva e inferencial. En la estadística inferencial se utilizó el programa estadístico IBM SPSS para analizar los datos obtenidos tanto en la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de hipótesis de T Student. Por otra parte, para la estadística descriptiva se utilizó el programa Excel, para la elaboración de tablas, cuadros comparativos y gráficos.

#### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación se realizó de acuerdo a la guía de productos de investigación brindada por vicerrectorado de investigación de la Universidad César Vallejo 2020. Los análisis físicos, químicos y microbiológicos se realizaron en un laboratorio acreditado, siguiendo los lineamientos establecidos por el código de ética, la resolución rectoral N° 0089-2019/UCV y de las líneas de investigación N°0126-2017/UCV, N° 0200-2018/UCV. De la misma manera, se respetó los derechos de la bibliografía consultada. La presente investigación se sometió a la plataforma de Turnitin, para corroborar la veracidad y originalidad de la investigación. Los análisis y recolección de datos contaran con evidencias que acrediten y respalden la credibilidad de la información y resultados.

#### IV. RESULTADOS

Caracterización inicial de las aguas de lavandería

En la Tabla 7 se muestra los resultados de los parámetros microbiológicos en la etapa de pre tratamiento.

Tabla 7. Análisis microbiológico en muestra pre tratamiento

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Lugar de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.			In Situ	
				Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes antes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)	pH	Temperatura °C.
Muestra MPT-AL	Muestra Pre tratamiento	Salida de lavadora	6 545 x10 <sup>6</sup>	2 400	2 400	1 100	8.00	16.3

\* MPT-AL (muestra pre tratamiento – agua de lavandería)

\* N.M.P. (número más probable)

A partir de la tabla 7 se observaron los resultados de coliformes totales (2400 UFC), coliformes termotolerantes (2400 UFC), y escherichia coli (1100 UFC), lo que indica la alta presencia de microorganismos en las aguas de lavandería.

En la Tabla 8 se muestra los resultados de los parámetros fisicoquímicos en la etapa de pretratamiento.

Tabla 8. Análisis fisicoquímico en muestra pre tratamiento

Muestra MPT - AL		
Determinaciones	Unidad	Muestra 0
Dureza total	mg/L	3500
Conductividad eléctrica	µS/cm	8450
Turbidez	NTU	545
pH	-	9.8
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	180
Demanda química de oxígeno	mg/L	400
Nitrógeno total	mg/L	22
Fosfatos	mg/L	1.64
Sulfatos	mg/L	1200
Detergentes	mg/L	494

\*MPT-AL (muestra pre tratamiento – agua de lavandería)

Evaluación post tratamiento

En la Tabla 9 se muestra los resultados fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de post tratamiento.

Tabla 9. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos en post tratamiento.

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos													
Código de campo	pH	Dureza total (mg/L)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Turbidez (NTU)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	Detergentes (mg/L)	Coliformes Totales (UFC/100ml)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100ml)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)
B1-25c/75a-2H	7.2	850	1700	150	110	260	9	0.96	310	54.6	1100	460	120
B2-50c/50a-2H	7.1	800	1660	173	70	160	8	1.13	304	46.6	460	210	28
B3-75c/25a-2H	7.1	800	1700	174	65	180	7	1.37	305	54	460	210	75
B4-100c-2H	6.9	1100	2140	385	40	100	5	0.27	600	43.8	240	120	93
B5-100a-2H	7.2	1100	2440	471	75	190	8	0.63	550	23.8	210	75	75
B6-25c/75a-4H	7.2	800	1560	130	104	260	12	1.17	300	15.8	150	150	39
B7-50c/50a-4H	7.2	920	1830	269	110	300	11	1.15	360	29	150	75	15
B8-75c/25a-4H	7.2	1100	2040	315	108	300	10	0.73	510	34	460	150	93
B9-100c-4H	6.9	1100	2380	472	110	290	12	0.14	680	23.4	460	150	20
B10-100a-4H	7.1	1200	2230	346	120	280	18	0.044	570	75	75	75	75



- \* *B1-25c/75a-2H* (biofiltro 1- con 25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo a 2 horas de retención hidráulica)
- \* *B2-50/50a-2H* (biofiltro 2- con 50% de cabello y 50% de aserrín de cachimbo a 2 horas de retención hidráulica)
- \* *B3-75c/25a-2H* (biofiltro 3- con 75% de cabello y 25% de aserrín de cachimbo a 2 horas de retención hidráulica)
- \* *B4-100c-2H* (biofiltro 4- con 100% de cabello a 2 horas de retención hidráulica)
- \* *B5-100a-2H* (biofiltro 5- 100% de aserrín de cachimbo a 2 horas de retención hidráulica)
- \* *B6-25c/75a-4H* (biofiltro 6- con 25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo a 4 horas de retención hidráulica)
- \* *B7-50c/50a-4H* (biofiltro 7- con 50% de cabello y 50% de aserrín de cachimbo a 4 horas de retención hidráulica)
- \* *B8-75c/25a-4H* (biofiltro 8- con 75% de cabello y 25% de aserrín de cachimbo a 4 horas de retención hidráulica)
- \* *B9-100c-4H* (biofiltro 9- con 100% de cabello a 4 horas de retención hidráulica)
- \* *B10-100a-4H* (biofiltro 10- 100% de aserrín de cachimbo a 4 horas de retención hidráulica)

Por lo consiguiente ante la tabla 9 se efectuó la elaboración de la tabla 10 que corresponde al porcentaje de eficiencia de remoción o disminución de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con respecto a la tabla 7 y 8 que corresponden a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de pre tratamiento.

Tabla 10. Porcentaje de eficiencia

Código de campo	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	Detergentes (mg/L)	Dureza total (mg/L)	Turbidez (NTU)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Coliformes Totales (UFC/100ml)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100ml)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)
	%											
<b>B1-25c/75a-2H</b>	35	38.9	41.5	59.1	74.2	88.9	75.7	72.5	79.9	54.2	80.8	89.1
<b>B2-50c/50a-2H</b>	60	61.1	31.1	63.6	74.7	90.6	77.1	68.3	80.4	80.8	91.3	97.5
<b>B3-75c/25a-2H</b>	55	63.9	16.5	68.2	74.6	89.1	77.1	68.1	79.9	80.8	91.3	93.2
<b>B4-100c-2H</b>	75	77.8	83.5	77.3	50	91.1	68.6	29.4	74.7	90	95	91.5
<b>B5-100a-2H</b>	52.5	58.3	61.6	63.6	54.2	95.2	68.6	13.6	71.1	91.3	96.9	93.2
<b>B6-25c/75a-4H</b>	35	42.2	28.7	45.5	75	96.8	77.1	76.1	81.5	93.8	93.8	96.5
<b>B7-50c/50a-4H</b>	25	38.9	29.9	50	70	94.1	73.7	50.6	78.3	93.8	96.9	98.6
<b>B8-75c/25a-4H</b>	25	40	55.5	54.5	57.5	93.1	68.6	42.2	75.9	80.8	93.8	91.5
<b>B9-100c-4H</b>	27.5	38.9	91.5	45.5	43.3	95.3	68.6	13.4	71.8	80.8	93.8	98.2
<b>B10-100a-4H</b>	30	33.3	97.3	18.2	52.5	84.8	65.7	36.5	73.6	96.9	96.9	93.2

A partir de la Tabla 10 se muestra los resultados representados en porcentaje de eficiencia obtenidos tanto en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los 10 biofiltros

## Determinación de las eficiencias de los biofiltros.

En la Figura 3 se muestran la eficiencia promedio de los biofiltros 1, 2 y 3.

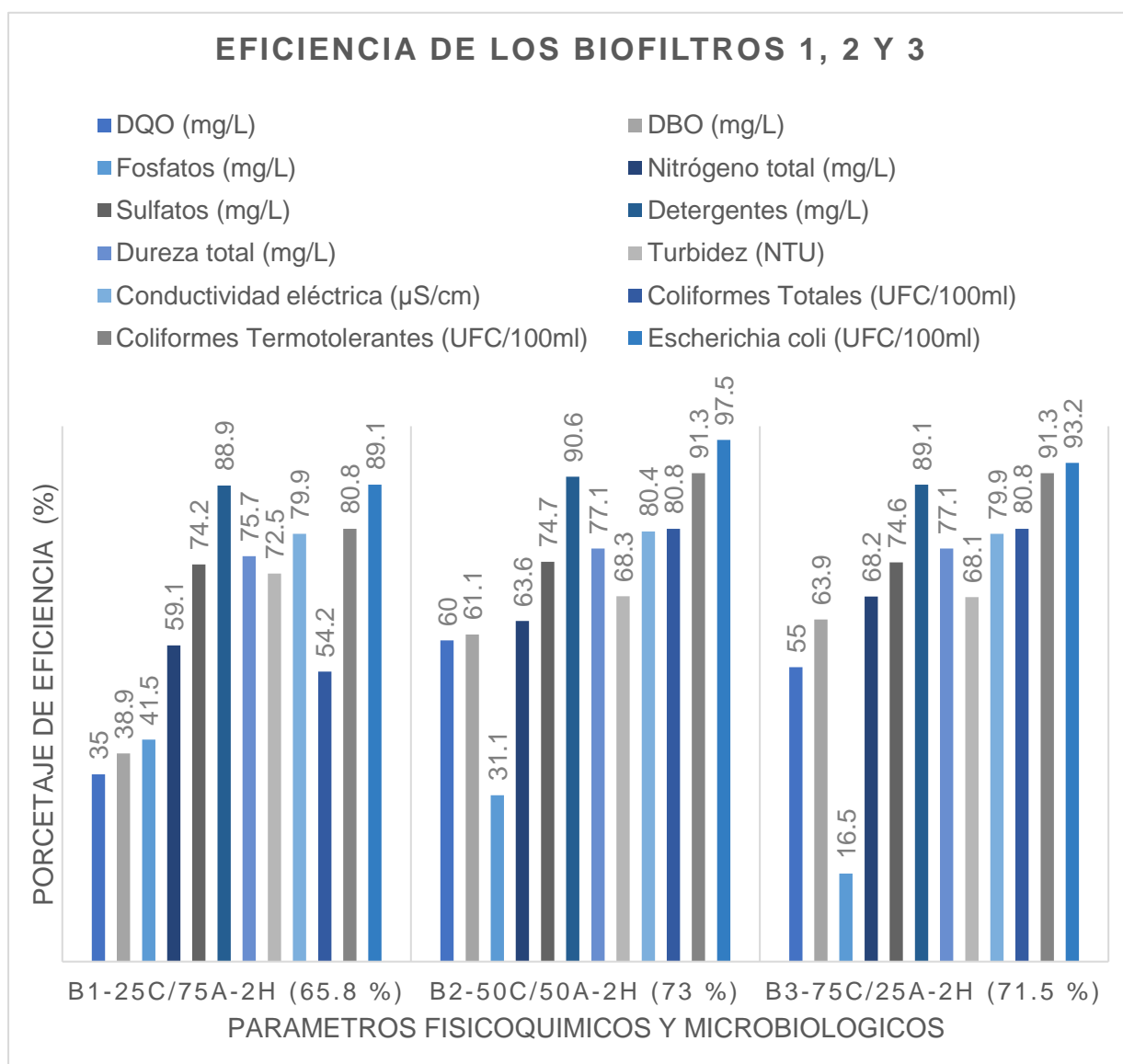


Figura 3. Eficiencia de los biofiltros 1, 2 y 3

A partir de la Figura 3 se observaron la eficiencia promedio de los biofiltros 1, 2 y 3. El biofiltro 2 (50% de cabello y 50% de aserrín de cachimbo), con 2 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 73%. Por otra parte, el biofiltro 3 (75% de cabello y 25% de aserrín de cachimbo), con 2 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 71.5%. En cuanto al biofiltro 1 (25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo), con 2 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 65.8%.

En la Figura 4 se muestran la eficiencia promedio de los biofiltros 6, 7 y 8.

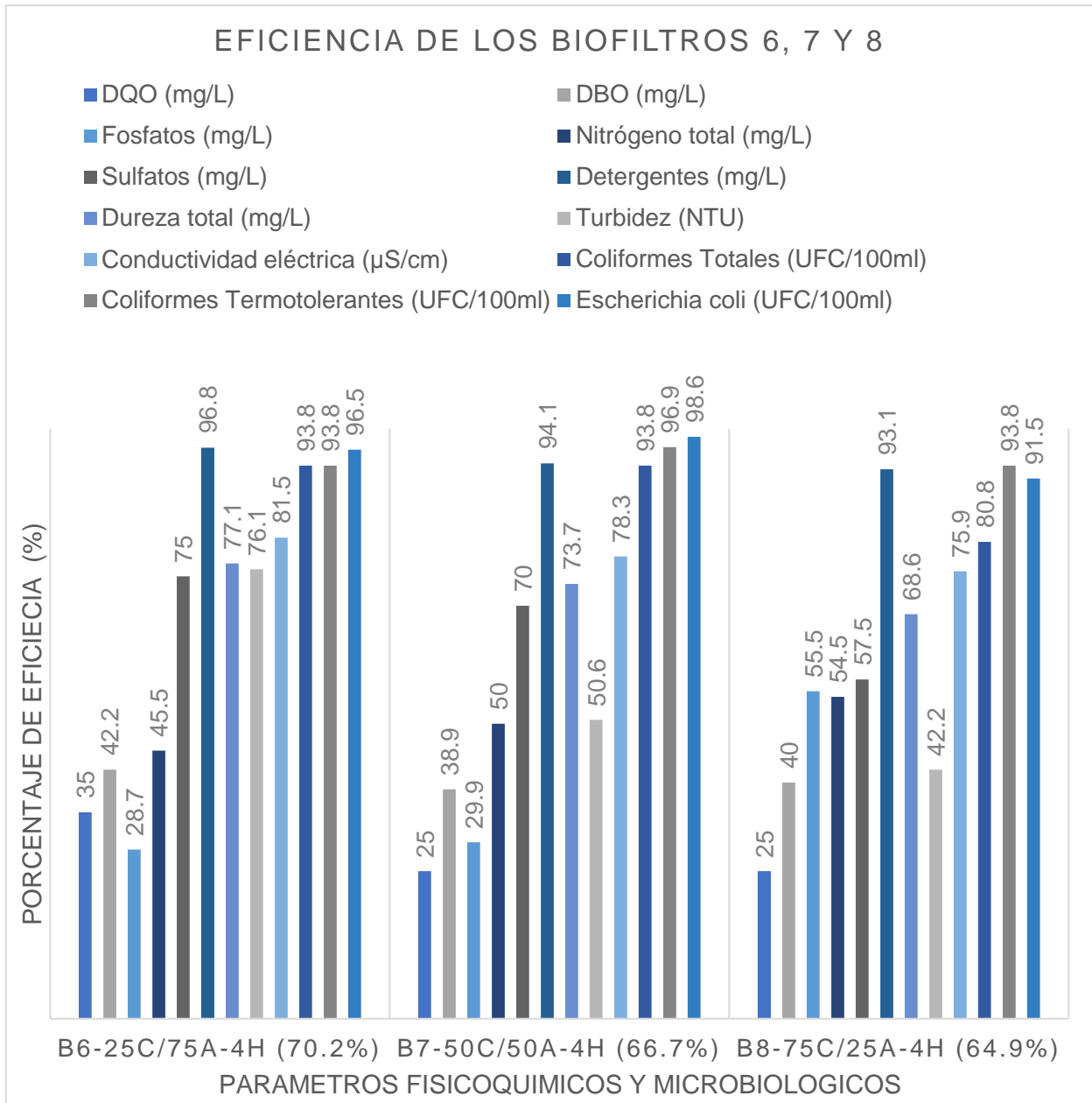


Figura 4. Eficiencia de los biofiltros 6, 7 y 8

A partir de la Figura 4 se observaron la eficiencia promedio de los biofiltros 6, 7 y 8. El biofiltro 6 (25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo), con 4 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 70.2%. Por otra parte, el biofiltro 7 (50% de cabello y 50% de aserrín de cachimbo), con 4 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 66.7%. En cuanto al biofiltro 8 (75% de cabello y 25% de aserrín de cachimbo), con 4 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 64.9%.

En la Figura 5 se muestran la eficiencia promedio de los biofiltros 4 y 9.

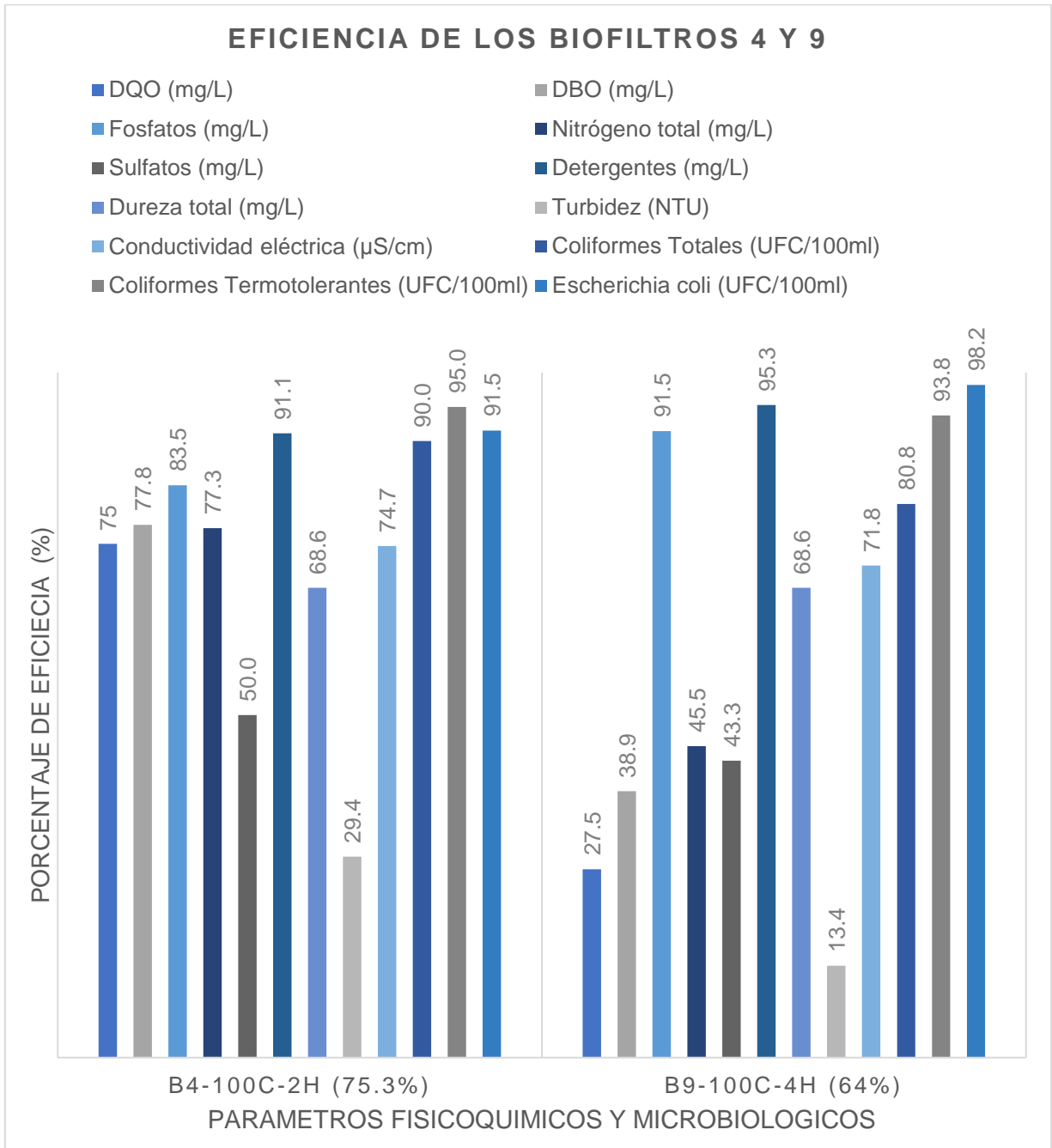


Figura 5. Eficiencia de los biofiltros 4 y 9.

A partir de la Figura 5 se observaron la eficiencia promedio de los biofiltros 4 y 9. El biofiltro 4 que está compuesto a base de cabello con 2 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 75.3%. Por otra parte, el biofiltro 9 que está compuesto de cabello con 4 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 64%.

En la Figura 6 se muestran la eficiencia promedio de los biofiltros 5 y 10.

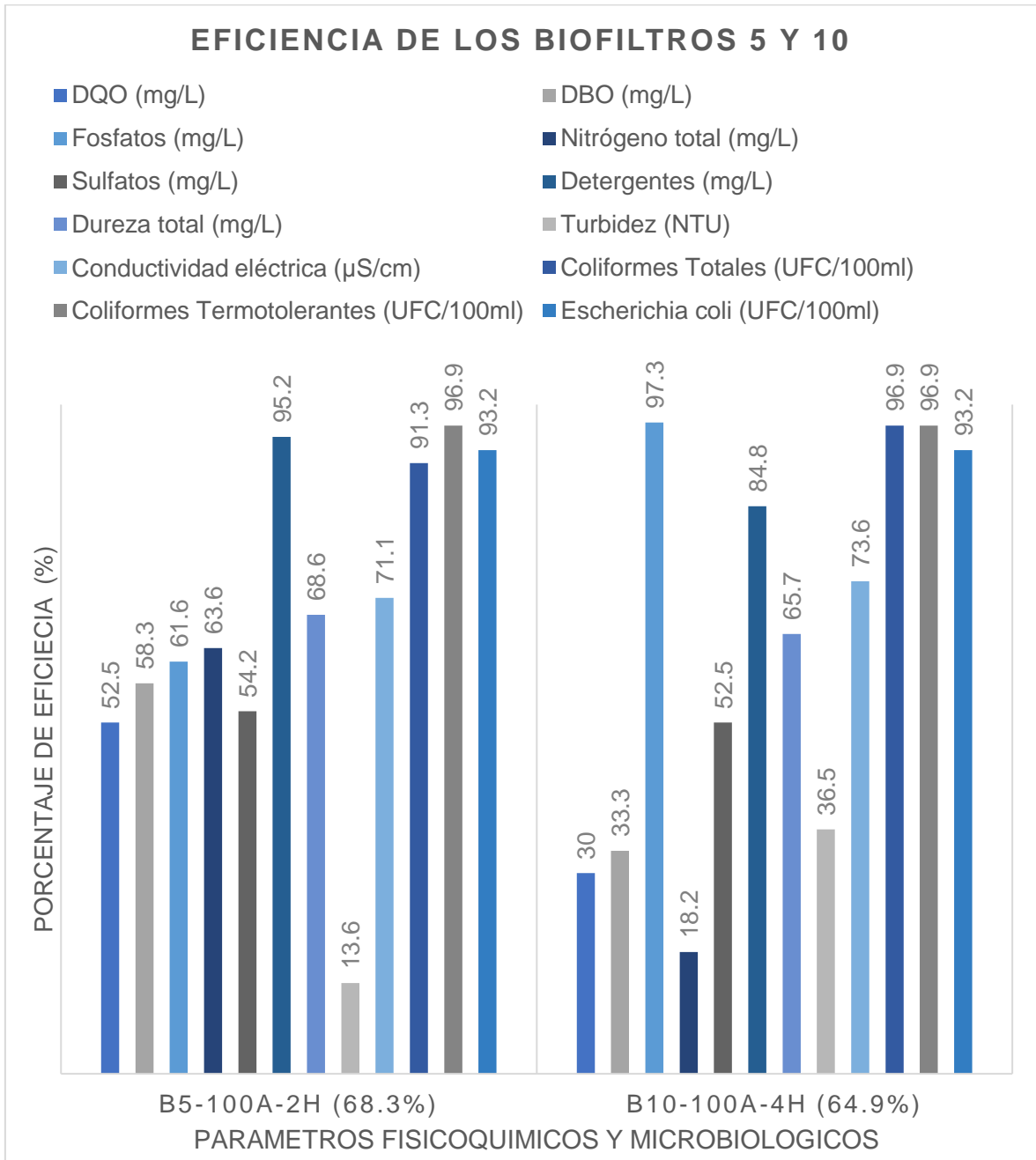


Figura 6. Eficiencia de los biofiltros 5 y 10

A partir de la Figura 6 se observaron la eficiencia promedio de los biofiltros 5 y 10. El biofiltro 5 que está compuesto a base de aserrín de cachimbo con 2 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 68.3%. Por otra parte, el biofiltro 10 que está compuesto de aserrín de cachimbo con 4 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 64.9%.

En la Figura 7 se muestran la eficiencia de remoción de la DQO en los 10 biofiltros.

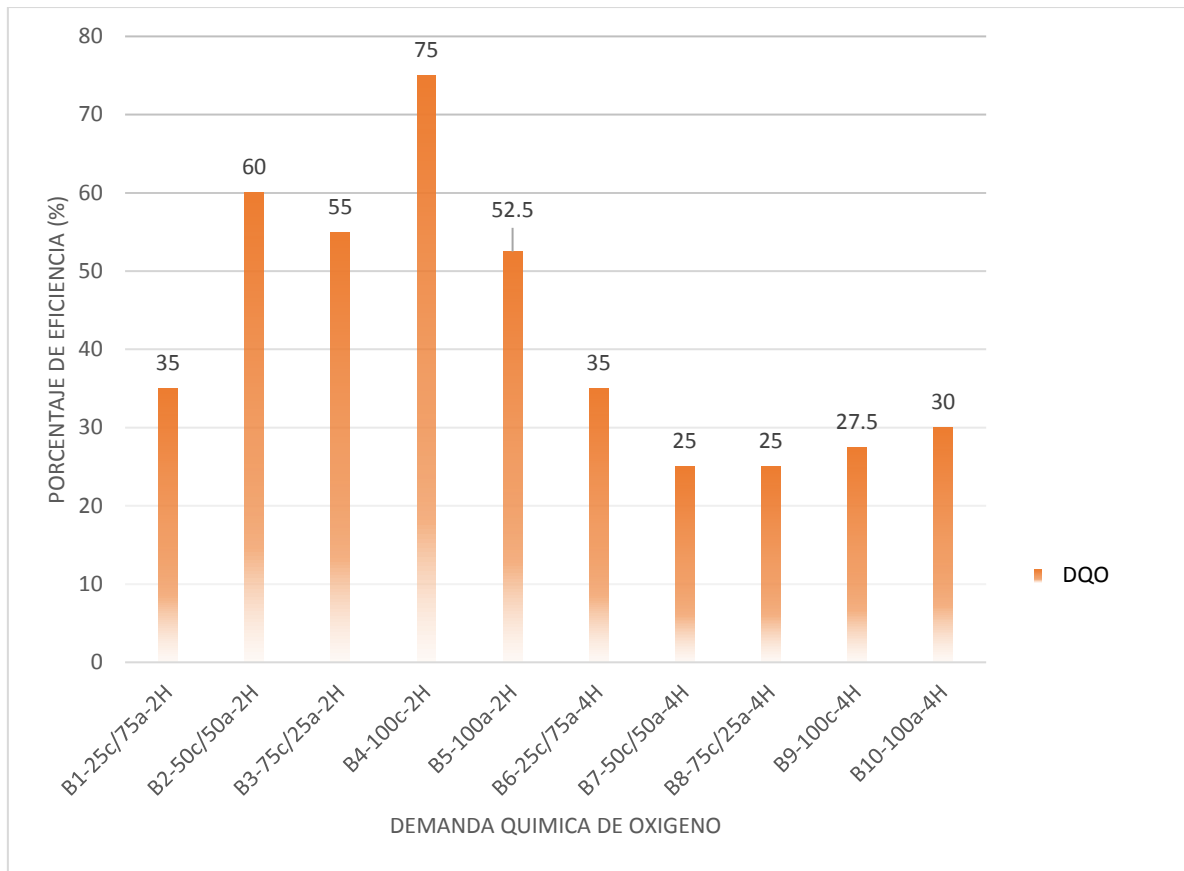


Figura 7. Eficiencia del biofiltro con respecto a la DQO.

A partir de la Figura 7 se observó que el biofiltro 4 compuesto por cabello con 2 horas de retención hidráulica tuvo una mayor eficiencia de remoción de la DQO con 75%.

En la Figura 8 se muestran la eficiencia de remoción de la DBO en los 10 biofiltros.

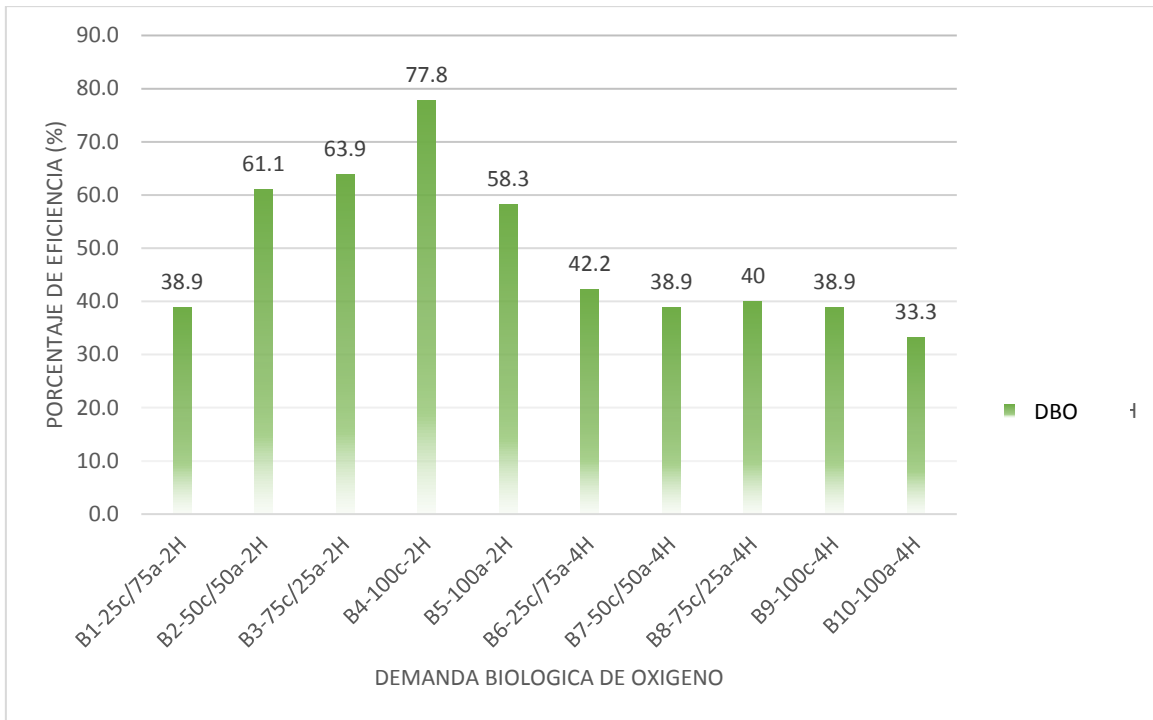


Figura 8. Eficiencia del biofiltro con respecto a la DBO.

A partir de la Figura 8 se observó que el biofiltro 4 compuesto por cabello con 2 horas de retención hidráulica es el más eficiente con 77.8% de remoción de la DBO.

En la Figura 9 se muestra la eficiencia de remoción de fosfato en los 10 biofiltros.

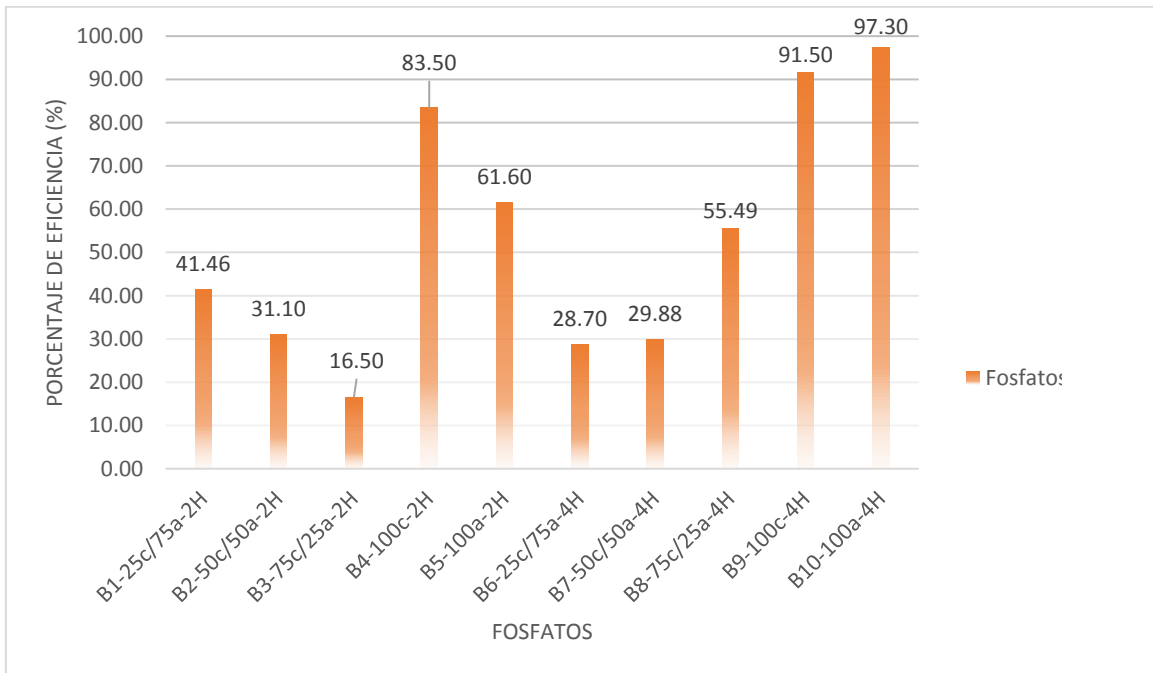


Figura 9. Eficiencia del biofiltro con respecto a fosfatos.



A partir de la Figura 9 se observó que el biofiltro 10 compuesto por aserrín de cachimbo con 4 horas de retención hidráulica es el más eficiente con 97.3% de remoción de fosfatos.

En la Figura 10 se muestra la eficiencia de remoción de nitrógeno total en los 10 biofiltros.

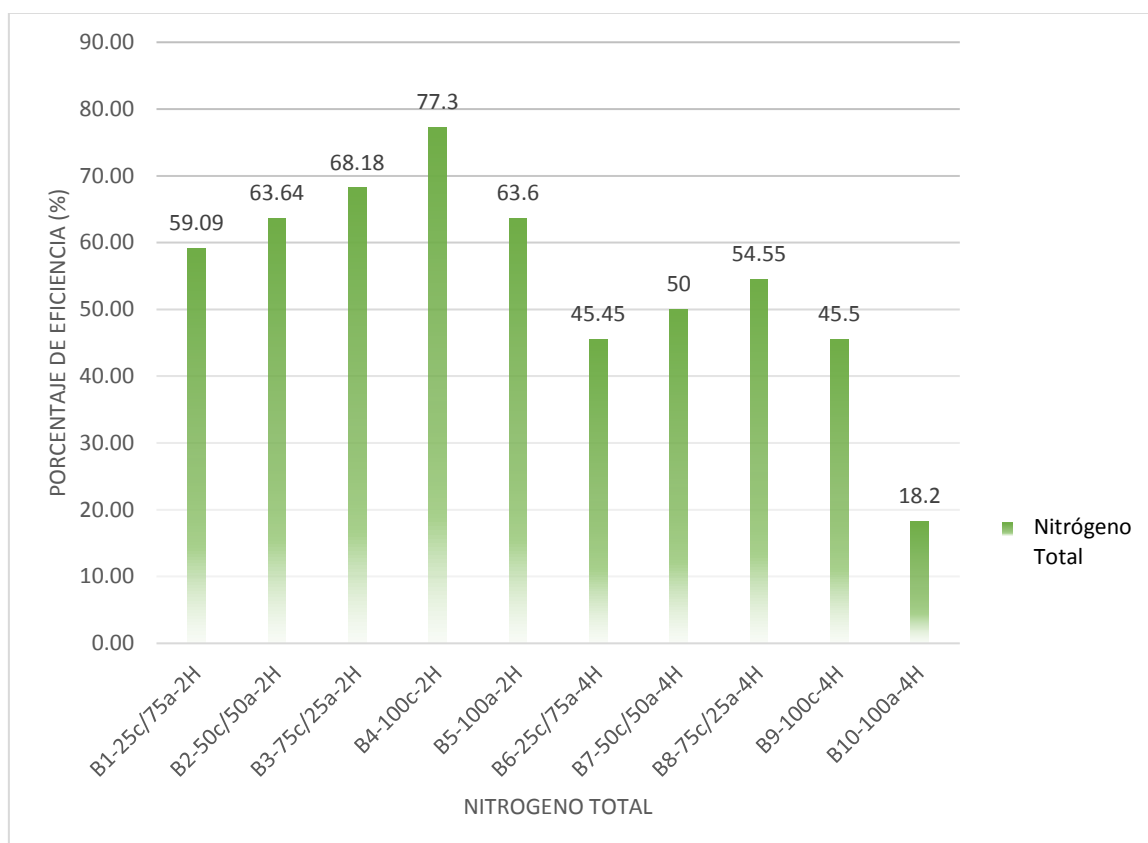


Figura 10. Eficiencia del biofiltro con respecto al nitrógeno total.

A partir de la Figura 10 se observó que el biofiltro 4 compuesto por cabello con 2 horas de retención hidráulica es el más eficiente con 77.3% de remoción del nitrógeno total.

En la Figura 11 se muestra la eficiencia de remoción de sulfato en los 10 biofiltros.

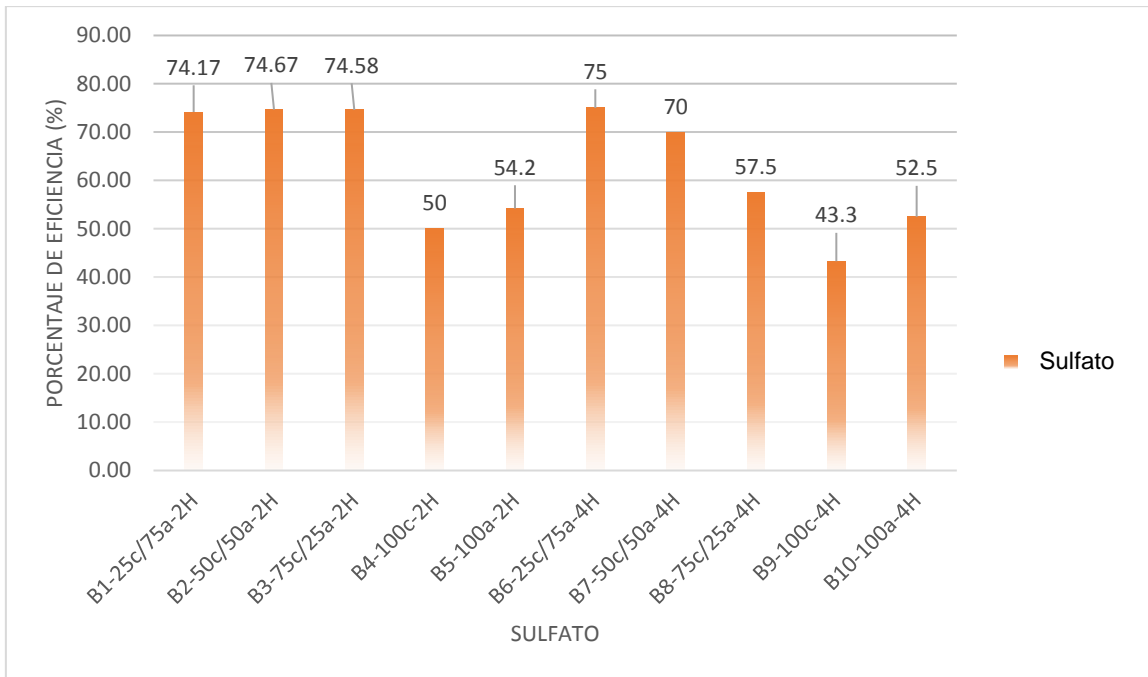


Figura 11. Eficiencia del biofiltro con respecto a sulfatos.

A partir de la Figura 11 se observó que el biofiltro 6 (25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo), con 4 horas de retención hidráulica es el más eficiente con 75% de remoción de sulfatos.

En la Figura 12 se muestra la eficiencia de remoción de detergentes en 10 biofiltros.



Figura 12. Eficiencia del biofiltro con respecto a los detergentes.

A partir de la Figura 12 se observó que el biofiltro 6 (25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo), con 4 horas de retención hidráulica es el más eficiente con 96.8% de remoción de detergentes.

En la Figura 13 se muestra la eficiencia de remoción de la dureza total en los 10 biofiltros.

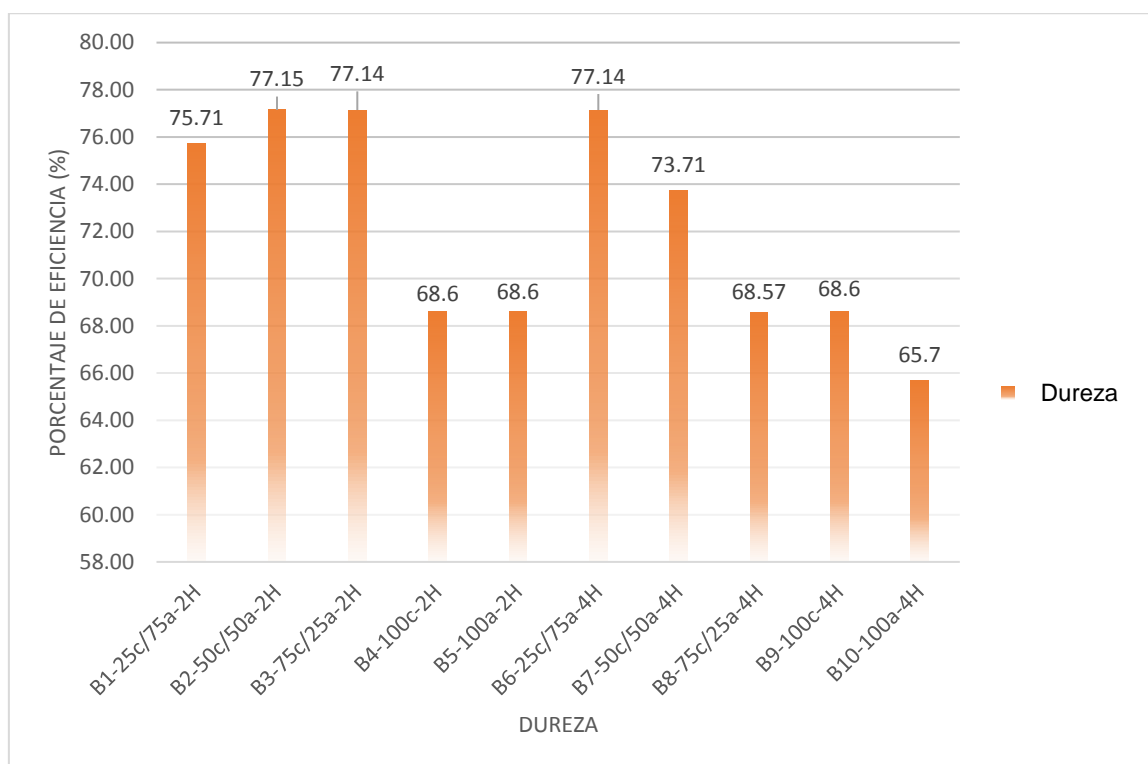


Figura 13. Eficiencia del biofiltro con respecto a la dureza.

En la Figura 13 se observó que los biofiltros 2 (50% cabello y 50% de aserrín de cachimbo), 3 (75% cabello y 25 de aserrín de cachimbo) y 6 (25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo), con 2, 2 y 4 horas de retención hidráulica respectivamente son los más eficientes con 77.14% de remoción de la dureza total.

En la Figura 14 se muestra la eficiencia de remoción de la turbidez en los 10 biofiltros.

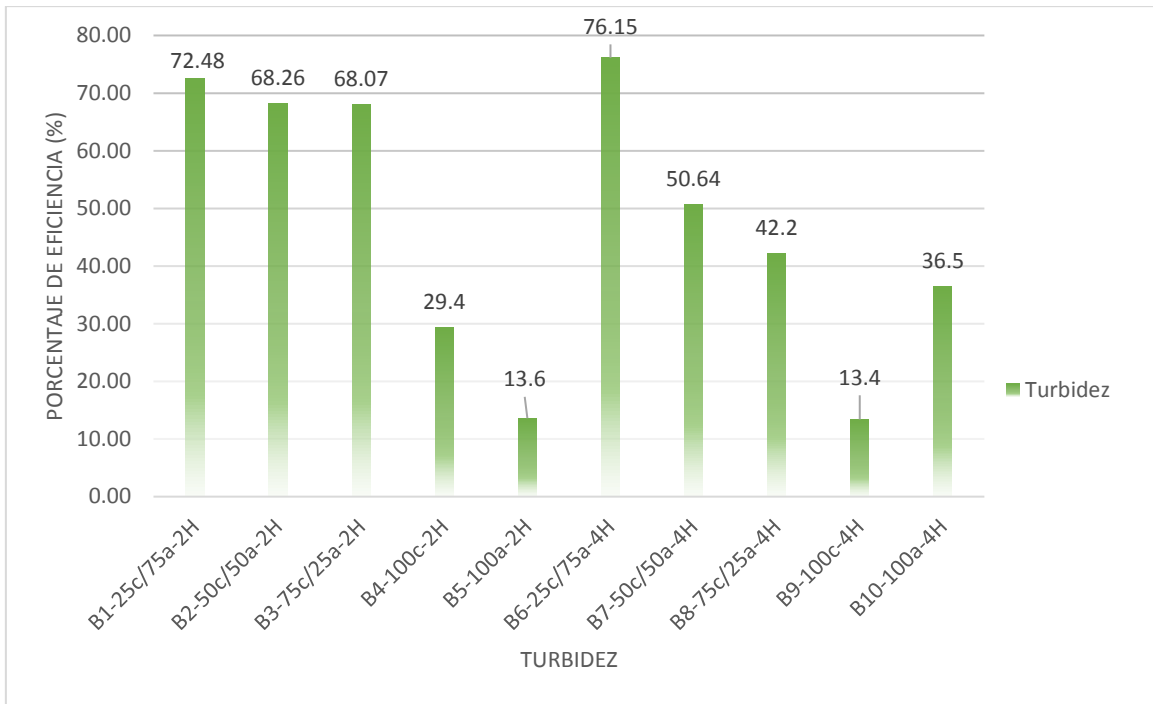


Figura 14. Eficiencia del biofiltro con respecto a la turbidez.

A partir de la Figura 14 se observó que el biofiltro 6 (25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo), con 4 horas de retención hidráulica es el más eficiente con 76.1% de remoción de la turbidez.

En la Figura 15 se muestra la eficiencia de remoción de la conductividad eléctrica en los 10 biofiltros

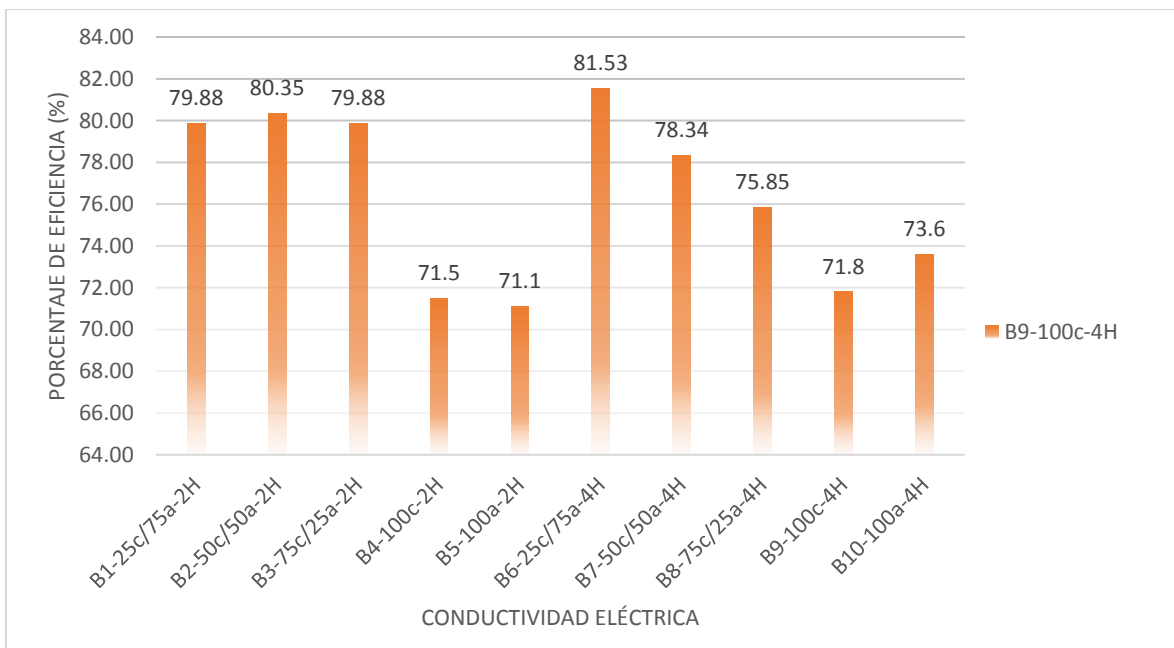


Figura 15. Eficiencia del biofiltro con respecto a la conductividad eléctrica.

A partir de la Figura 15 se observó que el biofiltro 6 (25% de cabello y 75% de aserrín de cachimbo), a con horas de retención hidráulica es el más eficiente con 81.5% de remoción de la conductividad eléctrica.

En la Figura 16 se muestra la eficiencia de remoción de las coliformes totales en los 10 biofiltros.

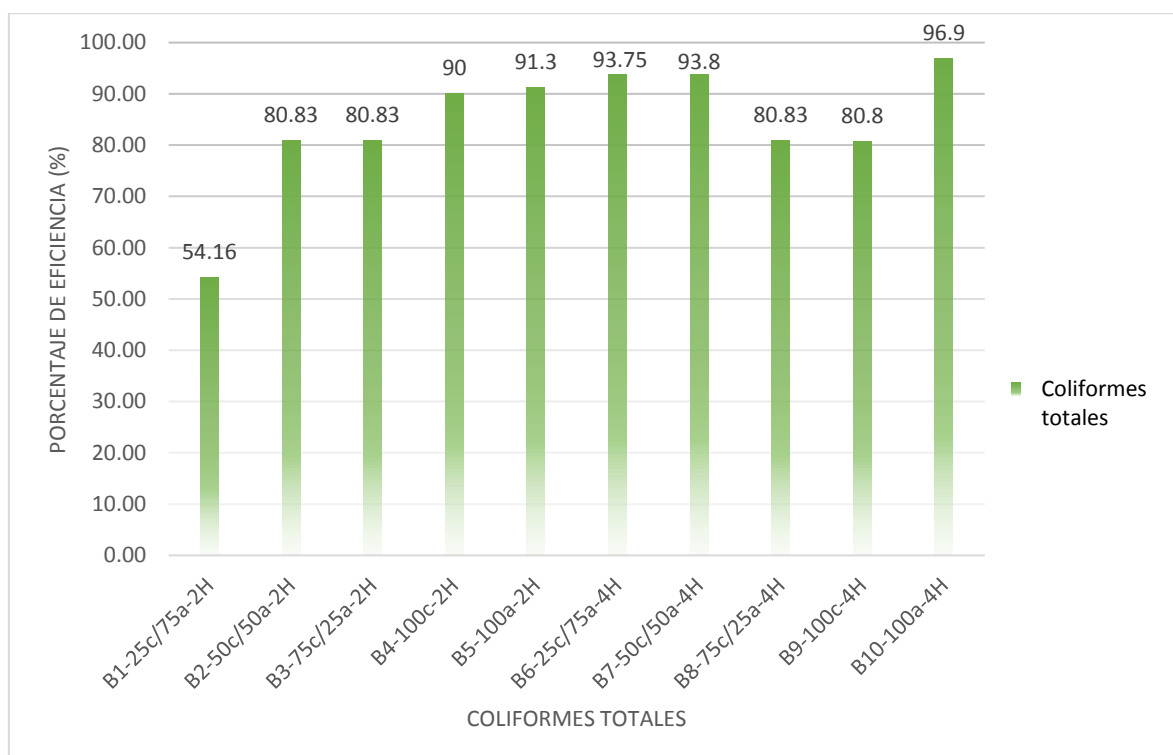


Figura 16. Eficiencia del biofiltro con respecto a las coliformes totales.

A partir de la Figura 16 se observó que el biofiltro 10 compuesto por aserrín de cachimbo con 4 horas de retención hidráulica. Siendo el más eficiente, con 96.9% de remoción de coliformes totales.

En la Figura 17 se muestra la eficiencia de remoción de las coliformes termotolerantes en los 10 biofiltros.

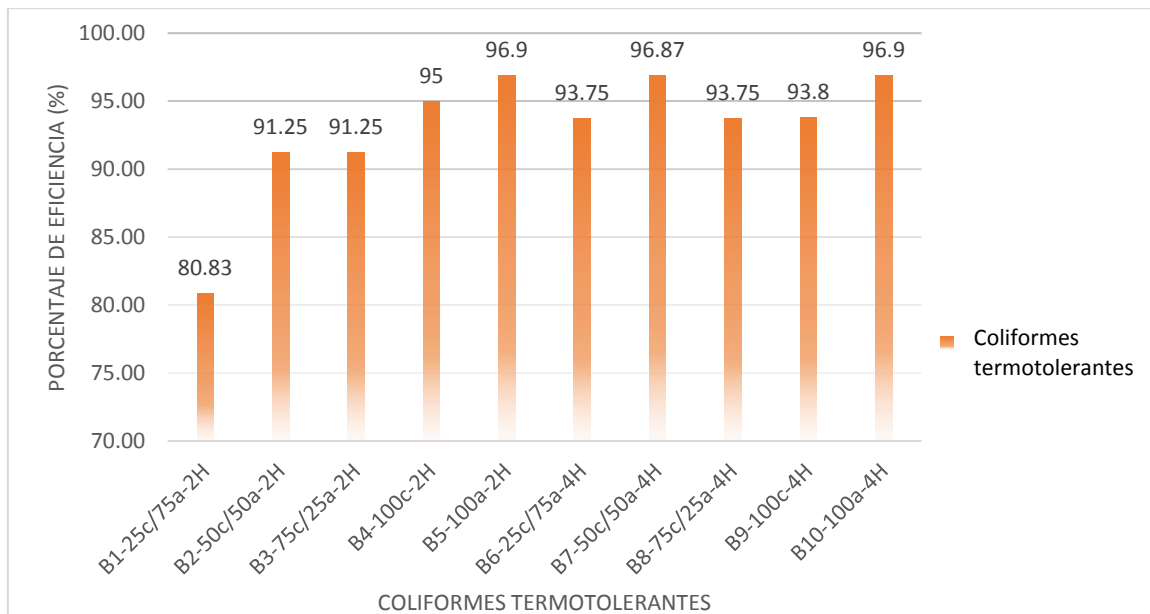


Figura 17. Eficiencia del biofiltro con respecto a las coliformes termotolerantes.

A partir de la Figura 17 se observó que los biofiltros 5, 7 y 10 tuvieron una eficiencia de remoción del 96.9% de coliformes termotolerantes.

En la Figura 18 se muestra la eficiencia de remoción de la *escherichia coli* en los 10 biofiltros.

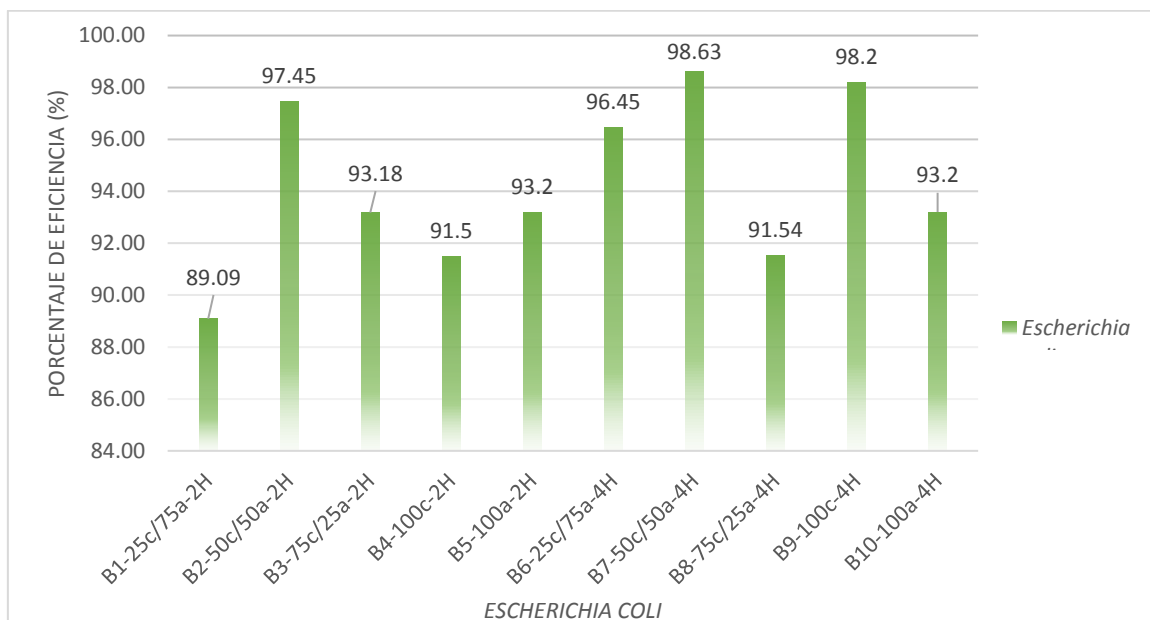


Figura 18. Eficiencia del biofiltro con respecto a la *escherichia coli*.

A partir de la Figura 18 se muestra que el biofiltro 7 (50% de cabello y 50% de aserrín de cachimbo), con 4 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia de remoción del 98.6% de *escherichia coli*.

## Análisis de la estadística inferencial

Resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos:

Hipótesis nula: los resultados siguen una distribución normal

Hipótesis alterna: los resultados no siguen una distribución normal

En la Tabla 11 se presentan los resultados de la prueba de normalidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla 11. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biofiltro_1	,254	12	,031	,791	12	,007
Biofiltro_2	,269	12	,017	,697	12	,001
Biofiltro_3	,275	12	,012	,690	12	,001
Biofiltro_4	,270	12	,016	,682	12	,001
Biofiltro_5	,291	12	,006	,655	12	,000
Biofiltro_6	,328	12	,001	,657	12	,000
Biofiltro_7	,318	12	,001	,665	12	,000
Biofiltro_8	,278	12	,011	,719	12	,001
Biofiltro_9	,252	12	,035	,716	12	,001
Biofiltro_10	,296	12	,005	,665	12	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

A partir de la Tabla 11 se observaron los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Se observa que todos biofiltros presentan una significancia menor a 0.05, por el cual se acepta la hipótesis nula. Para ello, se aplica la estadística paramétrica de T Student para determinar la significancia y las medias de cada biofiltro en relación a la etapa de pre tratamiento y post tratamiento.

Estadística paramétrica de T Student.

Hipótesis nula: No hay diferencia significativa en las medias del pre y post tratamiento

Hipótesis alterna: Hay diferencia significativa en las medias del pre y post tratamiento

En Tabla 12 se presentan los resultados de la prueba paramétrica de T Student.

Tabla 12. Prueba paramétrica de T Student.

		<b>Prueba de muestras emparejadas</b>								
		Media.	Media en % de eficiencia	Desv. Desviación	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
					Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior				
Par 1	Pre Tratamiento - Biofiltro_1	1297,340	65.817	1906,15686	550,26009	86,22571	2508,45429	2,358	11	,038
Par 2	Pre Tratamiento - Biofiltro_2	1397,659	73.042	1927,61825	556,45546	172,90896	2622,40937	2,512	11	,029
Par 3	Pre Tratamiento - Biofiltro_3	1388,439	71.475	1919,36972	554,07431	168,92983	2607,94850	2,506	11	,029
Par 4	Pre Tratamiento - Biofiltro_4	1318,797	75.325	1816,12970	524,27148	164,88374	2472,71126	2,515	11	,029
Par 5	Pre Tratamiento - Biofiltro_5	1289,517	68.342	1755,05948	506,64203	174,40591	2404,62909	2,545	11	,027
Par 6	Pre Tratamiento - Biofiltro_6	1430,889	70.167	1969,76860	568,62322	179,35791	2682,42043	2,516	11	,029
Par 7	Pre Tratamiento - Biofiltro_7	1385,207	66.650	1909,63048	551,26284	171,88618	2598,52882	2,513	11	,029
Par 8	Pre Tratamiento - Biofiltro_8	1297,659	64.867	1839,88997	531,13048	128,64885	2466,66948	2,443	11	,033
Par 9	Pre Tratamiento - Biofiltro_9	1249,591	64.050	1767,73979	510,30252	126,42339	2372,75994	2,449	11	,032
Par 10	Pre Tratamiento - Biofiltro_10	1302,383	64.908	1811,97877	523,07321	151,106614	2453,65938	2,490	11	,030

A partir de la Tabla 12 se observaron los resultados de la prueba de T Student. Del cual, se determinó que la significancia de todos los biofiltros en relación al pre tratamiento son menores a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Así mismo, la media de porcentaje de eficiencia de determino la eficiencia de los biofiltros para el tratamiento de aguas de lavandería.



## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se comparó las muestras de la etapa de pre tratamiento con la de post tratamiento para determinar la eficiencia del biofiltro que estuvo conformado por lechos filtrantes como es el cabello y el aserrín de cachimbo distribuidos en diferentes porcentajes y sometidos en tiempos de retención (2 y 4 horas). El biofiltro 4 que está compuesto solo de cabello y sometido a 2 horas de retención hidráulica alcanzó el mayor porcentaje promedio en remoción de 75.3%. Por otra parte, en comparación con los biofiltros que tenían 2 lechos filtrantes tanto cabello y aserrín de cachimbo. El biofiltro 2 (50% de cabello y 50% de aserrín de cachimbo), con 2 horas de retención hidráulica tiene una eficiencia promedio de 73%.

La eficiencia de remoción de la DQO fue alrededor del 75%, reduciéndose de 400 mg/l a 100 mg/l. En comparación a los resultados de Manouchehri y Kargari (2017) que utilizaron el sistema de microfiltración de flujo cruzado en la recuperación de aguas de lavandería, logrando disminuir un 90.8% la DQO. Por otra parte, Ruan et al. (2020) utilizaron un biofiltro a base de aserrín de pino para el tratamiento de aguas residuales, logrando disminuir un 23.60% la DQO. De igual forma, Selambakkannu (2021) utilizó un sistema de irradiación con haz de electrones para la disminución de la DQO en efluentes de lavandería, los resultados obtenidos es 76% de eficiencia en remoción de DQO. De la misma manera, Gómez (2019) utilizó 2 humedales artificiales que estuvieron conformados de *Cyperus Alternifolius* y *Chrysopogon Zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas. Los resultados obtenidos fueron 93% y 90% de remoción de DBO respectivamente. Por otra parte, Almeida et al. (2020) utilizaron biofiltros a base de viruta de madera y cascara de maní para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, logrando disminuir un 80% la DQO. Por consiguiente, en comparación con los (ECAs) acepta un valor de 40 mg/l de DQO en la categoría 3.

La eficiencia de remoción de la DBO fue alrededor del 77.8%, reduciéndose de 180 mg/l a 40 mg/l. En comparación a los resultados de Pulido (2018) que utilizó dos biofiltros de *Eichhornia crassipes*, *Cyperus papyrus* y *Alocasia macrorrhiza*, para el tratamiento de aguas residuales domésticas, teniendo como resultados en

ambos biofiltros una reducción de 91.55% y 91.23% respectivamente en la DBO. De la misma manera, Duchicela y Toledo (2014) utilizaron dos biofiltros de achira y totora para el tratamiento de aguas grises, se obtuvo que la achira tuvo un 32.4 % de eficiencia en remoción de la DBO, y la totora un 23.9% en remoción de la DBO. Por otra parte, Gómez (2019) utilizó 2 humedales artificiales que estuvieron conformados de *Cyperus Alternifolius* y *Chrysopogon Zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas. Los resultados obtenidos fueron 98.6% y 96.4% de remoción de la DBO respectivamente. Por otra parte, Chávez y Medina (2017) emplearon un biofiltro de *Eisenia foetida* para el tratamiento de efluentes de industrias lácteas. Logrando disminuir un 94% la DBO. Por consiguiente, en comparación con los (ECAs) acepta un valor de 15 mg/l de DBO en la categoría 3.

La eficiencia de remoción del fosfato fue alrededor del 97.3%, reduciéndose de 1.64 mg/l a 0.044 mg/l. En comparación a los resultados de Álvarez et al. (2021) que estudiaron la capacidad de adsorción de partículas magnéticas para la disminución de fosfato de una planta de tratamiento de aguas residuales, el resultado obtenido es de 59.7% en remoción de fosfato. Por otra parte, Guerra et al. (2017) estudiaron un filtro percolador para el tratamiento de aguas residuales. El resultado obtenido fue de 24.9% de remoción de fosfatos. Así mismo, Vyrides et al. (2021) estudiaron el tratamiento térmico óptimo con *Posidonia oceánica* para la eliminación de fosfatos de aguas residuales sintéticas, el resultado obtenido fue de 86% de remoción de fosfato.

La eficiencia de remoción del nitrógeno total fue alrededor 77.3%, reduciéndose de 22mg/l a 5 mg/l. En comparación a los resultados de Li et al. (2016) que emplearon la oxidación microbiana de pirrotina para la eliminación de nitrógeno total removieron hasta 1.13mg/l. De la misma manera, Gómez (2019) utilizó 2 humedales artificiales que estuvieron conformados de *Cyperus Alternifolius* y *Chrysopogon Zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas. Los resultados obtenidos fueron 48.8% y 56.6% de remoción del nitrógeno total respectivamente. Por otra parte, Zhang et al. (2021) utilizaron *Pseudomonas sp.* Y39-6 para la eliminación de nitratos de aguas residuales, la concentración de nitrato en el agua residual redujo hasta el 24.83%. De la misma manera, Ruan et al. (2020) utilizaron el aserrín de pino para el tratamiento de aguas residuales como agente bioportador

de biopelículas, los resultados que obtuvieron fueron la eliminación de nitrógeno con un 41%. Por otra parte, en comparación con los (ECAs) acepta un valor de 10 mg/l de DQO en la categoría 3.

La eficiencia de remoción del sulfato fue alrededor 75%, reduciéndose de 1200 mg/L a 300 mg/L. En comparación a los resultados de Mthembu et al. (2021) que utilizaron un sistema hidropónico con *Bidens pilosa* L para la eliminación de sulfatos en aguas residuales industriales, el resultado obtenido es de 76% de eliminación de sulfato. Por otra parte, Raketh et al. (2021) utilizaron la ceniza de madera de caucho para la eliminación de sulfato en aguas residuales industriales, los resultados obtenidos fueron de 42% de eliminación de sulfato.

La eficiencia de remoción del detergente fue alrededor 96.8%, reduciéndose de 494 mg/L a 15.8 mg/L. En comparación a los resultados de Hanco (2018) que empleó el proceso de floculación, coagulación y adsorción para el tratamiento de aguas de lavandería utilizando policloruro de aluminio y sulfato de aluminio, teniendo como resultado la eliminación de detergente en un 97.99% y 94.92% respectivamente.

La eficiencia de remoción de la dureza fue alrededor de 77.1%, reduciéndose de 3500 mg/L a 800 mg/. En comparación a los resultados de Ruizhu et al. (2021) utilizaron un lecho fluidizado de pellets circulantes para la eliminación de la dureza de las aguas grises, el resultado que obtuvieron fue de 80% de remoción de la dureza. Por otra parte, Halpegama et al. (2021) emplearon la electrocoagulación monopolar para eliminar la dureza en agua simulada, el resultado que obtuvieron fue de 63% de remoción de dureza con un consumo de energía de 1,98 kWh / m<sup>3</sup>.

La eficiencia de remoción de la turbidez fue alrededor de 76.1%, reduciéndose de 545 NTU a 130 NTU. En comparación a los resultados de López (2018) cuya investigación fue disminuir la turbiedad utilizando *cactus Opuntia ficus* como agente coagulante. Los resultados obtenidos para una concentración de 500 NTU, tuvo un 86% de remoción de la turbiedad. Por otra parte, Gallardo (2016) utilizó humedales artificiales para el tratamiento de aguas grises, el resultado obtenido fue de 87% de remoción de la turbiedad. De la misma manera, Gómez (2019) utilizó 2 humedales artificiales que estuvieron conformados de *Cyperus Alternifolius* y *Chrysopogon*

*Zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas. Los resultados obtenidos fueron 99.4% y 99% de remoción de la turbidez respectivamente.

La eficiencia de reducción de la conductividad eléctrica fue de alrededor 81.5%, reduciéndose de 8450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 1560  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En comparación a los resultados de Salazar y Sisalema (2018) que emplearon el aserrín como agente filtrante para el tratamiento de aguas residuales industriales, el resultado que obtuvieron fue un 60% de reducción de la conductividad eléctrica, Así mismo, los resultados obtenidos se encuentran entre los rangos 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de la categoría 3 del ECA.

La eficiencia de reducción de coliformes totales fue de alrededor 96.9%, reduciéndose de 2400 UFC/100ml a 75 UFC/100ml. Por otra parte, la reducción de coliformes termotolerantes fue de alrededor 96.9%, reduciéndose de 2400 UFC/100ml a 75 UFC/100ml. De la misma manera, la reducción de *escherichia coli* fue de alrededor 98.6%, reduciéndose de 1100 UFC/100ml a 15 UFC/100ml. En comparación a los resultados de Pulido (2018) utilizó dos biofiltros de *Eichhornia crassipes*, *Cyperus papyrus* y *Alocasia macrorrhiza*. Los resultados que obtuvieron fueron de 99.87% y 97.28 % de remoción de coliformes totales respectivamente. Por otra parte, Gómez (2019) utilizó 2 humedales artificiales que estuvieron conformados de *Cyperus Alternifolius* y *Chrysopogon Zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas. Los resultados obtenidos fueron 99.6% y 91% de remoción de coliformes termotolerantes respectivamente.

## VI. CONCLUSIONES

La investigación mostró que los biofiltros de cabello y aserrín de cachimbo son alternativas beneficiosas para el tratamiento de aguas de lavandería.

1. El biofiltro 4 que está compuesto solo de cabello es el más eficiente para el tratamiento de aguas de lavandería, logrando una eficiencia promedio de 75.3%.
2. Los parámetros fisicoquímicos medidos disminuyeron después del tratamiento con los biofiltros de cabello y aserrín de cachimbo, cuyas eficiencias de reducción fueron: la demanda química de oxígeno con 75%, demanda biológica de oxígeno con 77.8%, fosfatos con 83.5%, nitrógeno total con 77.3%, sulfatos con 50%, detergentes con 91.1%, dureza con 68.6%, turbidez con 29.4% y conductividad eléctrica con 74.7%.
3. Después del tratamiento con los biofiltros de cabello y aserrín de cachimbo, los parámetros microbiológicos como coliformes totales, coliformes termotolerantes y *escherichia coli* disminuyeron en un 90, 95 y 91.5%, respectivamente.
4. La dosis óptima de cabello y aserrín de cachimbo en el biofiltro, para el tratamiento de aguas de lavandería fue del 100% de cabello.
5. El tiempo óptimo para el tratamiento de aguas de lavandería fue de 2 horas.

## VII. RECOMENDACIONES

- Trabajar con mayores porcentajes de lechos filtrantes para determinar con mayor exactitud la dosis óptima.
- Trabajar con diferentes tiempos de retención hidráulica para determinar el tiempo óptimo.
- Evaluar el porcentaje de eficiencia de cada biofiltro para la remoción de un contaminante en específico.
- Determinar la eficiencia del biofiltro en otros tipos de aguas residuales.
- Reutilizar los desechos que produce los biofiltros para la recuperación de suelos salinos.

## REFERENCIAS

AHMAD, Jamil y DESSOUKY, Hisham, Design of a modified low cost treatment system for the recycling and reuse of laundry waste water, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 52, Issue 7, pp 973-978, 2008, ISSN 0921-3449. DOI 10.1016/j.resconrec.2008.03.001.

ALMEIDA, N., TEJEDOR, J., CÓNDROR V., GUERRERO, V.H., VILLAMAR, C.A., Performance of wood chips/peanut shells biofilters used to remove organic matter from domestic wastewater. Ed: *Science of The Total Environment*, Vol. 738, 2020. ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.139589.

ÁLVAREZ, Inmaculada, GUERRERO, Francisco, CRUZ, Luis, RENDÓN, Manuel y VICENTE, Inmaculada. Magnetic particles as new adsorbents for the reduction of phosphate inputs from a wastewater treatment plant to a Mediterranean Ramsar wetland (Southern Spain), *Chemosphere*, Vol. 270, 2021. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2020.128640.

AMIR, Husin, NETTI Herlina, MUHAMMAD Turmuzi Lubis y IHMAWANI Putri. Studies on decreasing Chemical Oxygen Demand (COD) on artificial laundry wastewater using anaerobic-aerobic biofilter dipped with bio ball media. Ed: *MATEC Web Conf.*, 276, 2019. ISSN: 2261-236X. DOI 10.1051/mateconf/201927606015.

ANA, Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Autoridad Nacional del Agua [en línea], 2016. Disponible en: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>.

ARIAS, Pilar y SINCHI, Karen. Eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un biodigestor prefabricado en la subestación eléctrica Cotaruse - Apurímac. Tesis (Título de ingenieras agronomas), Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2016, Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2591>

ARRIAGA, Bertha. y CASTAÑEDA José. Gestión del agua en la cuenca del río Huatanay y la concertación para el tratamiento de problemas ambientales. Proyecto

Huatanay, p.64, 2002. Disponible en:  
[https://www.ima.org.pe/publicaciones/experiencias/PUB\\_huatanay.pdf](https://www.ima.org.pe/publicaciones/experiencias/PUB_huatanay.pdf)

AUERSVALD, Miloš, KEJLA, Lukáš, ESCHENBACHER, Andreas, THI, Hang Dao, VAN, Kevin y Pavel ŠIMÁČEK. Detailed characterization of sulfur compounds in fast pyrolysis bio-oils using GC × GC-SCD and GC-MS, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, Vol. 159, 2021. ISSN 0165-2370. DOI 10.1016/j.jaap.2021.105288.

AUFFARTH Karina, ERIKSSON Eva, HENZE Mogens, LEDIN Anna. Characteristics of grey wastewater. En su: *Urban Water*, vol. 4, no. 1, Technical University of Denmark, pp 85-104, 2002. ISSN 14620758. DOI:10.1016/S1462-0758(01)00064-4.

THE WORLD BANK, Batista, Yee. 31 de diciembre 2013. Rios da América Latina estão entre os mais contaminados do mundo. Disponible en:  
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-delatinoamerica-contaminados>.

BARRENETXEA, Carmen, PEREZ, Antonio, DELGADO, Nieves, RODRIGUEZ, Francisco y ALFAYATE, Jose. Contaminacion ambiental, una vision desde la quimica. España: Universidad de Burgos, Paraninfo SA, pp 682, 2011. ISBN 978-84-9732-178-5

BARZEGAR, Gelavizh, WU, Junxue y GHANBARI Farshid. Enhanced treatment of greywater using electrocoagulation/ozonation: Investigation of process parameters. Ed: *Process Safety and Environmental Protection*, Vol 121, pp 125-132, 2019. ISSN 0957-5820. DOI 10.1016/j.psep.2018.10.013.

BHEEL, Naraindas, AWOYERA, Paul, ALUKO, Oluwatobi, MAHRO, Santosh VILORIA, Amelec y SEVERICHE, Carlos A. Sustainable composite development: Novel use of human hair as fiber in concrete, *Case Studies in Construction Materials*, Vol 13, 2020. ISSN 2214-5095. DOI 10.1016/j.cscm.2020.e00412.



BUTCHER David. Environmental Chemistry: Chemical Principles for Environmental Processes. Ed: Environmental Management and Engineering Series. By Teh Fu Yen, Microchemical Journal, Vol. 61, pp 80-81, 1999. ISSN 0026-265X. DOI 10.1006/mchj.1998.1704

CARACO, N. Phosphorus. Ed: Gene E. Likens, Encyclopedia of Inland Waters, Academic Press, Pages 73-78, 2009. ISBN 9780123706263. DOI 10.1016/B978-012370626-3.00097-1

CHÁVEZ, Giovana. y MEDINA, Agustín. Eficiencia De Un Biofiltro En La Reduccion De Carga Organica De Un Efluente Industrial En La Ciudad De Celedin. Tesis (Titulo de ingeniero Ambiental), Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1734>

CONCYTEC, Manual del Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de los Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica-Reglamento Renacyt. El Peruano [en línea], 2018. Disponible en: [https://portal.concytec.gob.pe/images/ley-concytec-18/modificacion\\_ley.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/ley-concytec-18/modificacion_ley.pdf).

DENG, Qiujin, SU, Chengyuan, CHEN, Zhengpeng, GONG, Tong, LU, Xinya, CHEN, Xiangfeng y LIN, Zhuxin. Effect of hydraulic retention time on the denitrification performance and metabolic mechanism of a multi-chambered bio-electrochemical system. Ed: Journal of Environmental Management, Vol. 299, 2021. ISSN 0301-4797. DOI 10.1016/j.jenvman.2021.113575.

DESAI, Mrulani, MITTAL, Patel y SHETH, Dr. A Study on Characterization & Treatment of Laundry Effluent. Ed: International Journal of Innovative Research in Science & Technology, vol. 4. pp 50-55, 2017. ISSN 2349-6010 Disponible en:[https://www.researchgate.net/publication/322041095\\_A\\_Study\\_on\\_Characterization\\_Treatment\\_of\\_Laundry\\_Effluent](https://www.researchgate.net/publication/322041095_A_Study_on_Characterization_Treatment_of_Laundry_Effluent).

DUCHICELA Viviana y TOLEDO Magaly, Determinación De Eficiencia De Especies Vegetales: Totorá - Achira Implementadas En Biofiltros Para Agua De Riego En Punín 2013. Tesis (Titulo de Biotecnólogos Ambientales), Ecuador: Escuela

Superior Politécnica De Chimborazo, 2014. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3402>.

FEDERACIÓN DE ENSEÑANZA DE CC.OO. DE ANDALUCIA. Revista digital para profesionales de la enseñanza. El cabello: estructura, propiedades, composición química, ciclo, tipos y clases de cabello. Pautas para la determinación de: distribución, longitud, calidad, color, forma e implantación, vol. 10, pp. 11, 2010. ISSN 0021-8561.

UNICEF y OMS, Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2017, Special focus on inequalities, WHO/UNICEF JMP, 2019. Disponible en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/jmp-2019-full-report.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2019-full-report.pdf).

GAMARRA, Juan.. Evaluación De Un Sistema De Tratamiento De Aguas Grises Con Humedal Artificial En Una Asociación De Viviendas En Ate Vitarte. Tesis (Título de ingeniero Ambiental), Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3121>.

GOMEZ, Yelhsin. Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando *Cyperus alternifolius* y *Chrysopogon zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas. Tesis (Título de ingeniero Ambiental), Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2019. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2875>.

GONZÁLEZ, Carmen. Monitoreo de la calidad del agua. La Turbidez, Universidad de Puerto Rico. [en línea], 2011. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pd>.

GOODWIN, Zoë, ROIG, Fidel, MARCELO, José, TOMAZELLO, Mario. Characterizing growth rings in the trees of Perú: A wood anatomical overview for potential applications in dendroecological-related fields, *Dendrochronologia*, Vol. 62, 2020. ISSN 1125-7865. DOI 10.1016/j.dendro.2020.125728.

HALPEGAMA, J., HEENKENDA, K., ZHIGUO Wu, NANAYAKKARA, R., RAJAPAKSE, A. BANDARA, Ajith, HERATH, Xing, ROHAN Weerasooriya. Concurrent removal of hardness and fluoride in water by monopolar electrocoagulation, Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol. 9, 2021. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/j.jece.2021.106105.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación 6.a ed. Editorial Mc Graw Hill Education, p. 634, Mexico, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HERNÁNDEZ, Roberto. y MENDOZA, Chistian. Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico: Editorial Mc Graw Hill Education, 714 p., 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5.

KHADIJAT, Abdulsalam, ABDUR, Adebisi, MOTUNRAYO, Joy. Optimization studies for decolourization of textile wastewater using a sawdust-based adsorbent, Chemical Data Collections, Vol. 27, 2020. ISSN 2405-8300. DOI 10.1016/j.cdc.2020.100400.

KHATRI, Narendra, KISHORE, Kamal K. y SHARMA, Abhishek. Artificial neural network modelling of faecal coliform removal in an intermittent cycle extended aeration system-sequential batch reactor based wastewater treatment plant. Ed: Journal of Water Process Engineering, Vol. 37, 2020. ISSN 2214-7144 DOI 10.1016/j.jwpe.2020.101477.

KHOSRAVANIPOUR, Ali, TAREQ, Adam, CARABIN, Anne, DROGUI, Patrick y BRIEN, Emmanuel. Development of combined membrane filtration, electrochemical technologies, and adsorption processes for treatment and reuse of laundry wastewater and removal of nonylphenol ethoxylates as surfactants. Ed: Journal of Water Process Engineering, Vol 28, Pp 277-292, 2019. ISSN 2214-7144. DOI 10.1016/j.jwpe.2019.02.014.

KUO, Anita, TERESINHA, Marcia, TREVISANI, Patricia, DA CUNHA, Gilberto, MORENO, Soraya, OLIVEIRA, Camila. Sequential process of coagulation/flocculation/sedimentation- adsorption - microfiltration for laundry

effluent treatment. Ed: Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol. 7, 2019. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/j.jece.2019.103226.

LANFAIR, Jordan K., SCHROTH, Stephen T. y AMBULKAR, Archis. Water purification. Ed: Encyclopedia Britannica, 2018. Disponible en: <https://www.britannica.com/topic/water-purification>.

LECCA, Eduardo. y LIZAMA, Edgar. Industrial Data: Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno, vol. 17, no. 1, pp. 71-80. 2014. ISSN: 1560-9146. DOI 10.15381/idata.v17i1.12035.

LI, Ruihua, MORRISON, Liam, COLLINS, Gavin, LI, Aimin y ZHAN, Xinmin. Simultaneous nitrate and phosphate removal from wastewater lacking organic matter through microbial oxidation of pyrrhotite coupled to nitrate reduction, Water Research, Vol. 96, pp 32-41, 2016. ISSN 0043-1354. DOI 10.1016/j.watres.2016.03.034.

LÓPEZ, Malena. Evaluación del uso de la cactácea *Opuntia ficus-indica* como coagulante natural para el tratamiento de aguas. Tesis (Titulo de ingeniero Ambiental), Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3541>.

MANOUCHEHRI, Massoumeh y KARGARI, Ali. Water recovery from laundry wastewater by the cross flow microfiltration process: A strategy for water recycling in residential buildings. Ed: Journal of Cleaner Production, Vol. 168, pp 227-238, 2017. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.08.211.

MAO, N.,10 - Nonwoven fabric filters, Editor(s): George Kellie, en: Woodhead Publishing Series in Textiles, Advances in Technical Nonwovens, Woodhead Publishing, Pages 273-310, 2016. ISBN 9780081005750. DOI 10.1016/B978-0-08-100575-0.00010-3.

MAUCHAUFFEE, S., DENIEUL M.-P., y COSTE, M. Industrial wastewater re-use: closure of water cycle in the main water consuming industries: the example of paper mills. Ed: Environmental Technology, vol. 33:19, pp 2257-2262, 2012. DOI 10.1080/09593330.2012.728734.

MONTEIRO, Mateus, MOURA, Mário, SILVA, Iêda, MOREIRA, Leila, SILVA, Dannielle, PEREIRA, Leonardo, NASCIMENTO, Jailton, CHIAVONE, Osvaldo Solid-liquid equilibrium, density and electrical conductivity data for water + monoethylene glycol + calcium chloride mixtures, *Fluid Phase Equilibria*, Vol. 547, 2021. ISSN 0378-3812. DOI 10.1016/j.fluid.2021.113177.

MTHEMBU, M., SWALAHA, F., BASSON, A, NDULINI, F., MOKOENA, T., MTHEMBU, N., Sulfate removal from industrial wastewater in a hydroponic system planted with *Bidens pilosa* L, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 2021. ISSN 1474-7065. DOI 10.1016/j.pce.2021.103023.

NOBLET James y SCHWEITZER Linda. *Water Contamination and Pollution*. En su: *Green Chemistry*. Editor(s): Béla Török, Timothy Dransfield ed: Elsevier, Estados Unidos, pp 261-290, 2018. ISBN: 9780128092705. DOI 10.1016/B978-0-12-809270-5.00011-X.

OEFA. Fiscalización ambiental en aguas residuales: Problemática ambiental por déficit de tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional, pp. 36. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827).

OSINFOR, Organismo de supervisión de los recursos forestales y de la fauna silvestre, fichas de identificación de especies forestales maderables de la selva central producto del III curso taller: identificación de especies forestales maderables. serie 1 nº 06, 2015. Disponible en: <https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/Ficha-de-Identificaci%C3%B3n-de-especies-forestales-maderables-de-la-selva-central-2015.pdf>.

PROMPERÚ, Maderas del Perú - Woods of Peru. Proyecto "Promoción de Nuevas Especies Paraestales del Perú en el Comercio Exterior, 2004. Disponible en: <https://repositorio.promperu.gob.pe/handle/123456789/2909>.

PULIDO, Andrea. Evaluación De La Eficiencia Entre Dos Sistemas De Biofiltros Para El Tratamiento De Las Aguas Residuales Domésticas De La Localidad De Carapongo, Lurigancho- Chosica. Tesis (Título de ingeniero Ambiental), Lima:

Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1930>.

RAKETH Marisa, JARIYABOON Rattana, KONGJAN Prawit, TRABLY Eric, REUNGSANG Alissara, SRIPITAK Burachat, CHOTISUWAN Saowapa, Sulfate removal using rubber wood ash to enhance biogas production from sulfate-rich wastewater generated from a concentrated latex factory, *Biochemical Engineering Journal*, Vol. 173, 2021. ISSN 1369-703X. DOI 10.1016/j.bej.2021.108084.

RIVERKEEPERS, Inc. How is the water? A story of sewage contamination on the Hudson, 2011. Disponible en: <https://www.riverkeeper.org/news-events/news/water-quality/how-is-the-water/>.

RUAN, Roger, ZHANG Qi, WANG Lin, Zhigang Yu, ZHOU Ting, ZHIQIANG Gu, QIAOYUN Huang, XIAO Bo, WENGUANG Zhou, y YUHUAN Liu. Pine sawdust as algal biofilm biocarrier for wastewater treatment and algae-based byproducts production, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 256, 2020. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.120449.

RUIZHU, Hu, ZENAN Liu, TINGLIN Huang y GANG Wen. Pilot test of simultaneous removal of silica, hardness, and turbidity from gray water using circulating pellet fluidized bed, *Journal of Water Process Engineering*, Vol. 42, 2021. ISSN 2214-7144. DOI 10.1016/j.jwpe.2021.102149.

SALAZAR, Paola y SISALEMA, Fernanda. Análisis del aserrín como filtro en el tratamiento de aguas residuales proveniente de la Industria de Textiles Andelas Cía. Ltda. Tesis (Título de ingeniero Civil), Lima: Universidad Tecnica de Ambato, 2018. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27011>.

SELAMBAKKANNU, Sarala, FATIMAH, Nor A., ABU, Khomsaton B., MUTIAH Krishamani y KARIM, Zulhairun. Degradation of surfactants from domestic laundry effluent by electron beam irradiation, *Materials Today: Proceedings*, Vol. 46, Part 5, pp. 1807-1812, 2021. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.10.061.

SINGH, Simranjeet, ANIL, Amith, KUMAR, Vijay, KAPOOR, Dhriti, SUBRAMANIAN, S., SINGH, Joginder y RAMAMURTHY Praveen. Nitrates in the

environment: A critical review of their distribution, sensing techniques, ecological effects and remediation, *Chemosphere*, Volume 287, Part 1, 2022. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2021.131996.

TENG Zi, LUO Yaguang, ZHOU Bin, WANG Qin y HAPEMAN Cathleen. Characterization and mitigation of chemical oxygen demand and chlorine demand from fresh produce wash water, Volume 127, 2021. ISSN 0956-7135. DOI 10.1016/j.foodcont.2021.108112.

VALENZUELA, María y CAMPUZANO, Diana. ISO 14001:2015 Caso Estudio Sector industrial lavandería. Ed: Revista Padlet [en línea]. 2018. Disponible en: <https://www.stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/18554/1/1057782740.pdf>.

VITOR, John. Capacidad adsorbsiva del aserrín de eucalipto (*furcraea andina*), en la biorremediación de aguas contaminadas con zinc. Tesis (Titulo de ingeniero Ambiental), Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2019. Disponible en: <http://repositorio.untels.edu.pe//handle/123456789/198>.

YRIDES, Ioannis, PHOTIOU, Panagiota, KOUTSOKERAS, Loukas, CONSTANTINIDES, Georgios y KOUTINAS Michalis. Phosphate removal from synthetic and real wastewater using thermally treated seagrass residues of *Posidonia oceanica*, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 278, 2021. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.123294.

YOCUM, Dayna. Manual de Diseño : Humedal Construido para el Tratamiento de las Aguas Grises por Biofiltración. Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara, pp. 1-16. 2014. Disponible en: <https://www.aguasresiduales.info/revista/libros/disenodehumedalconstruido-para-el-tratamiento-de-las-aguas-grises-por-biofiltracion>.

ZHANG, Duoying, LIU, Ying, HAN, Yaxi, ZHANG, Yanlong, JIA, Xuebin, LI, Weiguang, LI, Donghui y JING, Liqiang, Nitrate removal from low C/N wastewater at low temperature by immobilized *Pseudomonas* sp. Y39-6 with versatile nitrate

metabolism pathways, Bioresource Technology, Vol. 326, 2021. ISSN 0960-8524.  
DOI 10.1016/j.biortech.2021.124794.



## ANEXOS.

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.


Eficiencia de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería						
	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	
<b>V. independiente</b>						
Eficiencia de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo	los biofiltros son sistemas que imitan los humedales (pantano) y que utiliza material orgánico o inorgánico como las grava donde estas mismas tienen la función de purificar las aguas residuales mediante un proceso natural (Yocum, 2006).	El biofiltro tuvo un diseño cilíndrico compuesto por cabello y aserrín de cachimbo. El biofiltro se midió por su eficiencia en el tratamiento de aguas de lavandería.	Dosis óptima	Cabello	Aserrín de cachimbo	%
				25	75	
				50	50	
				75	25	
				100	-	
				-	100	
Tiempo óptimo	1 horas	Horas				
	2 horas					
<b>V. dependiente</b>						
Tratamiento de aguas de lavandería	El tratamiento de aguas residuales, es una serie de procesos mediante el cual se eliminan compuestos químicos, orgánicos e inorgánicos y contaminantes de carácter biológico, para que el tratamiento de las aguas residuales sea efectivo se requiere de una caracterización del tipo de agua residual que se pretende tratar y así brindar un tipo de tratamiento adecuado como la coagulación y floculación, sedimentación, filtración y la desinfección (Lanfair et al. 2018).	Al emplearse el biofiltro para el tratamiento de lavandería de lavandería se evaluaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos antes y después del tratamiento.	Parámetros fisicoquímicos	DBO	mg/L	
				BQO	mg/L	
				pH	Unidad de pH	
				Dureza	mg/L	
				Turbidez	NTU	
				Sulfatos	Mg/L	
				Nitrógeno total	mg/L	
				Fosfatos	mg/L	
				Detergentes	mg/L	
				Conductividad eléctrica	μS/cm	
				Parámetros Microbiológicos	Coliformes Totales	UFC
					Coliformes Termo tolerantes	UFC
					<i>Escherichia coli</i>	UFC

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos.

											
Ficha 1. Cadena De Custodia											
Titulo		Eficiencia de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería									
Responsable de la toma de muestra			Esquivel Rafaele, Franco Alberto.								
Responsable de laboratorio para muestreo			Blga. Yañez Mujica, María del Carmen								
Asesor			Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto								
Datos del muestreo											
Lugar de muestreo:											
Distrito:			Provincia:			Región:					
Muestreo				Datos de muestra				Análisis		Tipo de envase	
Código de campo	Fecha	Hora	Coordenadas		Fuente/origen/tipo de muestra	Punto de muestreo	Descripción de muestra	Análisis microbiológico	Análisis fisicoquímico	Vidrio	plástico
			Norte	Sur							

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ochoa  
 DNI: 08447308

  
 Dr. RUBEN MUNIVE CERRON  
 CIP N° 38103

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI.17402784

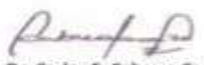
  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

**Ficha 2. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de pre tratamiento de las aguas de lavandería.**

Título		Eficiencia de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería																
Responsable de la toma de muestra			Esquivel Rafaele, Franco Alberto.															
Asesor			Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto															
Código de campo	Fecha	Hora	Parámetros fisicoquímicos										Parámetros microbiológicos			In situ		
			DBO	DQO	pH	Dureza	Turbidez	Sulfatos	Nitrógeno total	Fosfatos	Detergente	Conductividad eléctrica	Coliformes	Coliformes Termotolerantes	Escherichia coli.	pH	T°	

Atentamente  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Dr. RUBEN MUNIVE CERRON  
 CIP N° 38103

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI.17402784

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0076275

Ficha 3. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de post tratamiento de las aguas de lavandería.

Título Eficiencia de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería

Responsable de la toma de muestra Esquivel Rafeale, Franco Alberto.

Asesor Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto

Código de campo	Dosis del lecho	Tiempo de retención hidráulica	Parámetros fisicoquímicos										Parámetros microbiológicos			In situ		
			DBO	DQO	pH	Dureza	Turbidez	Sulfatos	Nitrógeno total	Fosfatos	Detergente	Conductividad eléctrica	Coliformes	Coliformes Termotolerantes	Escherichia coli.	pH	T°	

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Dr. RUBEN MUNIVE CERRON  
 CIP N° 38103

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI.17402784

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

**Ficha 4. Características Del Biofiltro**

Titulo		Eficiencia de un biofiltro a base de cabello y aserrín de cachimbo para el tratamiento de las aguas de lavandería						
Responsable de la toma de muestra			Esquivel Rafaele, Franco Alberto.					
Asesor			Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto					
Lugar de muestreo								
Distrito:			Provincia:			Región:		
Código de campo	Tiempo óptimo		Diseño del biofiltro			Dosis óptima del biofiltro		Observaciones
	T1	T2	Volumen	Altura	Diámetro	Cabello	Aserrín de cachimbo	

Atentamente,  
  
 Jhón Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Dr. RUBEN MUNIVE CERRON  
 CIP N° 38103

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI.17402784

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

## Anexo 3. Validación de instrumentos.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena De Custodia**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

• El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
• El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %

Lima 28 de septiembre del 2021

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

FIRMA DEL EXPERTO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de pre tratamiento de las aguas de lavandería**
- 1.5. Autor del instrumento: **Esquivel Rafele, Franco Alberto**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		


#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

<ul style="list-style-type: none"> <li>• El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación</li> </ul>	Si
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación</li> </ul>	-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %

Lima 28 de septiembre del 2021

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

FIRMA DEL EXPERTO



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de post tratamiento de las aguas de lavandería**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafeale, Franco Alberto**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

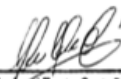
#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

<ul style="list-style-type: none"> <li>• El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación</li> </ul>	Si
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación</li> </ul>	-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %

Lima 28 de septiembre del 2021

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

FIRMA DEL EXPERTO



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características Del Biofiltro**
- 1.5. Autor del instrumento: **Esquivel Rafele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		


**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

• El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
• El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %

Lima 28 de septiembre del 2021

  
**Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera**  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

FIRMA DEL EXPERTO

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Pesquera Y Acuicultura**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena De Custodia**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

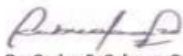
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI. 17402784

Lima 18 de junio del 2021

FIRMA DEL EXPERTO

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Pesquera Y Acuicultura**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de pre tratamiento de las aguas de lavandería**
- 1.5. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

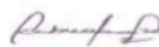
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI.17402784

Lima 18 de junio del 2021

FIRMA DEL EXPERTO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Pesquera Y Acuicultura**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de post tratamiento de las aguas de lavandería**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

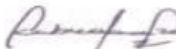
#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %

Lima 18 de junio del 2021

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI.17402784

FIRMA DEL EXPERTO

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Pesquera Y Acuicultura**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características Del Biofiltro**
- 1.5. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

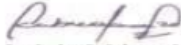
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI. 17402784

Lima 18 de junio del 2021

FIRMA DEL EXPERTO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Mecánica Y Mecánica Eléctrica**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena De Custodia**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

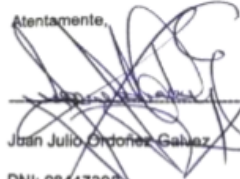
<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %

Lima 18 de junio del 2021

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

FIRMA DEL EXPERTO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Mecánica Y Mecánica Eléctrica**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de pre tratamiento de las aguas de lavandería**
- 1.5. Autor del instrumento: **Esquivel Rafeale, Franco Alberto**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez  
DNI: 08447308

Lima 18 de junio del 2021

FIRMA DEL EXPERTO

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Mecánica Y Mecánica Eléctrica**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de post tratamiento de las aguas de lavandería**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %

Lima 18 de junio del 2021

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

FIRMA DEL EXPERTO



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Mecánica Y Mecánica Eléctrica**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características Del Biofiltro**
- 1.5. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %

Lima 18 de junio del 2021

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

**FIRMA DEL EXPERTO**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Munive Cerrón, Rubén Víctor**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena De Custodia**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

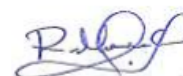
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON

CIP N° 38103

Lima 22 de junio del 2021

**FIRMA DEL EXPERTO**

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Munive Cerrón, Rubén Víctor**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de pre tratamiento de las aguas de lavandería**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

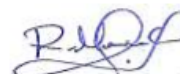
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90 %



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON

CIP N° 38103

Lima 22 de junio del 2021

FIRMA DEL EXPERTO

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Munive Cerrón, Rubén Víctor**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la etapa de post tratamiento de las aguas de lavandería**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON

CIP N° 38103

FIRMA DEL EXPERTO

Lima 22 de junio del 2021

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Munive Cerrón, Rubén Víctor**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e investigador – UCV Lima Norte**
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características Del Biofiltro**
- 1.4. Autor del instrumento: **Esquivel Rafaele, Franco Alberto**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTERNACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	Las estrategias responden una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

<input type="checkbox"/> El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación	Si
<input type="checkbox"/> El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

90 %



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON

CIP N° 38103

Lima 22 de junio del 2021

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL EXPERTO

Anexo 4. Evidencias fotográficas.



Figura 19. Materiales del sistema de biofiltración.



Figura 20. Materiales del biofiltro.





Figura 21. Proceso de conexión de sistema de biofiltración.





Figura 22. Proceso de armado del sistema de biofiltración.



Figura 23. Armado del biofiltro.



Figura 24. Conexión final del sistema de biofiltración.



Figura 25. Sistema de biofiltración.





Figura 26. Obtención del aserien de cachimbo.



Figura 27. Obtención del cabello.



#### 4 RESULTADOS DE ANALISIS.

**INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021**  
**ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.**

**SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.**

**PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"**

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**

**Muestra 0 : MUESTRA MPT - AL**

**DATOS DEL MUESTREO**

**Punto de muestreo :** Salida del biofiltro.  
**Distrito :** San Jerónimo.  
**Provincia :** Cusco.  
**Departamento :** Cusco.  
**Fecha de muestreo :** 27/09/2021 (11:20)

**RESULTADOS**

**4.1 ANALISIS IN SITU**

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
MPT-AL	Salida del biofiltro	8.00	16.3

**4.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra MPT-AL	Salida del biofiltro	6 545 x10 <sup>6</sup>	2 400	2 400	1 100

Figura 28. Resultado de parámetros microbiológicos en pre tratamiento



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA MPT - AL			
DETERMINACIONES		UNIDAD	Muestra 0
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	3500
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	1200
pH			9.8
Conductividad Eléctrica		µS/cm	8450
Turbidez		NTU	545
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	180
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	400
Nitrógeno Total		mg/L	22
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	1.64
Detergentes		mg/L	494

MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MAYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

  
Ing. Del Carmen  
BIÓLOGO  
C.B.P. 5278

Figura 29. Resultado de parámetros fisicoquímicos en pre tratamiento





INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021

ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.

SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.

PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

Muestra 1 : MUESTRA B1-25c/75a-2H

DATOS DEL MUESTREO

Punto de muestreo : Salida del Biofiltro.  
Distrito : San Jerónimo.  
Provincia : Cusco.  
Departamento : Cusco.  
Fecha de muestreo : 29/09/2021 (13:15)

RESULTADOS

4.1 ANALISIS IN SITU

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B1-25c/75a-2H	Salida de biofiltro	7.10	16.7

4.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 1	Salida del biofiltro	3 550 x 10 <sup>6</sup>	1 100	460	120

Figura 30. Resultado de parámetros microbiológicos en B1-25c/75a-2H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA: B1-25c/75a-2H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	M <sub>1</sub>
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	850
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/L	310
pH			7.2
Conductividad Eléctrica		µS/cm	1700
Turbidez		NTU	150
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	110
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	260
Nitrógeno Total		mg/L	9
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0.96
Detergentes		mg/L	54.6

MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCYM.

  
BIÓLOGO  
C. B. P. 5229

Figura 31. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B1-25c/75a-2H



INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021  
ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.

SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.

PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRIN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

Muestra 2 : MUESTRA B2-50c/50a-2H

DATOS DEL MUESTREO

Punto de muestreo : Salida del Biofiltro.  
Distrito : San Jerónimo.  
Provincia : Cusco.  
Departamento : Cusco.  
Fecha de muestreo : 29/09/2021 (13:18)

RESULTADOS

4.1 ANALISIS IN SITU

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B2-50c/50a-2H	Salida del biofiltro	6.9	17.3

4.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 2	Salida del biofiltro	4 500 x 10 <sup>6</sup>	460	210	28

Figura 32. Resultado de parámetros microbiológicos en B2-50c/50a-2H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA B2-50c/50a-2H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	Muestra 2
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	800
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	304
pH			7,1
Conductividad Eléctrica		µS/cm	1660
Turbidez		NTU	173
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	70
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	160
Nitrógeno Total		mg/L	8
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	1.13
Detergentes		mg/L	46.6

MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCCYM.

  
BIÓLOGO  
C. B. P. 4229

Figura 33. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B2-50c/50a-2H



INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021  
ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.

SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.

PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

Muestra 3 : MUESTRA B3-75c/25a-2H

DATOS DEL MUESTREO

Punto de muestreo : Salida del Biofiltro.  
Distrito : San Jerónimo.  
Provincia : Cusco.  
Departamento : Cusco.  
Fecha de muestreo : 29/09/2021 (13:20)

RESULTADOS

4.1 ANALISIS IN SITU

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B3-75c/25a-2H	Salida del biofiltro	7.30	17.1

4.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 3	Salida del biofiltro	7 350 x 10 <sup>6</sup>	460	210	75

Figura 34. Resultado de parámetros microbiológicos en B3-75c/25a-2H



4.3 ANALISIS FISICO-QUÍMICO

Muestra B3-75c/25a-2H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	Muestra 3
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	800
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	305
pH			7.1
Conductividad Eléctrica		μS/cm	1700
Turbidez		NTU	174
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	65
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	180
Nitrógeno Total		mg/L	7
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	1.37
Detergentes		mg/L	54.0

<b>MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA</b>	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
<b>MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS</b>	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCMY.

  
BIÓLOGO  
C. B. P. 9219

Figura 35. Resultado de parámetros fisicoquímico en B3-75c/25a-2H





INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021  
ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.

SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.

PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

Muestra 4 : MUESTRA B4-100c-2H

DATOS DEL MUESTREO

Punto de muestreo : Salida del Biofiltro.  
Distrito : San Jerónimo.  
Provincia : Cusco.  
Departamento : Cusco.  
Fecha de muestreo : 29/09/2021 (13:22)

RESULTADOS

4.1 ANALISIS IN SITU

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B4-100c-2H	Salida del biofiltro	6.8	17.6

4.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	N.º de Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 4	Salida del biofiltro	1 300 x 10 <sup>2</sup>	240	120	93

Figura 36. Resultado de parámetros microbiológicos en B4-100c-2H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA B4-100c-2H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	Muestra 4
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	1100
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	600
pH			6.9
Conductividad Eléctrica		μS/cm	2140
Turbidez		NTU	385
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	40
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	100
Nitrógeno Total		mg/L	5
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	0.27
Detergentes		mg/L	43.8

MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCM.



BIOLOGO  
C B P 5219

Figura 37. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B4-100c-2H





INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021  
ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.

SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.

PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CADELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

Muestra 5 : MUESTRA B5-100a-2H

DATOS DEL MUESTREO

Punto de muestreo : Salida del Biofiltro.  
Distrito : San Jerónimo.  
Provincia : Cusco.  
Departamento : Cusco.  
Fecha de muestreo : 29/09/2021 (13:23)

RESULTADOS

4.1 ANALISIS IN SITU

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B5-100a-2H	Salida del biofiltro	7.00	17.7

4.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 5	Salida del biofiltro	1 875 x 10 <sup>6</sup>	210	75	75

Figura 38. Resultado de parámetros microbiológicos en B5-100a-2H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA B5-100a-2H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	M <sub>s</sub>
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	1100
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	550
pH			7.2
Conductividad Eléctrica		µS/cm	2440
Turbidez		NTU	471
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	75
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	190
Nitrógeno Total		mg/L	8
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	0.63
Detergentes		mg/L	23.8

<b>MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA</b>	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
<b>MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS</b>	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCYM.

  
BIÓLOGO  
C.B.P. 6218

Figura 39. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B5-100a-2H



INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021  
ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.

SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.

PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

Muestra 6 : MUESTRA B6-25c/75a-4H

DATOS DEL MUESTREO

Punto de muestreo : Salida del Biofiltro.  
Distrito : San Jerónimo.  
Provincia : Cusco.  
Departamento : Cusco.  
Fecha de muestreo : 29/09/2021 (13:15)

RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS IN SITU

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B6-25c/75a-4H	Salida del biofiltro	7.20	16.60

4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 6	Salida del biofiltro	3 095 x 10 <sup>6</sup>	150	150	39

Figura 40. Resultado de parámetros microbiológicos en B6-25c/75a-4H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA B6-25c/75a-4H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	Muestra 6
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	800
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	300
pH			7.2
Conductividad Eléctrica		µS/cm	1560
Turbidez		NTU	130
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	104
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	260
Nitrógeno Total		mg/L	12
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	1.17
Detergentes		mg/L	15.8

MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCM.

La Del Cusco  
B-01, CUSCO  
C.B.P. 9229

Figura 41. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B6-25c/75a-4H



**INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021**  
**ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.**

**SOLICITANTE:** FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.

**PROYECTO DE TESIS:** "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**

**Muestra 7 : MUESTRA B7-50c/50a-4H**

**DATOS DEL MUESTREO**

**Punto de muestreo :** Salida del Biofiltro.  
**Distrito :** San Jerónimo.  
**Provincia :** Cusco.  
**Departamento :** Cusco.  
**Fecha de muestreo :** 29/09/2021 (15:20)

**RESULTADOS**

**4.1 ANALISIS IN SITU**

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B7-50c/50a-4H	Salida del biofiltro	6.90	15.9

**4.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	NUNeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 7	Salida del biofiltro	1 400 x 10 <sup>6</sup>	150	75	15

Figura 42. Resultado de parámetros microbiológicos en B7-50c/50a-4H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA B7-50c/50a-4H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	Muestra 7
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	920
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	360
pH			7.2
Conductividad Eléctrica		µS/cm	1830
Turbidez		NTU	269
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	110
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	300
Nitrógeno Total		mg/L	11
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	1.15
Detergentes		mg/L	29.0

MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCM.

  
BIÓLOGO  
C.R.N. 42018

Figura 43. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B7-50c/50a-4H





**INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021**  
**ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.**

**SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.**

**PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"**

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**

**Muestra 8 : MUESTRA B8-75c/25a-4H**

**DATOS DEL MUESTREO**

**Punto de muestreo :** Salida del Biofiltro.  
**Distrito :** San Jerónimo.  
**Provincia :** Cusco.  
**Departamento :** Cusco.  
**Fecha de muestreo :** 29/09/2021 (15:23)

**RESULTADOS**

**4.1 ANÁLISIS IN SITU**

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B8-75c/25a-4H	Salida del biofiltro	7.00	17.20

**4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 8	Salida del biofiltro	5 675 x 10 <sup>6</sup>	460	150	93

Figura 44. Resultado de parámetros microbiológicos en B8-75c/25a-4H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA B8-75c/25a-4H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	Muestra 8
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	1100
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	510
pH			7.2
Conductividad Eléctrica		µS/cm	2040
Turbidez		NTU	315
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	108
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	300
Nitrógeno Total		mg/L	10
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	0.73
Detergentes		mg/L	34.00

MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes.
MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCM.

  
BIÓLOGO  
C.R. N° 5218

Figura 45. Resultado de parámetros fisicoquímico en B8-75c/25a-4H





**INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021**  
**ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.**

**SOLICITANTE: FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.**

**PROYECTO DE TESIS: "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"**

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**

**Muestra 9 : MUESTRA B9-100c-4H**

**DATOS DEL MUESTREO**

**Punto de muestreo :** Salida del Biofiltro.  
**Distrito :** San Jerónimo.  
**Provincia :** Cusco.  
**Departamento :** Cusco.  
**Fecha de muestreo :** 29/09/2021 (15:24)

**RESULTADOS:**

**4.1 ANÁLISIS IN SITU**

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B9-100c-4H	Salida del biofiltro	7.20	17.1

**4.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	Numeración Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 9	Salida del biofiltro	4 876 x 10 <sup>6</sup>	460	150	20

Figura 46. Resultado de parámetros microbiológicos en B9-100c-4H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA B9-100c-4H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	Muestra 9
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	1100
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	680
pH			6.9
Conductividad Eléctrica		µS/cm	2380
Turbidez		NTU	472
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	110
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	290
Nitrógeno Total		mg/L	12
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0,14
Detergentes		mg/L	23.4

<b>MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA</b>	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Observación Microscópica de sedimento
<b>MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS</b>	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCYM

  
BIÓLOGO  
C. R. P. 6200

Figura 47. Resultado de parámetros fisicoquímico en B9-100c-4H



**INFORME N° 039 - AM- LAASA LAB 2021**  
**ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL DE LAVANDERÍA.**

**SOLICITANTE:** FRANCO ALBERTO, ESQUIVEL RAFAELE.

**PROYECTO DE TESIS:** "EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRÍN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERÍA"

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**

**Muestra 10 : MUESTRA B10-100a-4H**

**DATOS DEL MUESTREO**

**Punto de muestreo :** Salida del Biofiltro.  
**Dis0020trito :** San Jerónimo.  
**Provincia :** Cusco.  
**Departamento :** Cusco.  
**Fecha de muestreo :** 29/09/2021 (15:25)

**RESULTADOS:**

**4.1 ANALISIS IN SITU**

MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	IN SITU	
		pH	Temperatura °C.
B10-100a-4H	Salida del biofiltro	7.10	17.3

**4.2 ANALISIS MICROBIOLÓGICO:**

N° Ref. Laboratorio	Punto de muestreo	NÚmero de Microorganismos heterotróficos UFC/ml.	N.M.P. Coliformes /100ml.		
			Coliformes Totales UFC/100ml (35 °C)	Coliformes Termotolerantes UFC/100ml (44.5 °C)	E. coli UFC/100ml (44.5 °C)
Muestra 10	Salida del biofiltro	1700 x 10 <sup>6</sup>	75	75	75

Figura 48. Resultado de parámetros microbiológicos en B10-100a-4H



4.3 ANALISIS FISICO QUÍMICO

MUESTRA B10-100a-4H			
DETERMINACIONES		UNIDAD	M <sub>10</sub>
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	1200
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	570
pH			7,1
Conductividad Eléctrica		µS/cm	2230
Turbidez		NTU	346
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	120
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	280
Nitrógeno Total		mg/L	18
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	0,044
Detergente		mg/L	75,0

<b>MÉTODO DE ENSAYO MICROBIOLOGIA</b>	Método Estandarizado por Agotamiento en superficie Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes Observación Microscópica de sedimento
<b>MÉTODO DE ENSAYO ANALISIS FISICO QUIMICOS</b>	Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

Cusco, 14 de octubre del 2021.  
MCYM.

  
BIÓLOGO  
C. B. P. 8213

Figura 49. Resultado de parámetros fisicoquímicos en B10-100a-4H



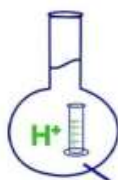
**LAASA LAB**

RUC: 20607268526

### 7 BOLETA ELECTRÓNICA

<b>LAASALAB</b> LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS ALIMENTOS Y SERVICIOS AMBIENTALES E.I.R.L. AV. JOSE GABRIEL COSIO 403 INT. A URB. MAGISTERIAL FRENTE A PARQUE TRESOL CUSCO - CUSCO - CUSCO		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20607268526 EB01-5					
Fecha de Venimiento: Fecha de Emisión: <b>14/10/2021</b> Señores: <b>FRANCO ALBERTO ESQUIVEL</b> DNI: <b>71488067</b> Tipo de Moneda: <b>SOLES</b> Observación:							
Cantidad	UNIDAD Medida	Código	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	001	SERVICIO DE ANALISIS DE LABORATORIO EN AGUAS RESIDUALES DE LAVANDERIA, CUSCO	2796.61017	0.00	3,300.000000	0.00
						Otros Cargos :	0.0000
						Otros Tributos :	0.0000
						ICBPER :	0.0000
						Importe Total :	3,300.00
				<b>SON: TRES MIL TRESCIENTOS Y 00/100 SOLES</b>			
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada				Op. Gravada :	S/ 2,796.61		
				Op. Exonerada :	S/ 0.00		
				Op. Inafecta :	S/ 0.00		
				IGC :	S/ 0.00		
				IGV :	S/ 503.39		
				ICBPER :	S/ 0.00		
				Otros Cargos :	S/ 0.00		
				Otros Tributos :	S/ 0.00		
				Monto de Retención :	S/ 0.00		
				<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 3,300.00</b>		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/Consulta de Validez del CPE							

Figura 50. Boleta electrónica sobre los análisis de laboratorio



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

## INFORME N° LQ 0635-21 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ASERRIN

SOLICITA : FRANCO ALBERTO ESQUIVEL RAFAELE

TESIS : EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO A BASE DE CABELLO Y ASERRIN DE CACHIMBO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LAVANDERIA

MUESTRA : ASERRIN DE CACHIMBO

DISTRITO : SAN JERONIMO

PROVINCIA : CUSCO

DEPARTAMENTO : CUSCO

FECHA DE INFORME: 12/11/21

RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	
Humedad	%	11
Porosidad	%	61.4
Densidad Real	g/cc	0.57
Densidad Aparente	g/cc	0.22
Capacidad de retención de Humedad/Hidráulica	%	35.8

MÉTODOS DE ANÁLISIS: Gravimetría.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



  
MARIO CUMPA CAYURI  
INGENIERO QUIMICO  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16196

Figura 51. Caracterización del aserrín de cachimbo



<b>MC QUIMICALAB</b>				<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b>		
<b>CUMPA GUTIERREZ GURY MANUEL</b>				<b>RUC: 10465897711</b>		
MZA. A LOTE. 4 APV. COVIDUC CASA EN CONSTRUCCION, PARADERO SOL DE ORO				<b>EB01-42</b>		
SAN SEBASTIAN - CUSCO - CUSCO						
Fecha de Vencimiento :						
Fecha de Emisión : <b>12/11/2021</b>						
Señor(es) : <b>FRANCO ALBERTO ESQUIVEL</b>						
DNI : <b>71468007</b>						
Tipo de Moneda : <b>SOLES</b>						
Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	ANALISIS FISICOQUIMICO DE ASERRIN***Pago Anticipado***	84.7457	0.00	99.999926	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/100.00
<b>SON: CIEN Y 00/100 SOLES</b>						
Op. Gravada :						S/ 84.75
Op. Exonerada :						S/ 0.00
Op. Inafecta :						S/ 0.00
ISC :						S/ 0.00
IGV :						S/ 15.25
ICBPER :						S/ 0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/ 0.00
Monto de Redondeo :						S/ 0.00
Importe Total :						S/ 100.00
(*) Sin impuestos.						
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.						
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

Figura 52. Boleta electrónica de la caracterización del aserrín de cachimbo.