



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado para mejorar la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en la ciudad de Pachacútec-Ventanilla, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Bertolotti Ochavano Angella Fabrizzia (ORCID 0000-0001-6374-1330)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (ORCID 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y las fuerzas para poder concluir esta etapa importante en mi vida.

A mis padres, Marco Bertolotti Zuñiga por su amor, su apoyo incondicional y por confiar siempre en mí, a mi madre Liliana Ochavano Márquez por su amor y aliento, a mi abuelita Luz Antonieta Zuñiga porque siempre me impulso a superarme ante las adversidades y a no rendirme.

A mi asesor el Ing. Benites Alfaro quien fue mi guía y consejero durante el desarrollo de toda mi tesis.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y las fuerzas necesarias para poder concluir esta etapa profesional importante en mi vida.

A mi papá Marco Bertolotti Zuñiga por su amor, dedicación y apoyo incondicional, a mis hermanas por ser mi soporte y compañeras incondicionales.

A mi asesor el Ing. Benites Alfaro por ser mi guía y consejero durante el desarrollo de toda mi tesis y a mi alma mater la Universidad Cesar Vallejo por los conocimientos y la formación profesional que me brindo durante todos estos años académicos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	vi
Índice de gráficos	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo de la investigación	29
3.2. Matriz de operacionalización	30
3.3. Población, muestra y muestreo	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	33
3.5. Procedimiento	35
3.6. Métodos de análisis de datos	50
3.7. Aspectos éticos	50
IV. RESULTADOS	51
V. DISCUSIÓN	79
VI. CONCLUSIONES	83
VII. RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS	85
ANEXO	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Composición nutricional de la semilla de <i>Moringa oleifera</i> Lam	20
Tabla N° 2. Estándares de calidad microbiológica para agua de consumo humano.	26
Tabla N° 3. Estándares de calidad de agua, categoría poblacional y recreacional	28
Tabla N° 4. Porcentaje de validez de instrumentos	35
Tabla N° 5. Coordenadas de la muestra preliminar	36
Tabla N° 6. Concentración de semillas y carbón activado de los filtros	44
Tabla N° 7. Determinación del caudal para los tres primeros filtros	46
Tabla N°8. Etapas en la investigación	48
Tabla N° 9. Características del agua de subsuelo	51
Tabla N° 10. Biofiltros con Moringa y Carbón activado	52
Tabla N° 11. Tiempo de Retención Hidráulica por tratamientos	63
Tabla N° 12. Remoción porcentual de los filtros	64
Tabla N° 13. Generación de Litros por día de los biofiltros	65
Tabla N° 14. Análisis estadístico descriptivo de Conductividad Eléctrica	67
Tabla N° 15. Pruebas de Normalidad de conductividad eléctrica	67
Tabla N° 16. Prueba ANOVA de un factor Conductividad Eléctrica	68
Tabla N° 17. Análisis estadístico descriptivo de pH	68
Tabla N° 18. Pruebas de Normalidad de pH	69
Tabla N° 19. Prueba ANOVA de un factor pH	69
Tabla N° 20. Análisis estadístico descriptivo de Oxígeno Disuelto	70
Tabla N° 21. Pruebas de Normalidad de Oxígeno Disuelto	70
Tabla N° 22. Prueba ANOVA de un factor Oxígeno Disuelto	71
Tabla N° 23. Análisis estadístico descriptivo DBO ₅	71
Tabla N° 24. Pruebas de Normalidad de DBO ₅	72
Tabla N° 25. Prueba ANOVA de un factor DBO ₅	72
Tabla N° 26. Análisis estadístico descriptivo de Sólidos Totales	73
Tabla N° 27. Pruebas de Normalidad Sólidos Totales	73
Tabla N° 28. Prueba ANOVA de un factor Sólidos Totales	74
Tabla N° 29. Análisis estadístico descriptivo Turbidez	74

Tabla N° 30. Pruebas de Normalidad Turbidez	75
Tabla N° 31. Prueba ANOVA de un factor Turbidez	75
Tabla N° 32. Análisis estadístico descriptivo <i>Escherichia coli</i>	76
Tabla N° 33. Prueba de Normalidad <i>Escherichia coli</i>	76
Tabla N° 34. Prueba ANOVA de un factor <i>Escherichia coli</i>	77
Tabla N° 35. Análisis estadístico descriptivo Coliformes Totales	77
Tabla N° 36. Pruebas de Normalidad Coliformes Totales	78
Tabla N° 37. Prueba ANOVA de un factor Coliformes totales	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Proceso de llenado de agua al tanque de una vivienda en Pachacútec, Ventanilla	3
Figura N° 2. Planta <i>Moringa oleifera</i> Lam	20
Figura N° 3. Agua subterránea como parte del ciclo hidrológico	23
Figura N° 4. Vista transversal de un acuífero.	24
Figura N° 5. Área poblacional de investigación Ciudad de Pachacutec	31
Figura N° 6. Recolección de la muestra	32
Figura N° 7 Toma y medición preliminar de la muestra	35
Figura N° 8. Materiales para la elaboración del filtro biológico	36
Figura N° 9. Lavado y desinfección de materiales	37
Figura N° 10. Medición y posicionamiento de los filtros	37
Figura N° 11. Elaboración de la tapa del filtro biológico	38
Figura N° 12. Conexión de tuberías que alimentan el filtro	39
Figura N° 13. Elaboración del mecanismo encapsulador	40
Figura N° 14. Medios filtrantes	41
Figura N° 15. Preparación de las semillas de Moringa	42
Figura N° 16. Concentración de medio filtrante: filtro n°1	42
Figura N° 17. Concentración de medio filtrante: filtro n°2	43
Figura N° 18. Concentración de medio filtrante: filtro n°3	43
Figura N° 19. Montaje final del filtro	45
Figura N° 20. Llenado de la ficha uso de filtro biológico	49
Figura N° 21. Medición de parámetros en muestras post filtración	48
Figura N° 22. Toma de la muestra post prueba y rotulado	49
Figura N° 23. Diseño de los filtros biológicos	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Comparativa pre y post tratamientos de la temperatura	54
Gráfico N° 2. Comparativa pre y post tratamiento de pH	55
Gráfico N° 3. Comparativa pre y post tratamiento de oxígeno disuelto	56
Gráfico N° 4. Comparativa pre y post tratamiento de conductividad eléctrica	57
Gráfico N° 5. Comparativa pre y post tratamiento de Demanda Bioquímica de Oxígeno (5)	58
Gráfico N° 6. Comparativa pre y post tratamiento de Solidos Totales	59
Gráfico N° 7. Comparativa pre y post tratamiento de Turbidez	60
Gráfico N° 8. Comparativa pre y post tratamiento de <i>Escherichia coli</i>	61
Gráfico N° 9. Comparativa pre y post tratamientos de Coliformes totales	62
Gráfico N° 10. Eficiencia en el grado de remoción de los tratamientos	64

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo la elaboración de un filtro biológico de agua usando como empaque *Moringa oleífera* y carbón activado, la semilla de Moringa fue sometida a temperatura de 100°C por 30 minutos, molida y tamizada a granulometría 2mm, se utilizaron nueve filtros con tres tratamientos el primero con empaque 500 gramos de moringa y 300 gramos de carbón activado de malla 12, el segundo tratamiento con 400 gramos de moringa y 300 gramos de carbón activado y el tercer tratamiento con empaque de 300 gramos de moringa y 300 gramos de carbón activado, luego de los ensayos repetitivos se optimizaron los tratamiento obteniendo 43 L/día, 56 L/día y 98 L/día respectivamente, con una remoción del 97 % para *Escherichia coli* y 98 % de Coliformes totales, en cuanto a parámetros fisicoquímicos se redujo el pH hasta 7,4, remoción en DBO5 del 99%, Turbidez 98,5 %, Sólidos Totales en 74 %, conductividad eléctrica el 94% y aumento la concentración del oxígeno disuelto en 22%. Se concluye que el filtro biológico de *Moringa oleífera* y carbón activado, es alternativa de solución en el tratamiento de agua subterránea con ventaja económica, ambiental y sostenible en la mejora de la calidad del recurso y vida de la población.

Palabras clave: Biofiltro, *Moringa oleífera*, potabilización de agua, calidad de vida

ABSTRACT

The present study was aimed at developing a biological water filter using as packaging *Moringa Oleifera* and activated carbon, *Moringa* seed was subjected to temperature of 100 ° C for 30 minutes, ground and sieved to 2mm grain size, nine filters were used with three treatments the first with 500 grams of moringa packaging and 300 grams of activated carbon 12 mesh, the second treatment with 400 grams of moringa and 300 grams of activated carbon and the third treatment with 300 grams of moringa packaging and 300 grams of activated carbon, After the repetitive trials, the treatments were optimized obtaining 47 L/day, 56 L/day and 98 L/day respectively, with a 97 % removal for *Escherichia coli* and 98 % of total Coliforms, as regards physicochemical parameters, the pH was reduced up to 7.4, 99% removal in BOD5, 98.5% turbidity, 74 % total solids, 94% electric conductivity and 22% increase in dissolved oxygen concentration. It is concluded that the biological filter of *Moringa oleifera* and activated carbon, is an alternative solution in the treatment of groundwater with economic, environmental and sustainable advantage in improving the quality of the resource and life of the population.

Keywords: Biofilter, *Moringa oleifera*, water purification, quality of life

I. INTRODUCCIÓN

La Provincia Constitucional del Callao se caracteriza por ser una de las ciudades con mayor densidad poblacional del Perú, esto ha generado la búsqueda de nuevos espacios para el establecimiento de familias en los denominados centros poblados o pueblos jóvenes, sin embargo es una realidad que gran porcentaje de esta población carece de servicios básicos de agua potable y redes de alcantarillado.

La Ciudad de Pachacútec se encuentra ubicada en el distrito de Ventanilla en la Provincia constitucional del Callao es parte de esta problemática se fundó en el año 2003 y hasta este momento algunos sectores en este espacio demográfico no cuentan con el servicio de red pública de agua potable, es por ello que ante la necesidad inmediata de abastecerse de uno de los recursos más indispensables para el desarrollo de la vida, han tomado medidas para suplir este requerimiento a través del abastecimiento de agua por camiones cisterna.

El agua de los camiones cisternas es utilizada para consumo y para las necesidades básicas de las familias, es extraída de pozos contenidos con agua subterránea, las cuales a través de un sistema de bombeo son captadas por los camiones y transportadas a las casas que conforman dicha ciudad. Este tipo de agua no pasa por ningún control que asegure la calidad de la misma.

Por lo tanto ante esta necesidad el presente informe de investigación tuvo como objetivo principal mejorar la calidad del agua de subsuelo con fines de consumo humano transportada por los camiones cisternas mediante la aplicación de un prototipo de filtro biológico utilizando las semillas de la planta *Moringa oleífera* y el carbón activado los cuales por sus características son de fácil obtención y con el beneficio adicional de un bajo costo de implementación y obtención de materiales, brindando así una posible solución al problema de agua insalubre en la Ciudad de Pachacútec en el distrito de Ventanilla.

En este contexto es una **Realidad problemática** la carencia de no contar con el recurso más indispensable para el desarrollo de la vida como tal, el agua para consumo, La Organización Mundial de la Salud; manifiesta que el agua como la comencemos es un bien fundamental para el desarrollo de la vida en todas sus

formas, en la actualidad la escasez de este recurso hídrico producto del crecimiento demográfico y el establecimiento de comunidades en espacios poco adecuados ha generado una competencia por la obtención de este limitado recurso. (OMS, 2002).

La obtención del agua dulce de subsuelo para consumo humano trae consigo varios problemas, el peligro más común es el causado por la contaminación microbiológica proveniente de aguas servidas. Si la contaminación es reciente y se encuentran microorganismos patógenos, es posible que genere enfermedades a la población que la ingiera. Es sabido que el agua para consumo humano debe contemplar un número de parámetros establecidos que garanticen la calidad de la misma. Por lo tanto el agua potable obtenida del subsuelo no debe ser generadora de ningún tipo de riesgo que pueda causar pérdida de la salud o del bienestar de la población que la consuma.

Así mismo El Instituto Nacional de Estadística e Informática indica que el acceso al agua potable forma parte de la problemática nacional, regional, y local en nuestro país, así en el distrito de Ventanilla en la ciudad de Pachacútec alrededor del 45% de abastecimiento de agua para consumo humano es proveniente de pozos subterráneos (INEI, 2018), la Asociación está conformada aproximadamente por 180 000 habitantes y 10, 482 hogares, las familias tienen un consumo promedio de 38 litros por habitante, y suma un consumo total de 4.8 m³ de agua al mes por vivienda (SUNASS, 2017), posteriormente a su extracción el agua es transportada por camiones cisterna desde la estación surtidora hasta cada una de las viviendas para ser depositadas en tanques, bidones, o en el peor de los casos baldes sin ninguna medida de control.

El agua extraída de los pozos que tienen procedencia subterránea del acuífero Chillón, es recolectada a través de un sistema de bombeo por los camiones cisterna informales sin ningún tipo de control ni medida de salubridad, el agua subterránea procedente del río Chillón presenta altas concentraciones de salinidad llegando a tener 6000 microSiemens/cm sobrepasando así por mucho el estándar de calidad referente a este parámetro para agua de consumo.

Por ello ante el surgimiento de esta necesidad, la elaboración del filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado representa una alternativa de

solución económica, de fácil elaboración que permitirá mejorar visiblemente la calidad del agua a través de la contrastación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos los cuales están indicados en los estándares de calidad ambiental para agua de uso y consumo, de manera que permita reducir considerablemente el riesgo de contraer infecciones u otro tipo de enfermedades relacionadas a la insalubridad de la misma. (Ver figura N°1).



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 1. Llenado de agua al tanque de una vivienda en Pachacútec, Ventanilla

En tal sentido para la elaboración del filtro biológico se plantean como **problema general:** ¿De qué manera el filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado mejora la calidad del agua en el agua subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020? Por consiguiente el **problema específico 1:** ¿De qué manera el filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado, reduce los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020?, **problema específico 2:** ¿De qué manera el filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado, mejora los parámetros físico-químicos del agua de subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020?

La presente investigación se **justifica, teóricamente** debido a que la definición de las características de filtro biológico no se encuentran estrictamente establecidas,

por lo cual se pretende ampliar las teorías que se tienen respecto a esta variable y su eficiencia para el mejoramiento del agua de consumo humano, además se analizarán las principales teorías relacionadas a la calidad del agua para consumo humano, buscando contrastar los resultados obtenidos, para que pueda ser incorporado como nuevo conocimiento a las ciencias ambientales además posee **justificación práctica** debido a que la investigación se realiza a partir de la existente necesidad de mejorar la calidad del recurso hídrico para consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla a través de la generación de un prototipo de filtro biológico dando así solución a una de las principales problemáticas relacionadas a la insalubridad del agua generando un modelo que apunta hacia la sostenibilidad y su vez en la mejora de la calidad de vida en los pobladores de esta comunidad joven, así también esta investigación presenta **justificación social**, y es representada por el beneficio que tendrá la población de la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla al poder obtener agua para consumo y para otras actividades domésticas con las debidas prestaciones que garanticen condiciones de calidad para este recurso y las técnicas necesarias para que puedan desarrollar esta tecnología en sus viviendas de manera fácil y rápida a un muy bajo costo de operación y mantenimiento y a su vez **justificación ambiental** ya que el proyecto radica en la elaboración de un prototipo de filtro biológico el cual podría ayudar y contribuir en la mejora de la calidad de agua para consumo humano y también de cualquier otra que posea una procedencia distinta ya sea doméstica, agrícola e incluso industrial, proponiendo así una alta gama de soluciones a diversos problemas ambientales generados por la contaminación y escasez del recurso hídrico, lo cual traería consigo un beneficio para la población y el ambiente.

Por consiguiente se planteó como **Objetivo General:** Mejorar la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano luego de utilizar el filtro biológico con *Moringa oleífera* y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020. De ello se presenta como **Objetivo específico1:** Mejorar los parámetros físicos-químicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano luego de utilizar el filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020. **Objetivo específico 2:** Reducir los parámetros microbiológicos en el agua de subsuelo con fines de

consumo humano a través del filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020.

Se presente como **Hipótesis general** lo siguiente: El filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado mejorará la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla 2020. Con su **H0**: El filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado no mejorará la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla 2020.

De la misma manera las **Hipótesis específicas** son las siguientes: **Hipótesis específica 1**: El filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, mejorará los parámetros físicos-químicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano, Con su **H0**: El filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado, en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, no mejorará los parámetros físicos-químicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano. **Hipótesis específica 2**: El filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado en Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, reducirá los parámetros microbiológicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en un 90%. Y su **H0**: El filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y Carbón Activado en Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, no reducirá los parámetros microbiológicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en un 90%.

II. MARCO TEÓRICO

Por ello el estudio presenta a continuación los siguientes **antecedentes**:

Según RODRIGUEZ, S., et al. (2018). En su estudio titulado *Diseño de filtro potabilizador ecológico para comunidades rurales, utilizando la Moringa oleífera*, tuvo como objetivo el tratamiento de aguas en comunidades rurales para consumo utilizando productos naturales. La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo, de diseño experimental siendo de tipo pre experimental, los resultados indican que las propiedades de la semilla de Moringa oleífera es una buena opción para mejorar las características del agua, ya que presenta una eficacia del 95 % para la eliminación de Coliformes fecales y reduce hasta en un 90 % la turbidez, se pudo concluir que el filtro a base de moringa oleífera es rentable puesto que no requiere un alto costo de elaboración y mantenimiento además de es efectivo en la reducción de parámetros microbiológicos y físicos en el agua.

Así como MERA, C., et al. (2016) en su *investigación Efecto de la Moringa oleífera en el tratamiento de aguas residuales en el Cauca, Colombia*, tuvo como objetivo demostrar la eficacia del polvo de Moringa oleífera como coagulante y floculante en efluentes de industrias cafeteras. La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo, de diseño experimental, Los resultados indicaron que utilizando 4 g de polvo de la semilla de Moringa en 600 ml de agua residual se observa una eficiencia de hasta el 92 % en la reducción de la turbidez, en cuanto al pH mejoró el rango de 3.15 a 4.6, en cuanto a la conductividad esta mejoró de 3520 a 2690 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en cuanto a los cloruros el resultado también fue positivo logrando una reducción de 712,7 mg/L a 26,7 mg/L, los sólidos suspendidos tuvieron una reducción de 6840 mg/L a 24 mg/L, se redujeron los Coliformes totales de 10000 NMP a 313 NMP, En resumen el polvo derivado de la semilla de Moringa oleífera es altamente eficaz para su uso como coagulante para el tratamiento de agua residuales provenientes de la industria cafetera. También HERNANDEZ, S., et al. (2016) en su investigación *Eficiencia de la semilla de Moringa oleífera en el aclaramiento del agua*, tuvo como objetivo principal demostrar la eficiencia de la semilla de la

Moringa oleífera para el mejoramiento de la calidad del agua proveniente de un lago de Nicaragua, La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo, y de diseño experimental, Los resultados arrojaron que una concentración de 100 mg/Lt de la semilla logro inhibir el desarrollo de bacterias como la Salmonella y staphylococcus en un 94%, así como también la Escherichia coli hasta en un 96% , removiendo por completo los microorganismos patógenos del agua, el tiempo adecuado para el tratamiento es de media hora y se logró una mejora del proceso mediante la filtración por graba, en conclusión la semilla del árbol moringa ha demostrado ser un importante agente para la coagulación y floculación de solidos coloidales además de ser sumamente efectiva para eliminar microorganismo altamente patógenos, por lo que se presenta como una gran alternativa para la purificación del agua.

De igual importancia MAHAMADOU, A., et al. (2014), en su estudios denominado Propiedades fungicida, bactericida y aglutinante de las semillas de *Moringa oleífera*, Tuvo como objetivo conocer y analizar las propiedades bactericidas y fungicidas de las semillas de *Moringa oleífera* en Escherichia coli, Coliformes totales, Rhizoctonia, entre otras. La investigación fue aplicada de enfoque cuantitativo, de alcance explicativo con un diseño experimental de tipo experimental puro. Los resultados encontrados indicaron que las semillas de moringa oleifera demostraron ser eficientes en la aglutinación de Coliformes totales y Escherichia coli, mientras que no presento cambios para erradicar R. solani pero si S. solani. Por lo tanto se concluye que el extracto acuoso en base a las semillas de moringa oleifera presenta características altamente aglutinantes más efectivas en su rol bactericida.

Los científicos NORDMARK, B., et al. (2018), En su investigación *Adsorción de proteína de semilla de Moringa oleifera Sílice: Efectos de la dureza del agua, fraccionamiento y extracción de ácidos grasos*, tuvo como objetivo crear un filtro efectivo y de bajo costo a base de la extracción de proteínas de las semillas de Moringa, la investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo, de diseño experimental siendo de tipo pre experimental. Los resultados fueron positivos ya que este procedimiento logró reducir a 0.03 ug/ml la dureza del agua, además demostró ser muy eficaz para la reducción de parámetros como la turbidez y solidos totales con un porcentaje de remoción de

hasta el 91.2 %, en conclusión esta investigación serviría como apoyo para la implementación de sistema de purificación sostenible para zonas que están en proceso de desarrollo. Por otro lado ARNAL, JM., et al. (2016), en su estudio titulado “*Desing membrane facility por water potabilization ans its application to thir worl countries*” (Diseño de una instalación de membrana para potabilización de agua y su aplicación a países del tercer mundo) tuvo por objetivo Diseñar un mecanismo de ultrafiltración célula (UF) utilizando una membrana de procedencia vegetal para la potabilización de agua en países en vías de desarrollo. El estudio fue de tipo aplicado, con un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo, diseño experimental de tipo cuasi experimental. Los resultados demuestran que se logró remover las Coliformes totales Giardia lamblia, Legionella y la turbidez en un porcentaje de 98% mientras que se obtuvo un 60 % de remoción de magnesio y hierro en el agua, se concluyó entonces que mecanismo puede ser efectivo ya que su eficiencia le permite filtrar 1000 L/día de agua lo que abastecería aproximadamente a 300 personas brindando la seguridad de consumir agua salubre que no represente ningún riesgo para su salud. Por otro lado MADAENI, S., (2015), en su proyecto denominado “*The application of membrane technology for water disinfection*” (La aplicación de la tecnología de membrana para la desinfección de agua), tuvo como objetivo determinar las ventajas y desventajas del uso de una membrana compuesta por acetato de celulosa porosa para la desinfección de agua potable y su eficiencia de remoción de microorganismos patógenos usando el método ultrafiltración. La investigación fue aplicada de enfoque cuantitativo, de alcance explicativo con un diseño experimental de tipo experimental puro. Los resultados arrojan que la membrana tiene un rechazo del 89.4 % de bacterias con dimensiones mayores al 0,4 μm , en el caso de E. coli (0.5 μm de diámetro y 2 μ de largo) sus características permiten que la membrana tenga un rechazo de hasta 99.9% total de la bacteria. Por lo tanto se concluye que la membrana a base de acetato de celulosa porosa tiene la capacidad de eliminar una amplia gama de compuestos biológicos y químicos en medios acuosos de manera permanente o de una forma significativa, proponiendo una alternativa de solución para la desinfección de agua para consumo humano de aguas residuales.

En otros estudios ESPINO, S. y SCHENK J., (2011), en su investigación “*Achieving stable measurements of maximum hydraulic conductivity through woody plant samples*” (Mediciones estables de la máxima conductividad hidráulica a través de muestras de plantas leñosas) tiene como objetivo determinar la conductividad hidráulica máxima (K_{max}) en plantas leñosas. La investigación es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo de alcance explicativo con un diseño experimental de tipo cuasi experimental. Luego del análisis para obtener la medida de capacidad de vascularización del árbol *Laurus nobilis* y *Encelia Farinosa* arbustus se obtuvieron los resultados de eficiencia en los cuales la *Encelia* mostró una mejor capacidad de conductividad hidráulica del agua con un coeficiente k_s de [3, 2960] $kg/m^3 \cdot MPa^{-1}$ por otro lado *Lauros* mostro menor capacidad de conductividad del agua con un k_s [1,2860] $15kg/m^3 \cdot MPa^{-1}$. Por lo tanto se concluye que la *Encelia* farinosa siendo una planta leñosa demuestra mayor capacidad de vascularización, lo cual le permite tener una eficiente circulación del agua y nutrientes que el *Laurus nobilis*.

ESPINAL, G., (2017) en su tesis titulada “*Eficiencia del carbón activado a base de cascara de coco en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el AA.HH. 10 de Octubre, distrito de San Juan de Lurigancho*” Tuvo como objetivo conocer y analizar la eficiencia del carbón activado proveniente de la cascara de coco para tratar aguas residuales de procedencia domiciliaria. La investigación fue de diseño experimental y del alcance explicativo de tipo pre experimental, los resultados señalan que el tratamiento es efectivo ya que se logró reducir un 99 % los aceites y grasas, los coliformes totales se removieron asta en un 98 % y la DBO_5 en un 52%. Por lo expuesto se concluyó que los tratamientos fueron eficientes en la remoción de parámetros organolépticos y microbiológicos.

RUIZ y ORBEGOZO (2019), en su tesis “*Eficiencia del carbón activado obtenido a partir del endocarpo del coco y semilla de aguaje en la remoción de DBO_5* ”. Tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia del carbón activado en la remoción de DBO_5 de aguas residuales con procedencia doméstica, Los resultados indican una eficiencia de 97 % a una temperatura de $500^\circ C$, de 100 % con $600^\circ C$ y de 97,69 % con una temperatura de $700^\circ C$ en un tiempo de activación de 30 minutos. Se concluye el carbón activado presenta una elevada eficiencia en la remoción de DBO_5 en aguas residuales domésticas.

BOUTILIER, M., et al. (2014), En su investigación "*Water Filtration Using Plant Xylem*" (Filtración de agua usando xilema vegetal) tuvo como objetivo principal determinar la adsorción de contaminantes microbiológicos y mejoramiento de la calidad del agua utilizando como biofiltro las ramas de plantas coníferas, la investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo, de diseño experimental siendo de tipo pre experimental. Los resultados obtenidos demuestran que el biofiltro logró captar el 99,9% de las bacterias *Escherichia coli* y logro mejorar significativamente parámetros como la turbiedad, pH y sólidos disueltos totales, se logró concluir que el xilema vegetal presenta poros a nanoescala los cuales son idóneos para la desinfección por filtración de agua dándose mayor porcentaje de filtración en los dos primeros milímetros del filtro. Así también CHOAT, B., (2013) en su estudio "*Pit membrane porosity and water stress-induced cavitation in four co-existing dry rainforest tree species*"(Cavidad inducida por estrés de agua y porosidad de membrana en cuatro especies de árboles de bosque seco coexistentes" Tuvo como objetivo conocer la anatomía del xilema y la vulnerabilidad a la embolia inducida por estrés hídrico en los tallos de 2 especies deciduas d sequia *Brachychiton australis* y *Cochlospermum* y dos especies de hoja perenne *Alphitonia excelsa* y *Austromyrtus bidwilli*. La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cualitativo, de alcance correlacional con un diseño experimental de tipo cuasi experimental. Como resultado se obtuvo que las especies deciduas fueron las más susceptibles al embolismo con un 50 % (-3.17MPa y -1.44MPa) de pérdida de la capacidad hidráulica mientras tanto la especies perennes las cuales tuvieron una pérdida de solo 10 % (-5.56 MPa-5.12MPa) de retención hidráulica. Por ello se concluye que las especies leñosas perennes tienen mejor capacidad de potencial hídrico gracias a que su sistema vascular (xilema) presenta mayor porosidad. También FOYSAL, M., et al. (2019) en su investigación "*Biological ball filters regulate bacterial communities in marron (Cherax cainii) culture system*"(Los filtros biológicos de bolas regulan las comunidades bacterianas en el Sistema de cultivo de marrón (*Cherax cainii*)). Tuvo como principal objetivo la caracterización de microorganismos en las aguas a través de un tratamiento con biofiltros denominados bio ball. La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque

cualitativo, de alcance correlacional con un diseño experimental de tipo pre experimental. Los resultados arrojaron que el agua se mantuvo a una temperatura de 20 °C, el pH se mantuvo constante con 7,8 más menos 0,4, parámetro de oxígeno disuelto se mantuvo a una escala de 7.01 mientras a concentraciones de nitrito disminuyeron a 1.01 mg/l. Se concluye que el biofiltro mejora significativamente la calidad del agua, y brinda un enriquecimiento de bacterias beneficiosas eliminando a las más perjudiciales, además se disminuyeron las concentraciones de nitrato, nitrito, fosforo y amoniacó.

ZAPPÍA, L., et al. (2017), En su investigación titulada "*Pilot scale testing on biofilter post-treatment of MIEXw treated water*" (Pruebas a escala piloto en el tratamiento posterior con biofiltro del agua tratada con MIEXw). Tuvo como objetivo determinar el rango de operaciones para una mejora en la optimización en la biofiltración del agua clarificada del MIEXw. La investigación es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo de alcance explicativo con un diseño experimental de tipo cuasi experimental. Los resultados indican que el carbón activado granular activado fue superior a la antracita como filtrante. Aumentó el tiempo de contacto de 8 a 16 minutos, los biofiltros eliminaron hasta un 20% el carbono orgánico disuelto y hasta un 25% el carbono orgánico disuelto biodegradable. Se puede concluir que la biofiltración utilizando carbono orgánico granular mejoró las condiciones en la calidad del agua clarificada MIEXw. En otros estudios PAYNE, E., et al. (2014). en su estudio "*Biofilter design for effective nitrogen removal from stormwater- influence of plants species, inflow hydrology and use of a saturated zone*" (Diseño de biofiltro para la eliminación efectiva de nitrógeno de las aguas pluviales: influencia de las especies de plantas, hidrología de entrada y uso de una zona saturada. Tuvo como objetivo principal eliminar el nitrógeno además de otros contaminantes que se producen en la escorrentía de aguas producidas por lluvias a través de un modelo de biofiltro utilizando 22 especies de plantas. La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cualitativo, de alcance correlacional con un diseño experimental de tipo cuasi experimental. Los resultados mostraron que la reducción del nitrógeno fue relativamente alta con todas las especies utilizada durante el periodo húmedo reduciendo aproximadamente un 79% de nitrógeno, el periodo seco mostro ser menos eficiente con una reducción de solo el 58% después de 15 día el biofiltro mostro

perdida de rendimiento en hasta ($p < 0.05$). Se pudo concluir que las plantas tienen un papel muy importante para remover nitrógeno las más eficientes fueron las hierbas Velvetene, buffalo, *J. padillus* y *C. appressa*.

SOSA, D., (2015). En su tesis de maestría denominada “*Uso de astillas de madera de mezquite (Prosopis) en un sistema de biofiltros para tratar aguas residuales municipales*”, tuvo como objetivo evaluar un conjunto de biofiltros a base de astillas de mezquite en escala de laboratorio para mejorar la calidad del agua según los parámetros establecidos en las normas ambientales de uso agrícola. La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cualitativo, de alcance correlacional con un diseño experimental de tipo pre experimental. Los resultados muestran una reducción significativa en los parámetros de DBO con 92%, DQO 78 %, SST 95 %, CE $637 \pm 38 \mu\text{S}$., se puede concluir que las astillas del árbol de mezquite son efectivas para el mejoramiento de los parámetros básicos para el agua de uso agrícolas provenientes de un tratamiento previo de aguas residuales, ya que cumple con los estándares impuestos por la norma.

Por otro lado BACA, G., et al. (2017), en su estudio “*Calidad del agua de manantiales y pozos para consumo humano, en la región del volcán Jocotitlan, estado de México*” tuvieron como objetivo determinar la calidad del recurso hídrico y de sus parámetros tanto físicos como químicos en los pozos y manantiales. La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cualitativo, de alcance correlacional con un diseño experimental de tipo pre experimental. En sus resultados se puede observar que los valores de Radón fueron significativamente inferiores con 11 Bq/L por otro lado el valor del Radio fue mínimo con un 0,02 Bq/L, además respecto a la temperatura esta varió en 9°C a los 23°C respecto a los manantiales con más cercanía al volcán, mientras tanto el pH y la conductividad eléctrica mostraron valores de 6.52 – 7.17 y 48-298 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente. Por lo tanto se puede concluir que tanto las aguas del manantial Pastejé San Antonio y el pozo la providencia sobrepasan los límites de las normas ambientales lo cual no las hace aptas para consumo humano por ello es obligación de las autoridades remediar esta situación con la finalidad de salvaguardar la salud de la población. Además SOLANO, D., et al. (2013). En sus tesis titulada “*Diseño, construcción e instalación de un sistema de filtros para pozos artesianos y su uso en el distrito de Villa Trompetero- río corrientes Loreto*”, Tuvo como finalidad el diseño e

implementación de un filtro para aguas de pozos en el distrito de Villa Trompeteros en Loreto. La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cualitativo, de alcance correlacional con un diseño experimental de tipo cuasi experimental. Como resultados luego de diseñar y elaborar el filtro a base de arena grava fina, grava gruesa y carbón activados los parámetros físico químicos del agua tratada mostraron una mejora con valores por debajo de los LMP La temperatura registro los 25°C, El pH se mantuvo en 6.86, La conductividad fue de 125, 00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en cuanto a la turbiedad estuvo dentro de los 4 NTU, las coliformes totales y E coli se mantuvieron en 0 NMP/100 ml, es por ello que luego del proceso experimental se pudo concluir que el agua filtrada está dentro del rango aceptable para su consumo ya que los parámetros evaluados están muy por debajo de los límites máximos permisibles.

Más adelante PEDRAZA, I., et al. (2016), en su investigación “Adsorbentes y materiales utilizados para filtración y reducción contaminantes en aguas potables” tiene como principal objetivo dar conocer las nuevas tecnologías para filtración de agua utilizando materiales de bajo costo y con una eficiencia del 100 % para purificar aguas residuales. La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cualitativo, de alcance correlacional con un diseño experimental de tipo cuasi experimental. como resultados se obtuvieron que el carbón activado como filtrante tiene una tamaño de porosidad de 0.3 μm demuestra un excelente rendimiento de filtración, en cuanto a las resinas iónicas muestran buena reducción de contaminantes inorgánicos (87%) en el agua potable, El sílice (zeolita) por otro lado demostró una buena capacidad para reducir Hierro y magnesio a un 95 %, Por lo tanto se concluye que en el caso de la filtración se han podido obtener resultados de remoción de contaminantes hasta en un 99% a partir de materiales fáciles de encontrar y de bajo costo para eliminar Covs, pesticidas, bacterias y metales.

El MINAGRI (2016), En su proyecto “Inventarios de agua subterránea en el valle medio y bajo de Piura” tuvo como objetivo de las aguas subterráneas en el valle de Medio y Bajo Piura, La investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cualitativo, de alcance descriptivo con un diseño no experimental. Como resultado de las evaluaciones en la calidad del agua se obtuvieron los valores en los siguientes parámetros de la zona 3 el p H (6.41-8.97). CE 0,62 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dureza total

de CaCO₃ (225.20-228.40) ion cloruro (809.40 mg/l) ion magnesio (28,80), STD (1970-3360) y Coliformes totales con (1600 NMP). Se concluye que la calidad promedio en las aguas de los pozos de Piura varia regularmente de buena a mediocre solo dos de los 7 pozos evaluados son aptos para extracción de agua para potabilización por último el acuífero que abastece a toda esta zona con pozos presenta regulares condiciones producto de la contaminación por lixiviados. BAIG, S., et al. (2011), "*Improvement of drinking water by using biomass through household biosand filter-A decentralized approach*" (Mejora de la calidad del agua potable mediante el uso de biomasa vegetal a través del filtro de bio arena del hogar: un enfoque descentralizado) tuvo como principal objetivo determinar como el biofiltro a base de bioarena (BSF) es más eficiente que un filtro convencional para E.coli coliformes totales y otros contaminantes, mejorando de esta manera la calidad del agua potable de los estándares ambientales en Pakistan. La investigación fue de tipo Aplicada, con un enfoque cuantitativo de nivel explicativo con un diseño experimental de tipo pre experimental. Los Resultados indican que a través del biofiltro el cual contiene tres combinaciones de biomasa (corteza de Pinus coníferas) de 1 cm, 2.5cm, y 5 cm lo se logró reducir 93 ± 3% de E. coli y coliformes totales respectivamente para el modelo que contenía 5 cm de biomasa en donde se encontró que los mayores días de eliminación de bacterias fueron entre los días 30 y 45 de tratamiento. Se concluye entonces que el filtro de bioarena es una excelente opción de tratamiento para el agua potable ya que además de encontrar el adsorbente de manera local también elimina un gran porcentaje de las impurezas del agua.

FITRIATI, U., et al. (2018). En su estudio "*River water filtration with fresh coconut trunk.Filtration*" (Filtración de agua de río con tronco de coco fresco) tuvo como objetivo determinar la mejora de la calidad del agua proveniente de los ríos Kemuning y Barito River en Indonesia por medio de la filtración utilizando el tronco de la planta del coco. Su investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y de diseño experimental de tipo pre experimental. En los resultado obtenido se puede observar que el tronco del coco actúa como medio filtrante con una similitud al comportamiento de Osmosis inversa por lo cual se ha logrado reducir la turbiedad del agua a valore de 19,2 a 18,8 en cuanto a la conductividad eléctrica varió de 0,220 a 0.183 por otro lado el

pH cambio de 5,07 a 6,92 y por ultimo los solidos totales disminuyeron de 0,143 g/L a 0.119 g/l a partir de estos valores se puede concluir que es efectivo para mejorar la calidad del agua superficial ya que todos los parámetros ya mencionados están dentro del estándar nacional de Indonesia con la única excepción de la turbidez el cual aún se encuentra con valores por encima de lo establecido en la norma. Así mismo TORRES, C., et al. (2017), en su investigación *Safe water for rural communities from an alternative filtration system*, tuvo como principal objetivo elaborar el prototipo de un filtro que le permitiera tratar de manera efectiva el agua en zonas rurales de Colombia, siendo la investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance explicativo, de diseño experimental y así mismo de tipo pre experimental, En los resultados se obtuvieron una reducción significativa del 99,9 % de Coliformes, reducción de la turbiedad en un 98 % y en color del 83 % permitiendo catalogar el agua procesada como agua apta para el consumo humano, se pudo concluir que el prototipo de filtro produjo un agua limpia lista para ser consumida, que permitirá reducir y controlar las enfermedades que se originan por el consumo de agua sin procesar en las zonas rurales de Colombia. También PÉREZ, A., et al. (2016). En su estudio denominado *Evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros Lifestraw y Olla Cerámica* tuvo como objetivo principal valorar la eficiencia de dos filtros caseros, LifeStarw y el filtro de Olla Cerámica para agua de consumo humano, reduciendo parámetros de turbidez y *Escherichia coli*. siendo la investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance explicativo, de diseño experimental y así mismo de tipo pre experimental, los resultados arrojaron que la turbidez del agua alcanzó un rango de $32,2 \pm 2.8$ UNT en tanto a la E. coli su concentración fue de 3.9×10 UFC/ 100 ml, en ambos filtros se logró reducir la turbidez a un rango menor de 2 UNT y se puede controlar hasta en un 100% los parámetros microbiológicos, Por consiguiente se pudo concluir que ambos sistemas de filtración son igual de efectivos para el tratamiento de agua a nivel doméstico, todo esto dentro de la normatividad colombiana.

ARANGO, R., (2014), en su investigación "La biofiltración, una alternativa para la potabilización de agua" Tuvo como objetivo principal analizar a filtración como alternativa de solución como sistema de saneamiento básico de agua para consumo en poblaciones afectadas. Su investigación fue de tipo aplicada con un

enfoque cualitativo, de nivel descriptivo y de diseño no experimental. En sus resultados se pudo hallar que el proceso de biofiltración es efectivo en la reducción de gérmenes patógenos, reduce las concentraciones de cloro residual en el agua y se presenta como un sistema más económico a diferencia de otros equipos. Se puede concluir que la biofiltración es altamente eficiente para la potabilización del agua por lo tanto es de necesidad realizar más estudios relacionados al diseño y manejo de estos equipos. JIMÉNEZ, E., (2015). En su estudio “ Diseño de un sistema de biofiltración para la remoción de estireno” Tuvo como objetivo principal la eliminación de un gas orgánico denominado estireno en el agua superficial a través de un filtro a base de bacterias *Pseudomona aeruginosa* y *Escherichia coli*. La investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo de nivel explicativo con un diseño experimental de tipo pre experimental. Los resultados arrojan que la prueba punto de muestreo (P5) con una concentración de 20, 5 ppm tuvo mayor porcentaje de remoción de COVs con una 59,4 % en un tiempo de residencia de 1,8 en min. Se puede concluir que la degradación en promedio del estireno ascendió a un 54 % a un que el resultado no es muy elevado se recomienda continuar los ensayos para aumentar la eficacia del modelo, ya que se podría obtener resultados de remoción de hasta un 80% de COVs, además se puede agregar que la piedra pómez es un excelente generador de colonización de bacterias considerando que en otras situaciones el desarrollo de este proceso puede tardar más de un mes.

Según ZHANG, J., et al. (2020). En su artículo científico denominado Effect of filter speed and water quality on ammonia removal in groundwater containing iron, manganese, and ammonia at low temperature, tuvo como principal objetivo determinar la velocidad de filtración por remoción biológica de hierro nitrificado, manganeso y amonio de aguas subterráneas a bajas temperaturas, siendo la investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance explicativo, de diseño experimental. Los resultados mostraron que el filtro biológico a una temperatura reducida de 6-8 °C que había estado fuera de mantenimiento durante 40 días con una tasa de filtración de 2 m por hora tuvo un reinicio exitoso, mejorando la eficiencia del amoniaco a una velocidad constante, lo que permitió reducir el nitrógeno amoniacal de las aguas subterráneas y así mismo el manganeso, Se pudo concluir que el filtro biológico en columna es eficiente en la

remoción de hierro, manganeso y amonio a una velocidad constante para mejorar la calidad en aguas subterráneas. También ZHITENEVA, V., et al. (2020), en su investigación titulada Differentiating between adsorption and biodegradation mechanisms while removing trace organic chemical (TOrCS) in biological activated carbón (BAC) filters. Tuvo como objetivo la absorción de una manera eficiente de compuestos orgánicos en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando carbón orgánico granular. Siendo la investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance explicativo, de diseño experimental. Los resultados indican que los filtros de carbón activado granular (GAC) forman una biopelícula lo cual lo convierten en un filtro biológico de carbón activado (BAC) por lo que la eliminación de residuos orgánicos como atenolol, trimetoprim, metoprolol, citalopram y benzotriazol es producida por procesos de adsorción y biodegradación, por lo tanto se concluyó que el uso del filtro a base carbón activado granular fue efectivo para reducir los componentes orgánicos de los efluentes en una planta de tratamiento de aguas residuales. Por ultimo ALSULAILI, A., et al. (2020), en su estudio. The influence of household filter types on quality of drinking wáter, tuvo como objetivo determinar qué tan efectivos son los filtros domésticos con diferentes características y composiciones para purificar el agua de consumo, esta investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance explicativo, de diseño experimental, Los resultados mostraron que los filtros son eficientes si son sometidos a actividades de limpieza periódicas, los filtros de carbón demostraron eficacia del 75 % de remoción, el filtro cerámico mostro una eficacia de 91 % para reducción de la turbidez y hasta un 100% para reducción de Coliformes Totales y Sólidos Totales, concluyo que el uso de los distintos filtros estudiados son eficaces en la remoción de impurezas solo si se cumple con la limpieza periódica de los mismo, de no ser así el agua perdería por completo su calidad y generaría un perjuicio a la salud humana. La presente investigación tiene como teorías relacionadas: La filtración siendo un proceso unitario en el que un fluido pasa a través de uno o varios materiales determinados para adsorber sustancias no deseadas por acción de la gravedad o alguna corriente de presión buscando mejorar sus características físicas, químicas y/o microbiológicas. (SOLANO, 2013).

RAMIREZ, et al. (2016) Afirman que los filtros biológicos son cada vez más utilizados en procedimientos para mejorar la calidad del agua puesto que tienen un fácil alcance y obtención, de bajo coste ya que la mayoría de los materiales se obtienen de la naturaleza a diferencia de los sintéticos, con importantes propiedades de adsorción como también el intercambio iónico incluyendo además la filtración, la naturaleza química de sus superficie permiten importantes cambios en la purificación de agua, como son la eliminación de compuestos dispersos y la sustracción de moléculas e iones disueltos.

Para SOLANO, et al. (2013), argumenta que el medio filtrante es un mecanismo poroso que tiene la finalidad de controlar y eliminar impurezas de un determinado fluido que pasa través de él, las diversas variedades en medios filtrantes se diferencian por las características del mismo ya sea el tamaño, material, porosidad, retención, etc. Además de la tolerancia que muestra al paso de compuestos no deseados en un líquido.

Según HIGUERA, et al. (2008), manifiesta que la cinética de adsorción consiste en que si se cuenta con un fluido el cual presenta una sustancia de concentración constante que se desee separar (Adsorbato). El líquido que sale del adsorbente o filtro ya no contiene adsorbato en ese instante. El adsorbato es atraído a las paredes del adsorbente, esto se asemeja a la superficie de transferencia del compuesto, una vez que la franja de transmisión llega a la parte elevada del filtro se produce a saturación del lecho, por ello se concluye que el adsorbato en el punto de salida del adsorbente es semejante a la concentración de ingreso en el adsorbente. Además GARCIA, et al. (2012), sostiene que particularmente se tiene una idea equivocada de que los filtros de tipo columna se comportan como un tamiz que retiene el compuesto suspendido entre los poros del adsorbente. Sin embargo la acción cribar el fluido es lo de menor relevancia en este proceso, ya que la mayoría de partículas que se encuentran suspendidas pueden pasar con facilidad los granos del medio filtrante (adsorbente). Las principales variables entorno al diseño de un filtro están relacionadas a las características del medio filtrante, la porosidad del lecho, profundidad del lecho las características intrínsecas del fluido, en este caso la filtración necesita de un acoplamiento de mecanismo de adsorción química, adsorción física, y crecimiento biológico.

Para GONZÁLES, et al. (2005), un filtro normal presenta un depósito que cuenta con cierta cantidad de metros en profundidad el cual sirve para situar el medio filtrante sobre un sistema que tiene funcionalidad como medio drenaje. El flujo pasa a través de medio filtrante hacia los drenes donde el agua permanecerá hasta su uso. Los filtros se clasifican según los medios filtrantes utilizados pueden ser arena silícea, magnetita, cascara de compuestos orgánicos, pastas arcillosas, membranas celulares, madera, etc. La velocidad de filtración: pudiendo ser filtros lentos o rápidos, la profundidad del lecho dependiendo del sentido del flujo siendo los más comunes los flujos con tendencias ascendentes, descendentes, los flujos mixto, horizontales y verticales, considerando además las cargas sobre el lecho filtrante siendo el caso de los filtros que trabajan por gravedad y los filtros por sistema de bombeo.

PEREZ, A., et al. (2010) sostiene que la *Moringa oleífera* es un árbol que encuentra su origen al sur del Himalaya en el país de la India, esta especie arbórea se caracteriza por crecer bajo la mayoría de suelos, su clasificación taxonómica es la siguiente: Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Eudicotyledoneae, Subclase: Rosidae, Orden: Brassicales, Familia: Moringaceae especie, *Moringa Oleífera*, Se caracteriza por su fruto el cual presenta un forma de vaina leñosa, que además contiene semillas trivalvas, las hojas de este árbol son pinnadas y su tallo es de característica erecta, esta especie arbórea puede llegar a medir hasta los 10 metros de altura, además esta planta por su características tiene diversos usos dentro de los más destacados se encuentran la industria, la agricultura y la medicina. (VELAZQUEZ, 2016).

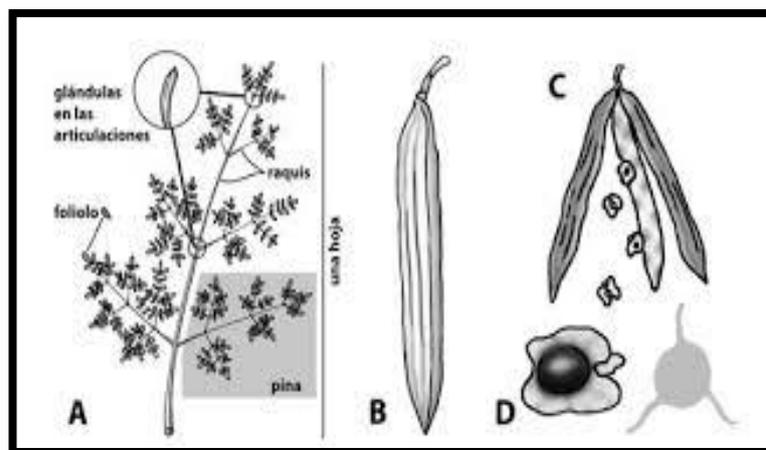
GONZÁLES, M., (2018), manifiesta que la semilla de *Moringa oleífera* presenta un alto contenido nutricional con componentes macro y micronutrientes y es de característica oleaginosa con un elevado contenido de aleurona, sin embargo, el contenido nutricional de esta puede variar dependiendo de la zona geográfica en la que crece el árbol, se ha encontrado que su características nutricionales son mejores en zonas áridas. (Ver tabla N° 1).

Tabla N° 1. Composición nutricional de la semilla de *Moringa oleífera*

Componente c/100 g peso seco	Semillas
Proteínas (%)	32,9-38,3
Lípidos (%)	30,8-44,8
Carbohidratos (%)	14,4-16,0
Calcio	76,9
Hierro	13,7
Ácido oleico (%)	67,9-78,0
Ácido ascórbico (mg)	84,5
Energía (Kcal)	564,5

Fuente: González, F., (2018)

FOLKAR Y SUTHERLAND, (1996) indican que la moringa tiene propiedades coagulantes las cuales pueden ser usadas para el tratamiento efectivo de aguas superficiales de ríos y lagos en épocas de lluvia donde hay mayor remoción de sedimentos pluviales, estudios encontrados señalan que las semillas de la Moringa tienen la capacidad de reducir la turbiedad del agua y a su vez eliminar el crecimiento de bacterias, lo que podría ser una alternativa de solución viable para mejorar visiblemente la calidad del agua y una oportunidad para cambiar el alumbre y otros productos químicos que se utilizan al realizar el tratamiento de aguas.



Fuente: SÁENZ, M., (2016)

Figura N° 2. Planta *Moringa oleífera*

FOLKAR Y SUTHERLAND, (1996) indican que la moringa tiene propiedades coagulantes las cuales pueden ser usadas para el tratamiento efectivo de aguas superficiales de ríos y lagos en épocas de lluvia donde hay mayor remoción de sedimentos pluviales, estudios encontrados señalan que las semillas de la Moringa tienen la capacidad de reducir la turbiedad del agua y a su vez eliminar el crecimiento de bacterias, lo que podría ser una alternativa de solución viable para el mejoramiento de la calidad del agua y una oportunidad para cambiar el alumbre y otros productos químicos que se utilizan al realizar el tratamiento de aguas.

Por otra parte el carbón activado es un producto que lleva siendo usado durante mucho tiempo para el tratamiento de aguas, el cual se obtiene a través de un proceso de calentamiento en hornos donde la madera es sometida a altas temperaturas de 1000 °C (VELÁZQUEZ, 2010). Así también LUNA, D., et al. (2007)

Indica que el proceso de filtración utilizando carbón activado es uno de los procesos comúnmente más usados para eliminar componentes nocivos del agua que podrían generar perjuicios a la salud de las personas entre, su historia de uso se remonta a la antigua Creta, pero el primer registro de su uso fue en el año 1794 en Inglaterra donde tuvo su primer uso industrial al ser utilizado como decolorante para la industria de la azúcar.

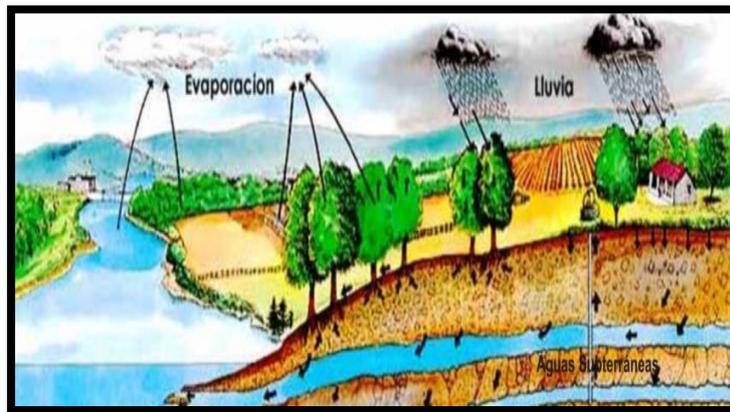
BASTIDAS, M., et al.(2010), manifiesta que la principal característica que presenta el carbón activado es la capacidad que tiene para adsorber iones y moléculas del adsorbato, el carbón puede mejorar la calidad del agua significativamente ya que este tiene la capacidad de retener compuestos derivados de plaguicidas, detergentes, aceites, grasas y materia orgánica. También BOUTILIER, et al. (2014), manifiesta que un filtro biológico es un mecanismo el cual puede ser vertical o Horizontal y que utilizan como medio filtrante el tejido poroso de plantas o compuestos de su procedencia, el cual por sus propiedades naturales y características intrínsecas dejan pasar el agua a través de sus nano poros de manera rápida y utilizando solo la gravedad como medio de presión. La disposición jerárquica de las membranas presentes en el

tejido vegetales amplifica de manera efectiva las áreas disponibles para la filtración proporcionando así altos índices de flujo.

La calidad de agua está definida en base a un conjunto de características que pueden variar esto se relaciona con las propiedades organolépticas, químicas y microbiológicas en el agua, de esta manera se acepta o rechaza los valores dependiendo de las características de determinadas sustancias o compuestos presentes en ella que pueden afectar la salud en breves o periodos extendidos de exposición. (ROJAS, 2002). La determinación de la calidad del agua es un procedimiento que presenta un enfoque extenso debido a que se estudia la raíz biológica y fisicoquímica del recurso hídrico en relación a los efectos que podrían tener en la población y su salud. (OPS, 2004). El agua que es destinada para consumo humano siempre será de primordial importancia, ya que es la que más efectos negativos podría tener sobre la salud humana y hay una mayor influencia de factores que podrían afectarla dentro de ellas las actividades antrópicas las cuales son las más contaminantes. (TERÁN, 2003).

Realizando un análisis completo en cualquier tipo de agua se puede conocer la presencia de metales y minerales, compuestos orgánicos volátiles, microorganismos patógenos, gases, entre otros compuestos, los cuales pueden ser de origen natural o antrópico generado por actividades de producción los cuales producen gran cantidad de desecho que son drenados hacia las fuentes de aguas naturales en forma de efluentes para su eliminación.(SÁENZ, 1999), por esta razón la contaminación del agua es una consecuencia de los inexistentes sistemas de gestión ambiental en las industrias que vierten sus efluentes sin ningún tipo de control, además la deforestación y el inadecuado uso de la tierra, lo que demuestra que las actividades humanas contribuyen notoriamente a la pérdida y degradación de la calidad del agua. (OMS, 2006). Es necesario también entender que es el agua para consumo humano, según el MINSA (2011) en su Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano manifiestan que es aquella agua procesada o que en estado original, es utilizada para ser consumida o para otras actividades que están directamente vinculadas al contacto con el ser humano por ejemplo lavado de alimentos, el aseo personal entre otros. Por otro lado LÓPEZ, et al. (2009), sostiene que las aguas subterráneas son aquellas aguas producidas por la infiltración pluvial cuando las rocas y el suelo presentan

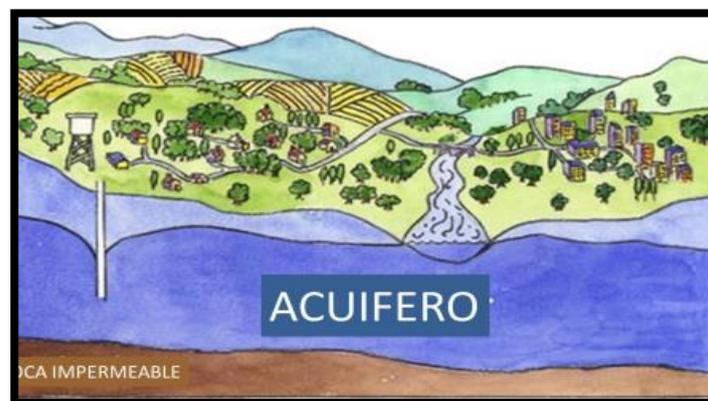
una mayor permeabilidad, la escorrentía superficial también es responsable de su formación forma parte del 30 % de abastecimiento de agua dulce del planeta luego de los glaciares, y pueden llegar a tener dimensiones de hasta 1 millón de kilómetros cuadrados, siendo abastecedor de la tercera parte de la población mundial, sin embargo aún se presentan algunas dificultades para obtenerla por las profundidades a las poca accesibilidad y lo complicado que es el proceso de su extracción, además son más propensas a ser contaminada por la infiltración de lixiviados a la napa freática. (Ver figura N°3).



Fuente: LÓPEZ, et al. (2009)

Figura N° 3. Agua subterránea como parte del ciclo hidrológico

Los acuíferos son masas subterráneas que contiene roca y arena con volúmenes de agua este recurso del subsuelo se encuentra almacenado y es parte fundamental para el desarrollo del ciclo hidrológico en la actualidad se calcula que aproximadamente que un 30 % a 35 % del agua superficial es proveniente de un acuífero. (Ver figura N°4).



Fuente: LÓPEZ, et al. (2009)

Figura N° 4. Vista transversal de un acuífero.

ORDOÑEZ y CASAVARDE (2011), manifiestan que los elementos implicados en el movimiento de aguas subterráneas son la porosidad la cual hace referencia a la cantidad de poros en una masa de composición rocosa estos espacios vacíos permiten que el agua se infiltre de manera más rápida en el sustrato, una roca fracturada o la arena son claros ejemplos, la permeabilidad hace referencia a la facultad que tiene un sustrato de permitir el paso de un fluido hacia otro espacio a través de este medio, esto es dependiente a la abertura del material y la porosidad que presente, por este motivo se dice que la permeabilidad es la relación que existe entre la cantidad de poros y su tamaño y la filtración que es el movimiento de un fluido a través de una masa, esta va depender de la clase del suelo, el tipo de vegetación que esté presente y la estación del año. En suelos arenosos sin cobertura vegetal se estima un filtración del 30 al 60 por ciento de agua pluvial más si se usa el mismo suelo con cobertura vegetal la filtración se reduce a un 10 por ciento.

Dentro de los tipos de pozos se encuentran los pozos artesianos los cuales están interconectado con un acuífero del cual se retira agua la cual se encuentra encapsulada entre dos láminas de suelo impermeable con la presión basta para ascender a la superficie de la tierra de manera natural.(CUELLAR y DURANTE, 2001). También se encuentran los pozos tubulares siendo son aquellos que brindan acceso al agua procedente de los acuíferos a través de la captación en forma vertical el diámetro adecuado para este tipo de pozos de 101 mm (4") estos tipos de pozos varían dependiendo de la función y necesidad que van a suplir correspondientemente a la geología del suelo dependerá si es totalmente revestido o de condición parcial. (GALDIANO, et al., 2007).

El Perú cuenta con normativa vigente que regulariza y establece los estándares de Calidad ambiental (ECA) en la categoría poblacional y recreacional para agua de consumo suscritos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM, donde se especifica el nivel de concentraciones para parámetros físico-químicos, inorgánicos, orgánicos, microbiológicos y parasitológicos presentes en al agua

como cuerpo receptor que deben ser cumplidos por las empresas encargadas de potabilizar y distribuir agua para consumo y uso humano. (MINAM, 2017).

Para determinar la calidad microbiológica y sanitaria del agua se tienen en cuenta ciertos criterios por ejemplo la cantidad y tipos de microorganismos que se encuentran en ella, los procedimientos más realizados permiten detectar las condiciones de contaminación en el agua provenientes de residuos que tiene procedencia humana y animal. (FATTAL, et al., 1987) no obstante dichos procesos mostraron falta de eficacia puesto que dichos organismos se presentan en pequeñas cantidades, más aun cuando existe presencia de otros microorganismos en gran cantidad y que además se desarrollan en una distribución irregular en la solución, es por ello que ante estos inconvenientes se ha buscado denominar un grupo de bacterias con determinadas características dentro de la Coliformes totales, utilizando cuantitativamente la cantidad de Coliformes en una prueba como un indicador de carencia en calidad en el agua. (KORNACKI y JHONSON, 2014).

Los Coliformes son microorganismos Gram negativos, pudiendo ser aerobios o anaerobios los géneros dentro esta categoría son *Enterobacter*, *E. coli*, *Klebsiella*, entre otras especies las cuales bajo ciertas condiciones de tiempo y temperatura producen lactosa, son bacterias que por lo general se encuentran comúnmente en el tracto digestivo de las personal y en la gran mayoría de especies animales, en el ECA para consumo humano dentro de la categoría A1 se muestran las concentraciones para parámetros microbiológicos las cuales no representan un riesgo si es que no sobrepasan el límite indicado (FATTAL et al., 1987).

Los Coliformes totales son un grupo de bacterias gram negativas estas tienen la capacidad de fermentar la lactosa entre temperaturas que oscilan los 35 C° y 37 °C, y que tiene la capacidad de generar gases y ácidos en un tiempo de veinticuatro horas, se pueden clasificar en aerobias y anaerobias además no producen esporas y producen actividad de característica enzimática, entre las más conocidas encontramos a la *Escherichia coli*, *Citrobacter*, entre otras. (CARRILLO, 2008).

LARREA, et al.(2013), manifiesta que *Escherichia coli* es una bacteria de tipo Gram negativa la cual se encuentra de manera común en el aparato digestivo de personas y animales, es una de las bacterias más abundantes dentro de las

bacterias anaerobias facultativas, por lo que es eliminada diariamente a través de las excretas o heces, es por ello que en la actualidad gracias a toda esta información la E coli es considerada como uno de los parámetro más indicados para medir contaminación fecal en el agua. (Ver Tabla N° 2).

Tabla N° 2. Estándares de calidad microbiológica para agua de consumo humano.

Parámetros	Unidad de medida	Categoría A1
Coliformes totales	NMP/100 ml	50
Escherichia coli	NMP/100 ml	0

Fuente: Elaboración propia, (2020)

Dentro de los parámetros físicos analizados en la presente investigación se encuentra la conductividad eléctrica el cual permite determinar la capacidad que tiene un compuesto para conducir corriente eléctrica, en este caso viene siendo y lo inverso a la resistencia eléctrica, para este parámetro la unidad de medición más utilizada es la de microSiemens/cm. En las soluciones acuosas la conductividad esta relaciona de manera proporcional con la presencia de sólidos totales disueltos, es por ello que si hay una mayor concentración de STD se podrá deducir que la conductividad eléctrica también se incrementará. (OCASIO, 2008). La temperatura que es la energía térmica de moléculas en una sustancia, un indicador que contribuye en el proceder de oros parámetros de la calidad en el agua, como viene siendo el pH, el oxígeno disuelto, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. Así mismo la presencia de altas temperaturas provocan y facilitan la proliferación de plantas acuáticas, bacterias, protozoarios y hongos (METCALF y EDDY, 1995). Los sólidos disueltos totales (SDT) son utilizados para describir los compuestos inorgánicos y las diminutas concentraciones de material orgánico incluidos en soluciones de agua. Los constituyentes que se encuentran con mayor regularidad son usualmente iones de calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonato, aniones de cloruro, sulfato y

nitrate, los SDT en el agua, son producidos por la erosión del suelo y detritus orgánicos, el material que se encuentra en suspensión en el agua está conformado por pequeñas partículas, en ciertos casos están no pueden ser eliminadas por deposición pero son visibles por ello pueden generar turbidez, gusto, y olor en el recurso hídrico, todos estos factores pueden deteriorar la calidad del agua al punto de llegar a ser desfavorables para todo aquel que las ingiera. (VAZQUEZ, 2003).

El oxígeno disuelto (OD) Este parámetro tiene como principal característica la medición de oxígeno en disolución del agua, sirve para indicar cuanta contaminación presenta el agua que se va a consumir o utilizar, por lo general niveles altos de OD son buenos indicadores de calidad para este parámetro. Todo el OD que se diluye en el agua está vinculado con la temperatura por ejemplo a mayor temperatura del agua menor será presencia de oxígeno disuelto, también sostiene que la turbidez es un parámetro físico que nos indica la transparencia en un líquido debido a la existencia de partículas que se encuentran suspendidas en dicha solución, por lo tanto mientras más presencia de materia coloidal y sólido en suspensión exista en el agua mayor será la turbidez de esta. Es por ello que este parámetro es un excelente indicador de la calidad de agua el cual se mide en unidades de UNT. (OCASIO 2008). Por otro lado el Potencial de Hidrógeno es considerado uno de los parámetros más importantes para reconocer si un tipo de agua cuenta con los niveles mínimos de calidad, el pH es un indicador de la acidez o basicidad en una sustancia, compuesto o solución, en este caso se hace referencia al agua, el pH está relacionado a la actividad en medida de sus iones de hidrógeno (H^+) si es ácido y (OH^-) si es básico, los rangos de medición se desarrollan de 0 a 14, donde 7.0 considerado un nivel de neutralidad. Cuando el pH es mayor de 7.0 y llega hasta 14.0 se hace referencia a condiciones alcalinas y las que fluctúan entre los de 7.0 a 1.0 son denominados ácidos. (OCASIO, 2008).

También se estudiaron los siguientes parámetros químicos dentro de la investigación siendo la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) una prueba empírica, siendo un método de ensayo de laboratorio estandarizado, el cual se encarga de determinar cuánto oxígeno es utilizado por microorganismos en un periodo de tiempo de incubación y también en la cantidad de oxígeno que es

utilizado para degradar la materia orgánica, en la actualidad existen muchas formas de determinarlo siendo la que más se usa el periodo de 5 día. (DEL ANGEL, 1994).

Tabla N° 3. Estándares de calidad de agua, categoría poblacional y recreacional

Parámetros	Unidad de medida	Categoría 1
Conductividad	μS/cm	1500
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 6
Turbiedad	UNT	5
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	6.5-8,5
DBO5	mg/L	3
Temperatura	°C	Δ3

Fuente: Elaboración propia, (2020)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de la investigación

La investigación es de **tipo aplicada**, puesto que se utilizaron supuestos e investigaciones anteriores como base para que a través de ellas se pueda solucionar la problemática de la contaminación del agua de subsuelo para consumo humano aplicando un método de filtración biológica mejorando los parámetros fisicoquímicos y reduciendo parámetros microbiológicos en el agua estudiada. JIMÉNEZ, R., (1998), manifiesta que una investigación es de tipo aplicada si la problemática se genera de la práctica social y si los resultados obtenidos pueden ser aplicados en base a mejorar las circunstancias del acto didáctico y educativo.

El **enfoque de la Investigación** es de tipo cuantitativo, puesto que se utilizaron magnitudes numéricas a través de las cuales se puede medir con mayor exactitud las variables de estudio explicando como la aplicación del biofiltro mejorará la calidad del agua potable en la ciudad de Pachacútec en Ventanilla, los resultados obtenidos serán contrastados con las hipótesis luego de la experimentación. JIMÉNEZ, R., (1998), afirma que una investigación es cuantitativa cuando su finalidad es la búsqueda del conocimiento de los fenómenos, valiéndose del método científico a través de la observación, la experimentación y la discusión, con el propósito de contrastar los datos obtenidos con los expuestos en las hipótesis.

El **nivel de investigación** es explicativo, puesto que buscó entender como las variable de calidad de agua de subsuelo varia cuando se aplica la variable independiente filtro biológico, de esta manera se puede determinar la causa y efecto. JIMÉNEZ, R., (1998), asegura que un estudio es explicativo si estos parten de problemas que han sido identificados correctamente y que además tiene bien consolidados los conocimientos relacionados con la causa y el efecto, es necesario para este tipo de estudio la formulación de la hipótesis, la cual debe explicar explícitamente las causa que generan el problema y sus implicancias.

El ***Diseño de la investigación*** es experimental, porque se estudió y evaluó la técnica de adsorción del biofiltro para mejorar la calidad del agua de subsuelo utilizada para consumo humano en la ciudad de Pachacútec en Ventanilla y a su vez es de tipo pre experimental, porque se analizaron las muestras de agua antes del tratamiento y se hizo una medición pre y post con un solo grupo para verificar las mejoras en la calidad del agua evaluada. Para realizar la verificación de los principios de la presente investigación se ha elegido un diseño de investigación experimental JIMÉNEZ, R., (1998), afirma que el diseño experimental es parte de modelo científico el cual está formado por una serie de pruebas, en estas la variables sufren constantes cambios en los proceso de entrada a partir de ello se modifican a través de la observación las variaciones en la salida.

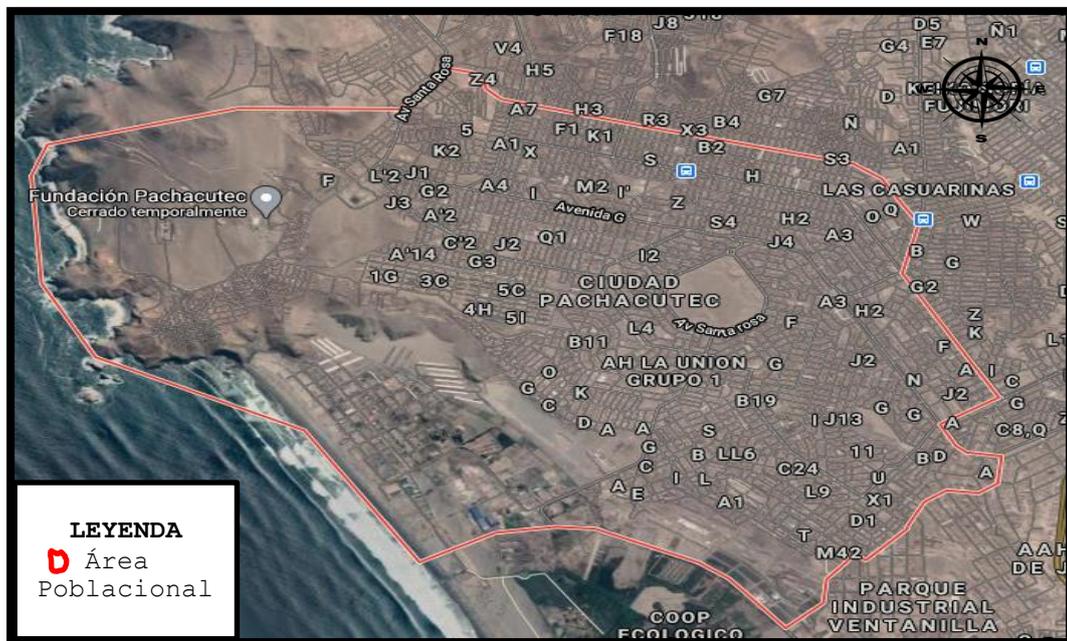
3.2. Matriz de operacionalización

A continuación se aprecia la matriz de operacionalización de las variables de investigación. (Ver cuadro N° 3).

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades	
Filtro biológico	Son aquellos mecanismos que utilizan diferentes componentes de origen biológico como medio de estrato o filtrante, los cuales tienen la capacidad de mejorar las características microbiológicas, químicas y físicas del agua (Ramos, 2010)	Es un dispositivo versátil que bajo condiciones específicas relacionadas a sus dimensiones, tiempo de retención y eficiencia pueden eliminar una amplia gama de compuestos contaminantes desde una corriente de fluido mediante un proceso biológico	Características físicas del filtro	Altura	cm	
				Diámetro	cm	
				Volumen	mL	
			Concentración de Adsorbente	Semilla de Moringa	g	
				Carbón activado	g	
			Tiempo de retención hidráulica	Tiempo (TRH)	minutos	
	Eficiencia	Litros /día	L/horas			
		Remoción (%)	$(C_i - C_f / C_i) \cdot 100$			
	Mejora de la Calidad en el Agua de subsuelo	Agua de subsuelo que cumple con los estándares mínimos para no representar peligro al ambiente ni a las personas (DIGESA, 2010)	Agua de subsuelo para consumo humano con características microbiológicas y fisicoquímicas con potencial de tratamiento.	Parámetros Microbiológicos	Escherichia coli	UFC/100mL
					Coliformes Totales	UFC/100mL
Propiedades físico- químicas				Potencial Hidrógeno	unidad de potencial hidrogeno	
				DBO ₅	mg/L	
				Oxígeno disuelto	ppm	
				Sólidos totales	mg/L	
				Turbidez	NTU	
				Conductividad eléctrica	μS/cm	
Temperatura	°C					

3.3. Población, muestra y muestreo

PINEDA, et al., (1994) sostiene que la población o también conocida como universo, es la agrupación o el conjunto de personas, animales y objetos de los cuales se pretende conocer alguna característica particular en una investigación. La **Población** en el estudio es representada por el agua de subsuelo que es abastecida a través de camiones cisternas en la Ciudad de Pachacutec, Ventanilla para su uso y consumo, siendo esta vertida en tanques para su almacenamiento. (Ver figura N° 5).



Fuente: Google Earth, (2020)

Figura N° 5. Área poblacional de investigación Ciudad de Pachacutec.

Como **muestra** BALESTRINI (2006) manifiesta que la muestra debe ser una fracción que cuente con las características más representativas de la población. La muestra debe de realizarse cuando el universo o población es demasiado extensa para poder ser estudiada y analizada como tal, es por ello que se debe tomar una muestra. (BARRERA, 2008). Además HERNÁNDEZ, et al., (2003) aclara que las muestras no probabilísticas son también conocidas como muestras dirigidas y se caracterizan porque la toma de muestra es dada por conveniencia del investigador este tipo de muestreo es muy común y es utilizado para realizar

inferencias sobre la población. Para el presente estudio se tomó una muestra de característica puntual conformada por 80 litros la cual tenía procedencia de un pozo de agua ubicado en la carretera Néstor Gambeta con coordenadas UTM (268562 E, 8674526 N 18 L) la cual fue recolectada por cisterna y que abastece a la primera etapa del mirador de la ciudad de Pachacutec. Inicialmente se tomó una muestra de cuatro litros la cual fue rotulada y sometida al análisis de parámetros preliminares correspondientes (análisis insitu) y llevada al laboratorio para su análisis microbiológico y fisicoquímico, así mismo se procedió con los 76 litros de agua restantes los cuales fueron distribuidos en 9 muestras para su estudio fisicoquímico y microbiológico pos prueba. (Ver figura N° 6).



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 6. Recolección de la muestra

Para la presente investigación el método de **muestreo** que se realizó es de tipo no probabilístico porque estas fueron tomadas por conveniencia y a criterio del investigador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

HERNÁNDEZ, R. (2012), manifiesta que este método para recolección de datos en la investigación se basa en la catalogación de un registro ordenado, de validez y confiabilidad de proceder y de emplazamientos observables dentro de un grupo de categorías. La **técnica** que se utilizó en la investigación es la observación directa por que a través de ella se obtuvo los datos de las mediciones realizadas en campo y laboratorio los cuales fueron plasmados en las fichas de cadena de custodia, ficha de uso de filtro y ficha comparativa de concentración inicial y final de muestras.

La investigación presenta instrumentos como los siguientes:

Fichas de recolección de datos: Destinadas para el registro de datos los cuales son obtenidos en campo y análisis en laboratorio durante el proceso de experimentación.

Los instrumentos que se utilizaron en la elaboración del proyecto de investigación son:

1^{er}. Instrumento.- Ficha cadena de custodia para muestreo de agua. Formato de creación propia donde se registró los datos obtenidos en la medición exsitu de las muestras de agua obtenidas del filtro biológico.

2^{do}. Instrumento.- Ficha uso del filtro biológico. Formato de creación propia donde se tomará nota de las concentraciones de adsorbentes, características físicas, tiempo de retención hidráulica y eficiencia del filtro biológico.

3^{er}. Instrumento.- Ficha de comparación de concentración inicial y final de las muestras. Formato de creación propia donde se tomaron nota de las concentraciones de parámetros de interés en el agua antes del tratamiento y luego de haberlas sometido al filtro biológico. (Ver tabla N° 3).

La validez a través del juicio de expertos según ROBLES, P. y ROJAS, M. (2015), es un método útil que permitirá corroborar la viabilidad de un estudio mediante el juicio de profesionales con amplios conocimientos en los temas de interés. La **validación de los instrumentos** presentados en el proyecto de investigación se realizó a través del criterio de 3 expertos con conocimientos consolidados en el tema de interés, los cuales verificaron y aprobaron los instrumentos utilizados (cadena de custodia y fichas) luego de analizar con precisión cada ítem de evaluación. (Ver anexo 1).

Tabla N° 4. Validación de instrumentos

CIP	EXPERTO	% DE VALIDEZ, CADENA DE CUSTODIA	% DE VALIDEZ FICHA COMPARACIÓN DE CONCENTRACION INICIAL- FINAL	% DE VALIDEZ, FICHA USO DE FILTRO BIOLÓGICO
55149	María del Carmen Aylas Humareda	98%	99%	98.5%
71905	Elmer Gonzales Benites Alfaro	95%	92.5%	91.5%
42355	Cesar Eduardo Jiménez Calderón	91.5%	92.5%	91.5%

Fuente: Elaboración propia, (2020)

Se consiguió un promedio de **94.5 %** para la validez de los instrumentos en la investigación.

La **confiabilidad** en la investigación está dada por la objetividad la cual es representada por la data recolectada en las fichas y formatos revisados por especialistas en el tema tratado. Hernández, R. (2014) manifiesta que la confiabilidad es una herramienta que mide el grado de repeticiones que se le hacen a un individuo u objeto y que mantiene resultados similares.

3.5. Procedimiento

Para la primera etapa de la presente investigación se realizó el diagnóstico inicial del problema y la recolección de la muestra de agua, el muestreo se realizó el día 19 del mes Septiembre del año 2020 en la primera etapa de la ciudad de Pachacútec del distrito de Ventanilla en la provincia constitucional del Callao, se realizó el reconocimiento del área de influencia y se continuó con la toma de la muestra. Por consiguiente se georreferenció el punto exacto donde se tomó la muestra de 80 litros de agua de subsuelo transportada por camión cisterna, y

realizó la medición de parámetro de campo anotando en la cadena de custodia las mediciones de conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, potencial hidrogeno y temperatura según lo indicado por DIGESA en su publicación Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos. (Ver figura N° 7).



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 7. Toma y medición preliminar de la muestra

Tabla N° 5. Coordenadas de la muestra preliminar

Punto	Coordenadas		Altura
N° 1	X: 0177199	Y:8506792	121 m

Fuente: Elaboración propia, (2020)

Para la segunda etapa se procedió con la elaboración del filtro biológico, en esta estancia se realizó la compra de herramientas y materiales para la elaboración del

sistema de filtración biológica, se adquirieron todos los materiales necesarios para la elaboración de los filtros como: baldes de 5 litros de capacidad, flanches, tubos pvc de 4" y ½", conectores angulares de PVC, válvulas de PVC, conectores hembra y macho de PVC, cinta de teflón, pegamento para tubos, llave de jardín, y otros materiales adicionales para la construcción como sierra, destornillador, wincha, cutter, nivel, taladro, amoladora, etc.



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 8. Materiales para la elaboración del filtro biológico

Primero se realizó el lavado y limpieza de los materiales en este caso el tanque Rotoplas, los tubos y conectores PVC, como se muestra continuación.



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 9. Lavado y desinfección de materiales

La elaboración del filtro consto de dos partes siendo la primera la estructura externa la cual sirvió de soporte y protección del filtro, para ello se realizaron las mediciones para su posicionamiento, se determinó también que dichas estructuras tendrían un tamaño de 50 cm de largo, estos fueron colocados a 1.25 m sobre el nivel del piso y a una distancia uno del otro de 30 cm, para un mayor soporte se les colocó abrazaderas de 4" y ángulos de acero de 2" en la base.



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 10. Medición y posicionamiento de los filtros

Continuando con la estructura externa se le colocó un caño de jardinería el cual permitirá la salida del agua filtrada y para las tapas de los filtros tanto para la superior como para la base el material utilizado fue pvc de 4" (pulgadas), a la tapa superior se le realizaron las modificaciones para la entrada del agua por el sistema de conexión de tuberías, para ello con ayuda del taladro se hizo un circunferencia con un diámetro de $\frac{1}{2}$ ", para luego insertar el conector macho también de $\frac{1}{2}$ ",

posterior a eso se colocó la empaquetadura y rosca de ½” lo que permitió que no existiera ningún escape de agua en la parte superior del filtro y para la tapa inferior solo se necesitó teflón y presión de esta manera se evitó el escape o fuga de agua de dicha estructura. (Ver figura N° 11).



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 11. Elaboración de las tapas de la estructura externa del filtro

Como siguiente paso se continuó con el posicionamiento de todo el sistema de tuberías que alimentarían a los filtros, este comenzó desde la salida del tanque aquí se utilizaron tubos pvc de ½” con una longitud de 4 metros, 8 conectores tipo T y diez válvulas que se encargaron de regular el ingreso del agua a cada filtro, todo fue ensamblado, se utilizó pegamento para tuberías y teflón para evitar cualquier tipo de escape en el sistema. (Ver figura N° 12).



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 12. Conexión de tuberías que alimentan el filtro

Para la segunda parte de la elaboración del filtro se realizó la compra de un 1 tubo pvc de 3" pulgadas el cual se dividió en 9 estructuras de 20 cm de altura, 18 tapones de 3" pulgadas de pvc, los adaptadores de media pulgada para jardín y una manguera transparente con un medida de 5/8 de pulgada y una longitud de dos metros, a la tapa base se le realizaron pequeños orificios y se le adicono una doble malla de plástico de 1 mm y tela lo cual permitió que ningún solido ingrese al agua filtrada, con estos insumos se elaboró el mecanismo para el encapsulamiento del medio filtrante. (Semillas de moringa y carbón activado).



Fuente: Elaboración propia (2020)

Figura N° 13. Elaboración del mecanismo encapsulador

Así también se realizó la compra de 5 kilogramos de semillas de moringa, y 5 kg de carbón activado granular (CAG) el tamaño de partícula seleccionado para este estudio fue de malla 12 (1,70 mm) de la empresa CABOT (ver hoja técnica en anexos), los cuales fueron utilizados como medios filtrantes para la investigación.



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 14. Medios filtrantes

Posteriormente a la compra se realizó la tercera etapa la cual consistió en la preparación de los materiales para el filtro, las semillas de moringa fueron lavadas, se extrajo la piel posteriormente fueron llevadas al horno donde permanecieron a una temperatura de 100 °C por 45 minutos, continuando con el procedimiento se trituraron hasta tener una granulometría de 2 mm y fueron envasadas en bolsas herméticas para su conservación, como se muestra a continuación en la figura número 15.





Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 15. Preparación de las semillas de *Moringa oleífera*

En la cuarta etapa del desarrollo de la investigación se continuó con el montaje de los 9 módulos, 3 por sistema filtrante los cuales contenían diferentes concentraciones de medios filtrantes, el filtro número uno contuvo 500 gramos de semillas de moringa y una concentración de 300 gramos de carbón activado, de la misma manera se realizaron los mismos pasos para las dos repeticiones filtro número 2 y filtro número 3.



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 16. Concentración de medio filtrante: filtro n°1

El segundo sistema con el filtro número 4 contuvo 400 gramos de semillas de moringa y una concentración de 300 gramos de carbón activado, y una repetición tanto para el filtro número 5 y filtro número 6. (Ver figura N° 17).



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 17. Concentración de medio filtrante: filtro n° 4

El tercer sistema contuvo 300 gramos de semillas de moringa trituradas y una concentración de 300 gramos de carbón activado aquí también se realizaron dos repeticiones una para el filtro número 8 y otra para el filtro número 9. (Ver tabla N° 5).



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 18. Concentración de medio filtrante: filtro n° 7

Una vez que se empaquetaron los 9 filtros con sus distintas concentraciones el siguiente paso fue colocarlos dentro de la estructura de soporte para comenzar con el proceso de filtración y medición.



Fuente: Elaboración propia, (2020).

Figura N° 19. Montaje final del filtro

Tabla N° 6. Concentración de semillas y carbón activado de los filtros

FILTRO	MEDIOS FILTRANTES	
	SEMILLA DE MORINGA	CARBON ACTIVADO
FILTRO 1 Primer tratamiento	500 g	300 g
FILTRO 2 Primer tratamiento	500 g	300 g
FILTRO 3 Primer tratamiento	500 g	300 g
FILTRO 4 Segundo tratamiento	400 g	300 g

FILTRO 5 Segundo tratamiento	400 g	300 g
FILTRO 6 Segundo tratamiento	400 g	300 g
FILTRO 7 Tercer tratamiento	300 g	300 g
FILTRO 8 Tercer tratamiento	300 g	300 g
FILTRO 9 tercer tratamiento	300 g	300 g

Fuente: Elaboración propia, (2020)

Como siguiente paso se continuó con la primera etapa de la experimentación la cual consistió en poner a prueba los tres grupo de filtros con sus respectivos tratamientos, se abrieron las tres primeras válvulas las cuales permitieron el ingreso del agua a los sistemas de filtración se controló el tiempo de retención con ayuda de un cronometro y así se pudo determinar que los filtros uno, dos y tres con la concentración de 500 gramos de moringa y 300 gramos de CAG tuvieron un TRH de 30, 30.3 y 30.8 minutos para el cuarto, quinto y sexto filtro con la concentración de 400 gramos de moringa y 300 gramos de CAG el TRH fue de 20.2, 20.7 y 20.6 minutos, para finalizar se halló el TRH del séptimo, octavo y noveno con una concentración de 300 gramos de moringa y 300 gramos de CAG fue de 10, 10 y 10.5 minutos respectivamente, con estos resultados se calculó el caudal para cada filtro, como se muestra a continuación en la tabla número 7.

Tabla N° 7. Determinación del caudal para los tres primeros filtros

FÓRMULA	FILTRO	VOLUMEN _(ml)	TRH _(min)	CAUDAL _(ml/min)
$Q = \frac{V}{t}$	1	911.22	30	30.37
	2	911.22	30.3	30.07
	3	911.22	30.8	29.58
	4	793.3	20.2	39.23
	5	793.3	20.7	38.32
	6	793.3	20.6	38.50
	7	683.4	10	68.3
	8	683.4	10	68.34
	9	683.4	10.5	65.08

Fuente: Elaboración propia (2020)



Fuente: Elaboración Propia, (2020)

Figura N° 20. Llenado de la ficha Uso de filtro biológico.

Para la quinta etapa luego de obtener los valores de tiempo de retención inmediatamente con ayuda del multiparámetro HACH HQ 40d se realizó la toma de mediciones de parámetros de campo post prueba, como la conductividad eléctrica, temperatura, potencial hidrogeno (pH) y oxígeno disuelto, para cada filtro y se anotó

en la cadena de custodia elaborada por la investigadora todos los datos referentes al muestreo como se muestra a continuación en la siguiente imagen.



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Figura N° 21. Medición de parámetros en muestras post filtración

Continuando con el proceso experimental se realizó el llenado de frascos para Escherichia coli 1/4 litro, Coliformes totales un 1/4 litro, Solidos totales 1 litro, Turbidez 100 ml y Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) 1 litro. Luego de realizar el llenado y rotulado de los frascos estos fueron llevados inmediatamente al laboratorio Analytical laboratory (ALAB) donde se realizaron los análisis de ensayos correspondientes a los parámetros seleccionados bajo los procedimientos establecidos por la ISO 17025 la cual proporciona todos los requisitos para que los resultados sean veraces y estén armonizados bajo criterios de calidad.





Fuente: Elaboración propia (2020)

Figura N° 22. Toma de las muestras post prueba y rotulado.

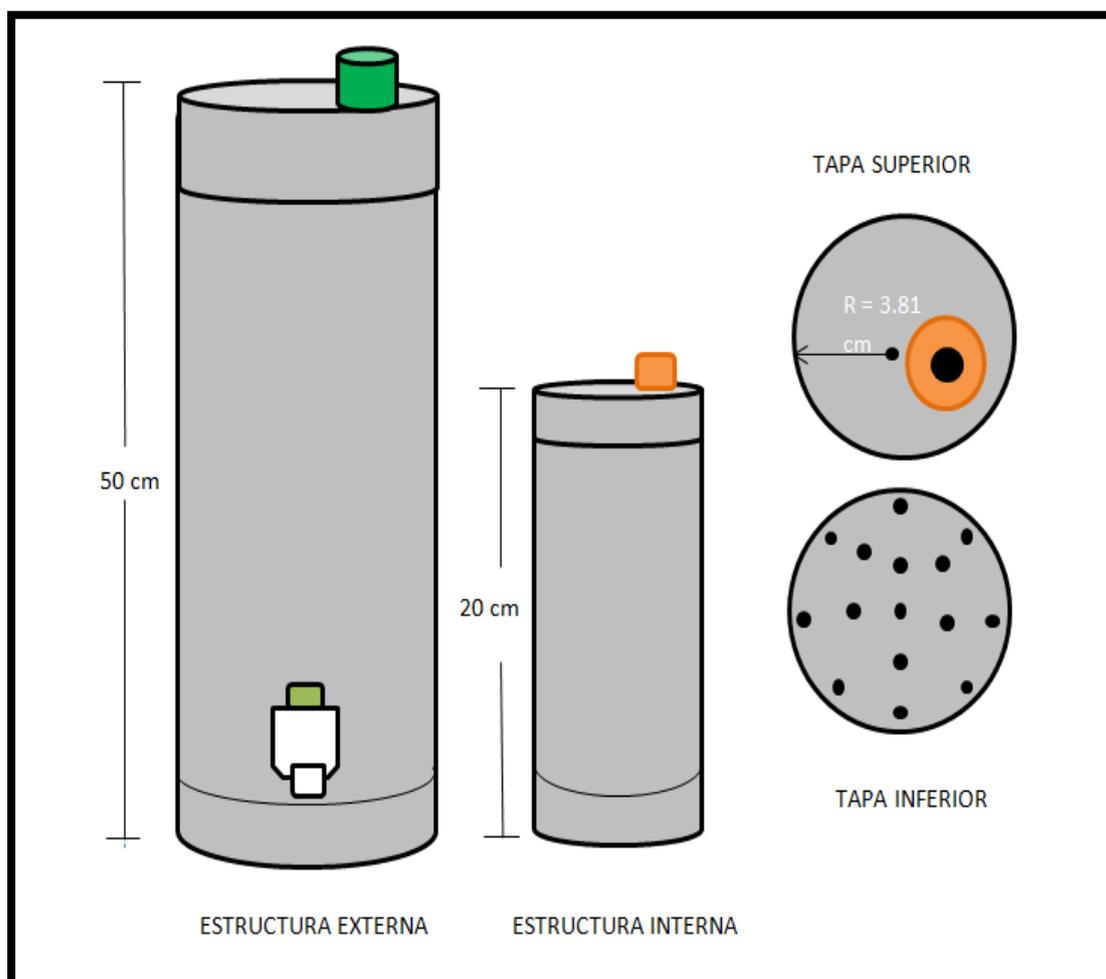
A continuación se muestran las etapas de la presente investigación en la siguiente tabla.

Tabla N° 8. Etapas en la investigación

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Diagnóstico del problema	Información bibliográfica	Observación	Ficha registro de visita al área de estudio	Reconocimiento del área de estudio
Recolección de la muestra	Tesista	Observación	cadena de custodia laboratorio	Funcionamiento del sistema de filtración
Elaboración del filtro biológico	Tesista	Observación	Ficha uso de filtro biológico	Análisis iniciales <i>ex situ</i>

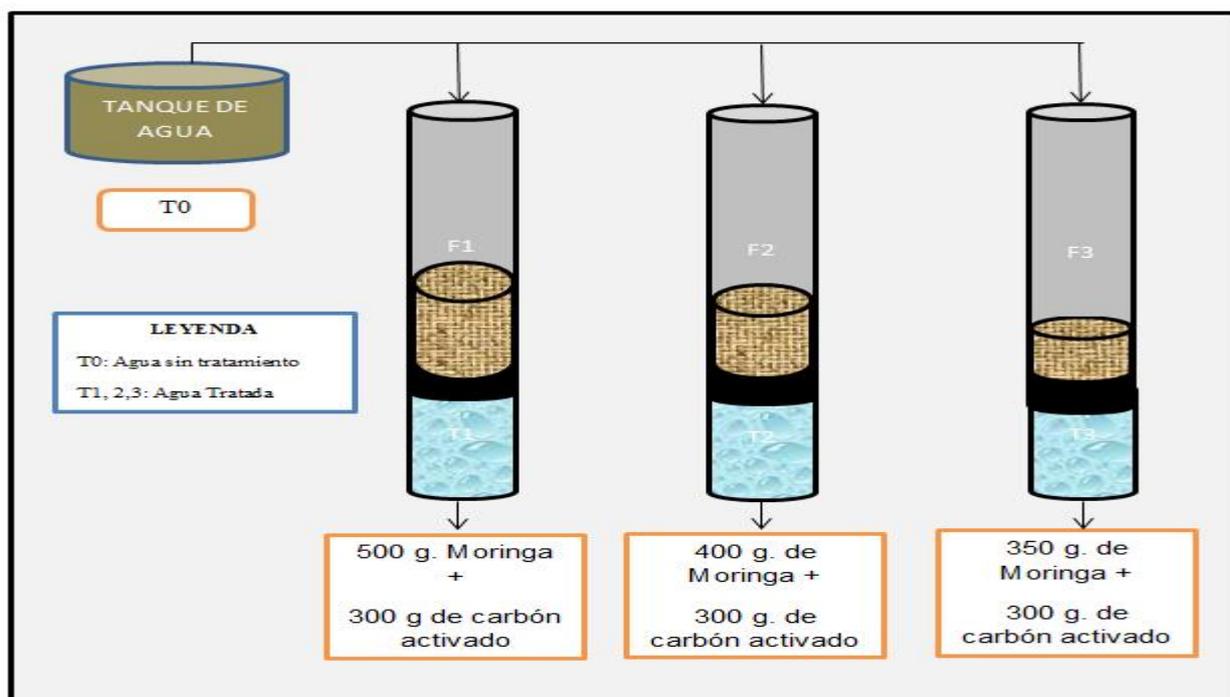
Análisis preliminar de las muestras de agua	Laboratorio acreditado	Observación	cadena de custodia laboratorio	Análisis iniciales <i>In situ</i>
Recolección de muestras post tratamiento	Laboratorio acreditado	Observación	cadena de custodia laboratorio	Análisis finales <i>in situ</i>

Fuente: Elaboración propia, (2020)



Fuente: Elaboración propia (2020)

Figura N° 23. Diseño de los filtros biológicos



Fuente: Elaboración propia (2020)

Figura N° 24. Distribución de los filtros biológicos

3.6. Métodos de análisis de datos

Los datos que se recojan en la investigación serán sometidos a la estadística para análisis estadístico descriptivo; así mismo se utilizará la estadística inferencial para la contratación de Hipótesis. Los datos que sean encontrados en la investigación serán evaluados por medio del software estadístico IBM SPSS mediante los siguientes estadísticos de prueba; prueba de normalidad y prueba ANOVA de un factor para muestras emparejadas.

3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos en el presente informe de investigación estuvieron basados la obtención de datos reales, además la información fue correctamente citada y referenciada respetando lo establecido en el código de ética de la universidad Cesar Vallejo lo cual pudo ser comprobado. Por otro lado; la investigación fue sometida al software Turnitin para verificar la originalidad de la información el cual tuvo un porcentaje menor al 25 % de similitud.

IV. RESULTADOS

Según los objetivos planteados en el presente estudio, los resultados fueron los siguientes:

Tabla N° 9. Características del agua de subsuelo

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de subsuelo								
Temperatura (C°)	pH (Unidad de pH)	C.E (µS/cm)	O.D (mg/L)	DBO (mg/L)	S.T (mg/L)	Turbidez (NTU)	E.COLI (UFC/100)	Coliformes Totales (UFC/100)
20,6	9.3	2020.76	6,86	210.2	2,798	52.00	48.00	62.00

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 9, se observan las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de subsuelo antes de realizarse el tratamiento con los biofiltros, para ello se seleccionaron los parámetros más importantes en la investigación como el pH el cual obtuvo como resultado un nivel alcalino con 9.3 unidades de pH, en el caso de la Conductividad Eléctrica alcanzó un nivel elevado obteniendo 2020.76 µS/cm, así también el Oxígeno Disuelto alcanzó los 6,86 mg/L en consecuencia se encontró al límite de lo requerido por el estándar de Calidad Ambiental para agua, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) se presentó con una concentración 210.2 mg/L, también se manifiesta que los Sólidos Totales Disueltos presentan una concentración elevada de 2,798 mg/L, de la misma manera la Turbidez se expresa con una concentración de 52.00 UNT, en el caso de los parámetros microbiológicos como la *Escherichia coli* tras el análisis respectivo se muestra con 48.00 UFC/100 mL, por último también se evaluó la concentración de Coliformes Totales obtenido 62.00 UFC/100 mL. Todos los parámetros seleccionados para el estudio obtuvieron valores por encima de lo que se estipula en el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua de uso y consumo humano.

Tabla Nº 10. Biofiltros con Moringa y Carbón activado

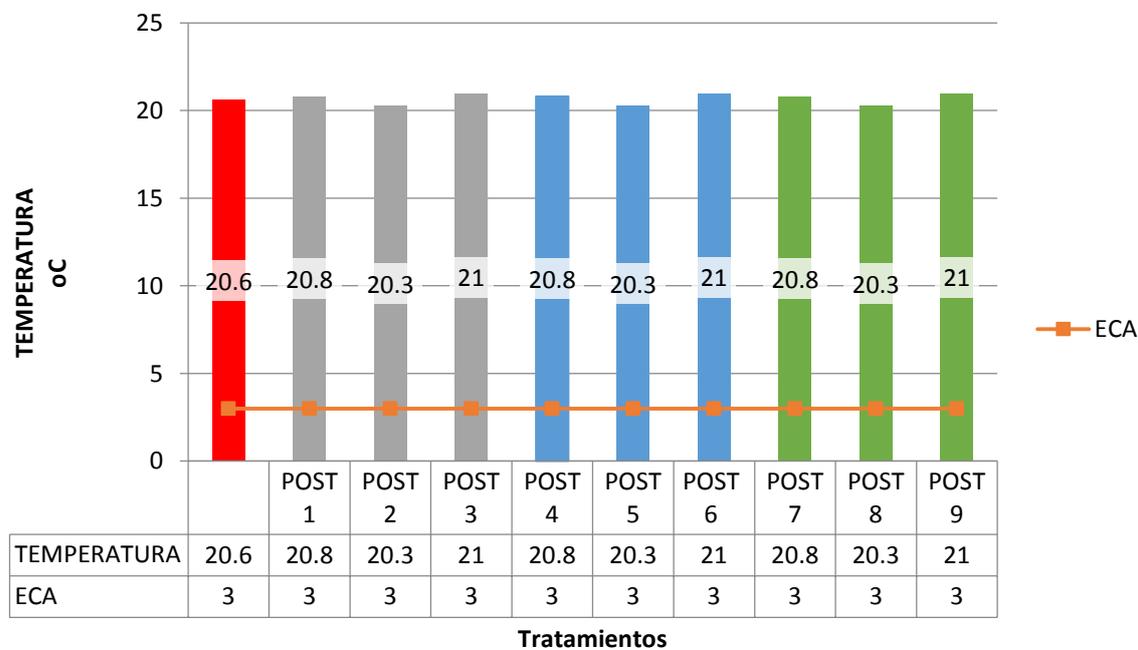
Biofiltro con Moringa y Carbón activado									
Concentración	Parámetros fisicoquímicos							Microbiológicos	
	Temperatura (°C)	pH (Unidad de pH)	C.E (µS/cm)	O.D (mg/L)	DBO (mg/L)	S.T (mg/L)	Turbidez (NTU)	E. COLI (UFC/100)	Coliformes Totales (UFC/100)
FILTRO 1: Tratamiento 1: 500 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	20.8	7.42	110	8.21	<2.0	726	0.70	<1.0	<1.0
FILTRO 2: Tratamiento 1: 500 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	20.3	7.51	115	8.4	<2.0	715	0.5	<1.0	<1.0
FILTRO 3: Tratamiento 1: 500 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	21	7.47	109.4	8.61	2.1	721	0.59	<1.0	<1.0
FILTRO 4: Tratamiento 2: 400 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	20.8	7.73	170	8.02	42.2	1,828	8.80	<1.0	5.0
FILTRO 5: Tratamiento 2: 400 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	20.3	7.69	166.2	8.05	39.1	1,874	<1.0	<1.0	5.0

FILTRO 6: Tratamiento 2: 400 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	21.0	7.70	168.5	8.02	43.4	1,853	8.67	<1.0	5.0
FILTRO 7: Tratamiento 3: 300 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	20.8	8,01	220	7.96	103.8	2,190	36.00	<1.0	5.0
FILTRO 8: Tratamiento 3: 300 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	20.3	8.2	233	7.99	105.2	2,174	32.4	<1.0	5.2
FILTRO 9: Tratamiento 3: 300 g de Moringa + 300 g de Carbón activado	21.0	7.90	237	7.89	101.5	2,142	31.02	<1.0	5.0

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 10, se pudo observar los resultados de los primeros nueve filtros, aquí se determinó que el filtro 1, 2 y 3 uno con una concentración de 500 g de moringa y 300 g de carbón activado con un promedio de tiempo de retención hidráulica de 30 minutos lograron reducir y mejorar los parámetros seleccionados en la investigación, Así mismo los filtros número 4, 5 y 6 (400 g de moringa y 300 g de CA) y 7, 8 y 9 (300 g de moringa y 300 g de C.A) también obtuvieron resultados dentro de lo establecido en el ECA de agua para consumo humano con un tiempo de retención promedio de 20,2 y 10 minutos respectivamente.

- A continuación se presentan los resultados comparativos de la muestra inicial y la muestra post tratamiento para cada uno de los parámetros analizados en la investigación en los nueve filtros con los tres tratamientos seleccionados.



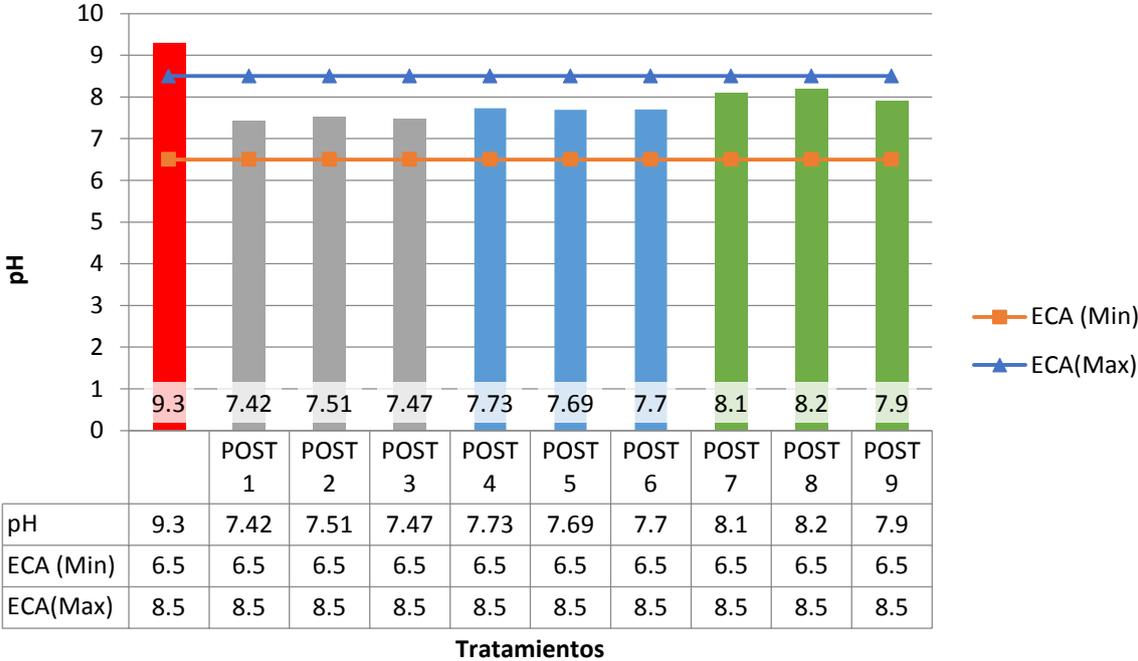
Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 1. Comparativa pre y post tratamientos de la temperatura

En el Gráfico N° 1, se puede inferir que el agua de subsuelo manifiesta una variación mínima al ser sometida a los tres diferentes tratamientos, para la muestra inicial la temperatura del agua fue de 20.6 °C, Sin embargo al realizarse el análisis luego de utilizar los filtros a base de Moringa y carbón activado en sus diferentes concentraciones la temperatura presento variaciones. En los filtros 1, 2 y 3 con el primer tratamiento la temperatura varia en 20.8° C, 20.3° C y 21° C respectivamente, para el segundo y tercer tratamiento en los filtro 4, 5, 6, 7, 8 y 9 las temperaturas de las muestras fueron las mismas a las del resultado expresado en el primer tratamiento.

En comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua se puede apreciar que el agua antes y después del tratamiento

se encuentra dentro de lo establecido por dicho decreto en el parámetro correspondiente.



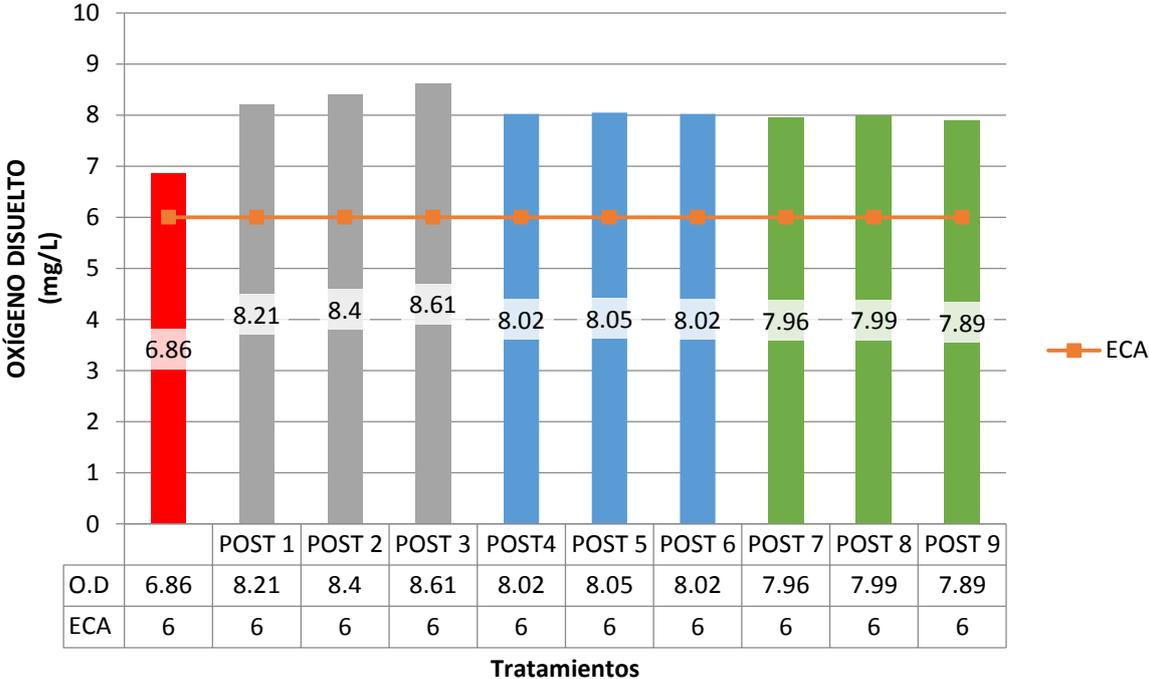
Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 2. Comparativa pre y post tratamiento de pH

En el Gráfico N° 2 se visualiza que inicialmente la muestra presentaba un pH de 9.3, luego fue sometida a tres diferentes tratamientos, en los filtros uno, dos y tres con una concentración de 500 g de moringa y 300 g de CAG presentó un disminución a 7.42, 7.51 y 7.74 unidades de pH respectivamente, en los filtros cuatro, cinco y seis con la concentración de 400 g de moringa y 300 gramos de CAG el pH vario a 7.73, 7.69, y 7.7 respectivamente, para los filtros siete, ocho y nueve con el tercer tratamiento de 300 g de moringa y 300 g de CAG la reducción del pH fue la menos significativa con 8.01, 8.2 y 7.9 respectivamente, partiendo de esta premisa se infiere que los filtros tienden a disminuir el pH volviéndolo más neutro.

En comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua como se aprecia en el grafico hay una disminución notable del pH para los tres tratamientos cambiando la alcalinidad del agua estudiada por una dentro del rango neutral mejorando así la calidad del agua de subsuelo, la cual

también está relacionada al tiempo de retención hidráulica (TRH), de ello se puede asumir que la eficiencia de los filtros para mejorar el pH está directamente relacionada a la concentración de los medios filtrantes y es inversamente proporcional al TRH.

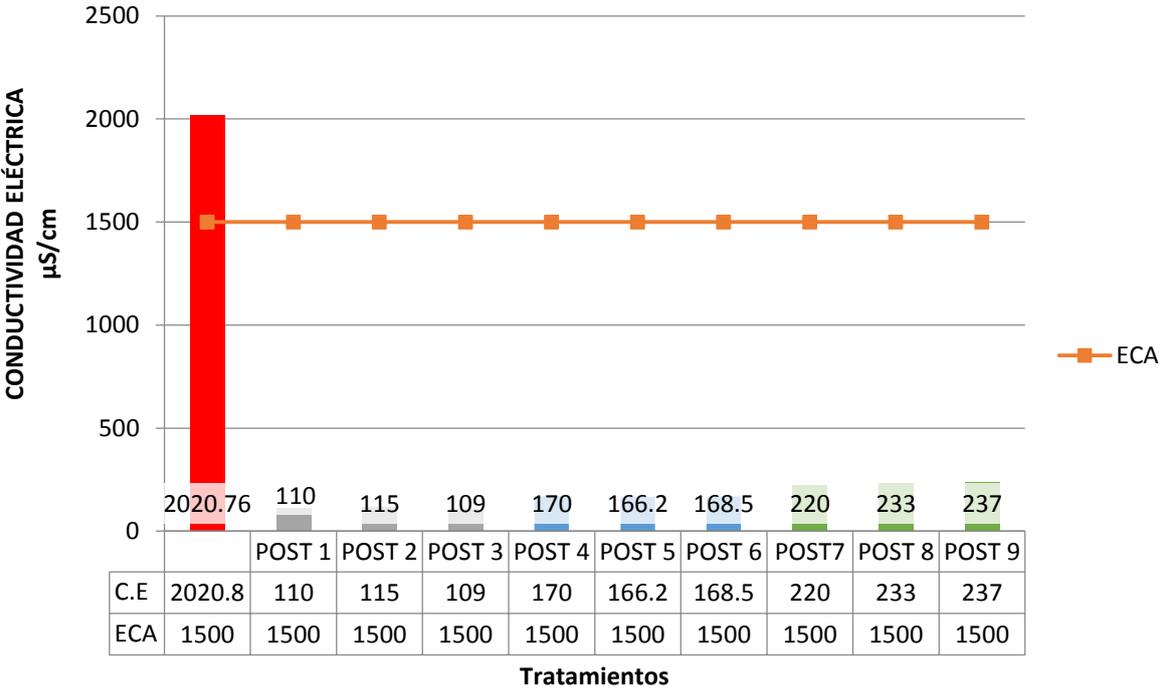


Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 3. Comparativa pre y post tratamiento de oxígeno disuelto

Del Gráfico N° 3 se puede decir que la muestra inicial antes del tratamiento con los filtros presentaba una concentración de 6.86 mg/L de oxígeno disuelto (O.D), posteriormente se sometió el agua al primer tratamiento (500 g de moringa y 300 g de CAG) se apreció que la concentración de O.D aumento en los filtros unos, dos y tres a 8.21 mg/L, 8.4 mg/L y 8.61 mg/L respectivamente, para el segundo tratamiento (400 g de moringa y 300 g de CAG) para los filtros cuatro cinco y seis se consiguió una concentración de 8.02 mg/L, 8.05 mg/L y 8.02 mg/L respectivamente así también en el caso del tercer tratamiento (300 g de moringa y 300 g de CAG) para los filtros siete, ocho y nueve se obtuvieron concentraciones de 7.96 mg/L, 7.99 mg/L y 7.89 mg/L correspondientemente.

En comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua se puede apreciar que el agua antes y después del tratamiento se encuentran dentro de lo establecido por dicho decreto para el parámetro correspondiente, sin embargo, hay una variación significativa en las concentraciones iniciales y finales por ello se puede precisar que los tratamientos mejoraron la calidad del agua estudiada.

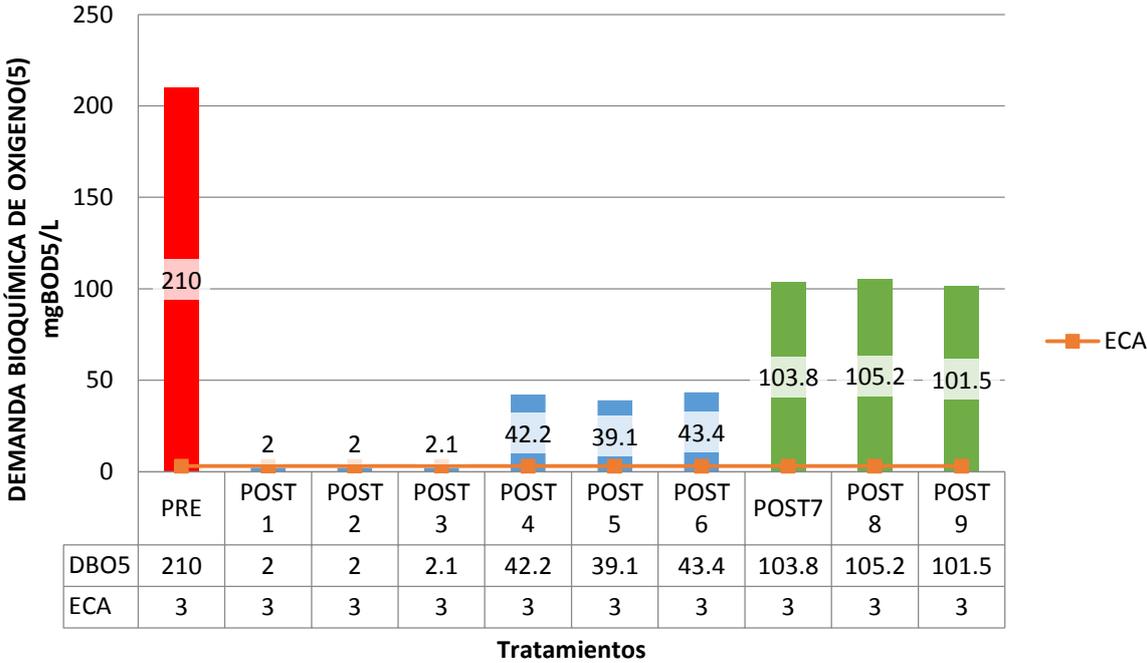


Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 4. Comparativa pre y post tratamiento de conductividad eléctrica

Del Gráfico N° 4. Se puede precisar que la muestra preliminar presenta un nivel de conductividad eléctrica elevado el cual sobrepasa el ECA obteniendo 2020.76 µS/cm, posterior a los tres tratamiento se denota una reducción significativa de este parámetro, para los filtros uno, dos y tres con el tratamiento de 500 g de moringa y 300 g de CAG el resultado fue de 110 µS/cm, 115 µS/cm y 109 µS/cm, para los filtros cuatro, cinco y seis con el tratamiento de 400 g de moringa y 300 g de CAG se obtuvieron 170 µS/cm, 166.2 µS/cm y 168.5 µS/cm, por último en los filtros siete, ocho y nueve con el tratamiento 300 g de moringa y 300 g de CAG el resultado fue de 220 µS/cm, 233 µS/cm y 237 µS/cm.

Para los tres casos en comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua es notable la reducción en la concentración de iones en el agua de subsuelo siendo el más eficaz los filtros con el primer tratamiento.

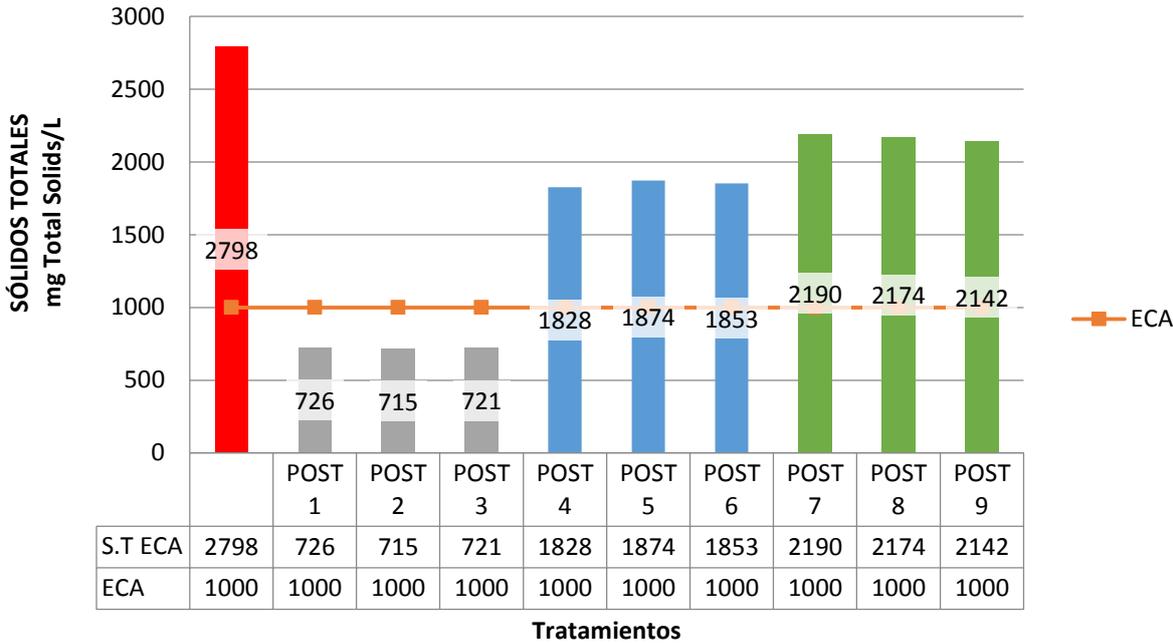


Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 5. Comparativa pre y post tratamiento de Demanda Bioquímica de Oxígeno (5)

En el Gráfico N° 5 se observó una concentración inicial de 210 mg/L de DBO₅, luego la muestra fue sometida a los tres tratamientos propuestos obteniendo como resultados para el primer tratamiento de 500 g de moringa y 300 g de CAG en los filtros uno y dos una concentración menor a los 2.0 mg/L y 2.1 mg/L para el filtro tres, para los filtros cuatro, cinco y seis con el tratamiento de 400 g de moringa y 300 g de CAG se obtuvieron 42.2 mg/L, 39.1 mg/L y 43.4 mg/L respectivamente para finalizar los filtros siete, ocho y nueve con el tratamiento de 300 g de moringa y 300 g de CAG el resultado fue de 103.8 mg/L, 105.2 mg/L y 101,5 mg/L correspondientemente.

En comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua solo el primer filtro logra una mayor reducción y está dentro de lo establecido por la normativa ambiental, los otros dos tratamientos también lograron una reducción notoria pero no alcanzaron los niveles mínimos indicados en el ECA.



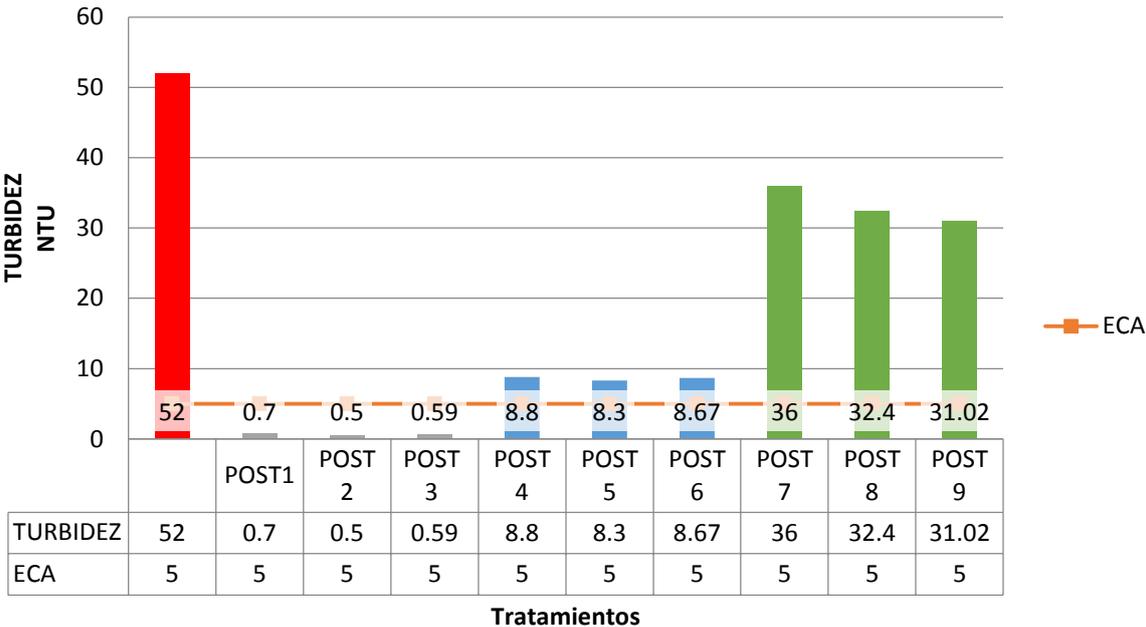
Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 6. Comparativa pre y post tratamiento de Solidos Totales

Del Gráfico N° 6 se puede decir que la muestra inicial antes del tratamiento con los filtros presentaba una concentración de 2,798 mg/L de Sólidos Totales (S.T), posteriormente se sometió el agua al primer tratamiento (500 g de moringa y 300 g de CAG) se puede apreciar que la concentración de los S.T para los filtros unos dos y tres disminuyó significativamente a 726 mg/L, 715 mg/L y 721 mg/L respectivamente, para el segundo tratamiento (400 g de moringa y 300 g de CAG) en los filtros cuatro, cinco y seis se consiguió una concentración de 1,828 mg/L, 1,874 mg/L y 1,853 mg/L respectivamente, así también en el caso del tercer

tratamiento (300 g de moringa y 300 g de CAG) se obtuvo una concentración de 2,190 mg/L, 2,174 mg/L y 2,142 correspondientemente al orden de análisis.

En comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para agua se puede precisar que existe una variación notable entre la concentración inicial y final de las muestras sin embargo solo el primer tratamiento se encuentra dentro de lo establecido por dicho decreto para el parámetro evaluado.

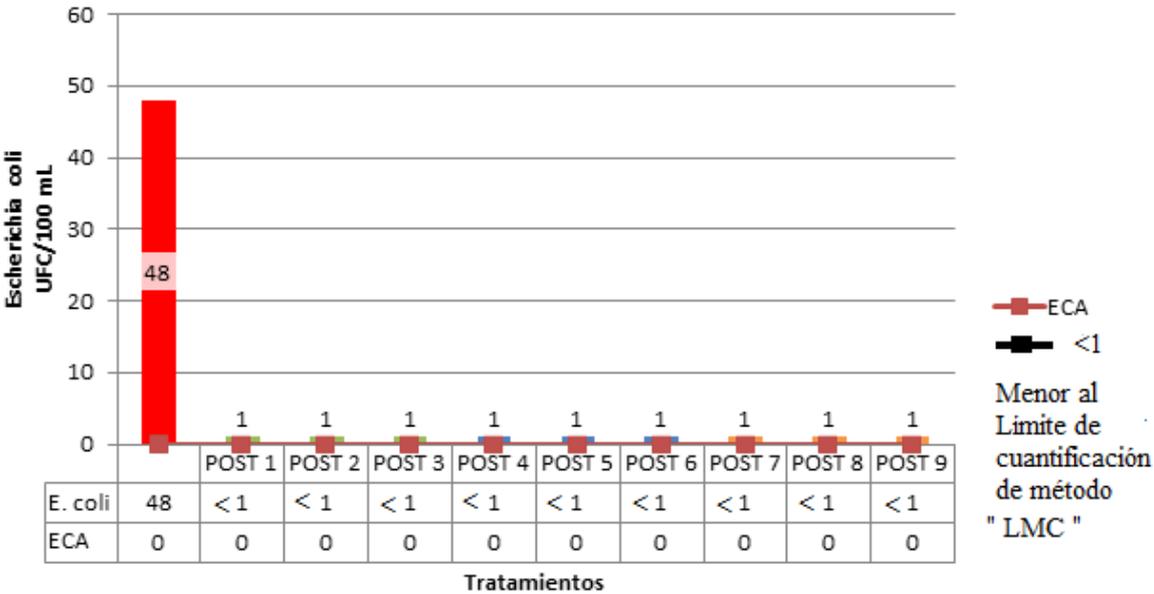


Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 7. Comparativa pre y post tratamiento de Turbidez

Del Gráfico N° 7. Se puede precisar que la muestra preliminar presenta turbidez elevada la cual sobrepasa el ECA obteniendo 52 NTU (Nephelometric Turbidity Unit), posterior a los tres tratamiento se denota una reducción significativa de este parámetro, para el primer, segundo y tercer filtro con el tratamiento de 500 g de moringa y 300 g de CAG el resultado fue de 0.7 NTU, 0.5 NTU y 0.59 NTU correspondientemente, en el cuarto, quinto y sexto filtro con el tratamiento de 400 g de moringa y 300 g de CAG se obtuvieron 8.8 NTU, 8.3 NTU Y 8.67 NTU y para culminar el séptimo, octavo y noveno filtro con el tratamiento de 300 g de moringa y 300 g de CAG el resultado fue de 36 NTU, 32.4 NTU y 31.02 NTU respectivamente.

Para los tres casos en comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua, si bien los tres tratamientos lograron una reducción en la turbidez y las partículas en suspensión del agua solo el primer filtro logro una mayor reducción y está dentro de lo establecido por la normativa ambiental peruana para agua de uso y consumo.



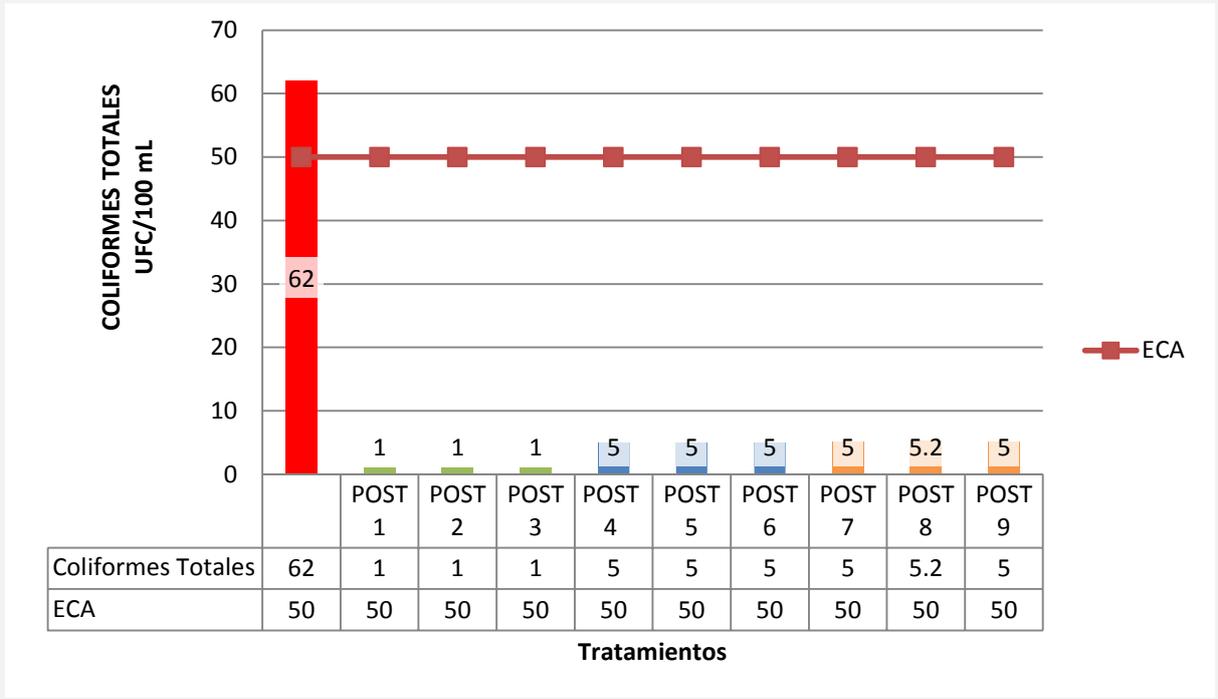
Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 8. Comparativa pre y post tratamiento de *Escherichia coli*

Del Grafico N° 8, se puede decir que la muestra inicial antes del tratamiento con los filtros presentaba una concentración de 48 UFC/100mL de *Escherichia coli*, posteriormente se sometió la muestra de agua al primer tratamiento (500 g de moringa y 300 g de CAG) en los filtros unos, dos y tres se puede apreciar que la concentración de *E. coli* disminuyó a <0.1 UFC/100mL, Así mismo para el segundo tratamiento (400 g de moringa y 300 g de CAG) se consiguió una concentración de <0.1 UFC/100mL para los filtros cuatro, cinco y seis, así también en el caso del tercer tratamiento (300 g de moringa y 300 g de CAG) para los filtros siete, ocho y nueve también se obtuvo una concentración menor a los 0.1 UFC/100mL

En comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua se puede precisar que existe una notoria disminución de la

concentración inicial a la final, como se observa los tres tratamientos demostraron ser altamente eficientes para reducir dicho parámetro el cual se encuentra dentro de lo establecido por la normativa ambiental peruana para agua de uso y consumo.



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 9. Comparativa pre y post tratamientos de Coliformes totales

Del grafico N° 9, se puede decir que la muestra inicial antes del tratamiento con los filtros presentaba una concentración de 62 UFC/100mL de Coliformes Totales, posteriormente se sometió la muestra de agua al primer tratamiento (500 g de moringa y 300 g de CAG) se puede apreciar que la concentración de *E. coli* disminuyó a <0.1 UFC/100mL en los filtros unos, dos y tres, para el segundo tratamiento (400 g de moringa y 300 g de CAG) los filtros cuatro, cinco y seis consiguieron una concentración de 5.0 UFC/100mL , así también en el caso del tercer tratamiento (300 g de moringa y 300 g de CAG) los filtros siete, ocho y nueve obtuvieron una concentración de 5.0 UFC/100mL, 5.2 UFC/100mL y 5.0 UFC/100mL respectivamente.

En comparativa con el Decreto Supremo 004-2017- MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua se puede precisar que existe una notoria disminución de la concentración inicial a la final de Coliformes Totales, como se pudo observar los tres tratamientos demostraron ser altamente eficientes para reducir el parámetro analizado el cual se encuentra dentro de lo establecido por la normativa ambiental peruana para agua de uso y consumo.

- Resultados del tiempo de retención hidráulica (TRH) para los nueve filtros con los tratamientos estudiados

Tabla N° 11. Tiempo de Retención Hidráulica por tratamientos

TRATAMIENTOS	FILTROS	TRH(MIN)
1ER TRATAMIENTO	1	30
	2	30.3
	3	30.8
2DO TRATAMIENTO	4	20.2
	5	20.7
	6	20.6
3ER TRATAMIENTO	7	10
	8	10
	9	10.5

Fuente: Elaboración propia, (2020)

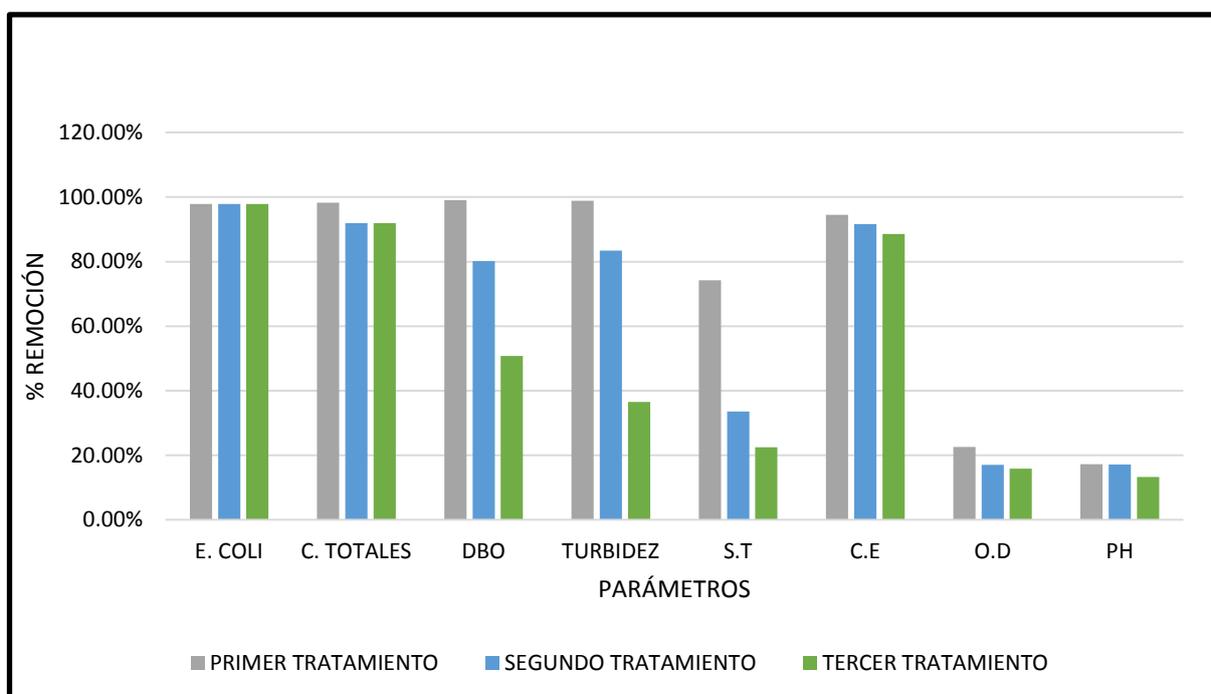
En la Tabla N° 11. Se observó que el tiempo de retención hidráulica es mayor en el primer tratamiento obteniendo para los filtros uno, dos y tres un TRH de 30, 30.3 y 30.8 minutos respectivamente, en el segundo tratamiento para los filtros cuatro, cinco y seis el TRH fluctuó entre los 20.2, 20.7 y 20.6 minutos respectivamente, por ultimo para el tercer tratamiento con los filtros siete, ocho el TRH fue de 10 minutos mientras que el filtro número nueve tuvo una ligera variación de tiempo con 10.5 minutos. De ello se asumió que la relación entre el tiempo de retención hidráulica y la cantidad de material adsorbente son directamente proporcionales.

- Resultados de la eficiencia de remoción para los nueve filtros con los tratamientos estudiados.

Tabla N° 12. Remoción porcentual de los filtros

TRATAMIENTOS	E. COLI	C. TOTALES	DBO	TURBIDEZ	S.T	C.E	O.D	PH
PRIMER TRATAMIENTO	97,90%	98,30%	99,02%	98,84%	74,22%	94,46%	22,55%	17,27%
SEGUNDO TRATAMIENTO	97,90%	91,90%	80,18%	83,47%	33,59%	91,64%	17,04%	17,13%
TERCER TRATAMIENTO	97,90%	91,90%	50,75%	36,57%	22,48%	88,61%	15,83%	13,25%

Fuente: Elaboración propia, (2020)



Fuente: Elaboración propia, (2020)

Gráfico N° 10. Eficiencia en el grado de remoción de los tratamientos

En el Gráfico N° 10, se mostró que el porcentaje de remoción para el primer tratamiento en los filtros uno, dos y tres en los parámetros microbiológicos como la *Escherichia coli* es de 97.90 % y para los Coliformes Totales es de 98.30% , de igual manera en los parámetros fisicoquímicos se obtuvieron los resultados más óptimos de remoción para Demanda Bioquímica de Oxígeno con 99.02 %, Turbidez 98.84%,

Conductividad Eléctrica 94.46 % y Solidos Totales 74.22%, Potencial hidrógeno con 17.27 % y Oxígeno disuelto con 22.55 %.

En cuanto al segundo tratamiento con los filtros cuatro, cinco y seis, y tercer tratamiento para los filtros siete, ocho y nueve los resultados fueron similares, en ambos el parámetro *Escherichia coli* obtuvo 97.90 % y para Coliformes Totales fue de 91.90% de eficiencia, sin embargo en los parámetros fisicoquímicos se observaron variaciones en los porcentajes de remoción para la Demanda Bioquímica de Oxígeno se consiguieron 80.18 % y 50.75% de remoción, en la Turbidez se logró una remoción de 83.47 % y 36.57 % , en cuanto a la Conductividad Eléctrica 91.64 % y 88.61%, los Solidos Totales mostraron una disminución de 33.59 % y 22.48 %, mientras que el Oxígeno disuelto logró conseguir una remoción 17.04% y 15.83 % correspondientemente, por último el pH que presentó una disminución porcentual de 17.13% para el primer tratamiento y 13.25% en el segundo tratamiento.

- Resultados de la eficiencia de generación de litros por día para los nueve filtros con los tratamientos estudiados.

Tabla N° 13. Generación de Litros por día de los biofiltros

TRATAMIENTOS	FILTROS	LITROS POR DIA
PRIMER TRATAMIENTO	1	43,73
	2	43,31
	3	42.6
SEGUNDO TRATAMIENTO	4	56,55
	5	55.18
	6	55.45
TERCER TRATAMIENTO	7	98.4
	8	98.4
	9	96.7

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 13 Se pudo observar de manera global la eficiencia en los sistemas de filtración referente a la generación de litros por cada 24 horas transcurridas, de esta manera se pudo comprobar que los filtros uno, dos y tres con el primer

tratamiento (500 gramos de Moringa y 300 gramos de CAG) pueden producir en estimación 43,21 Litros de agua por día, Así también los filtros tres, cuatro y cinco incluidos en el segundo tratamiento (400 gramos de Moringa y 300 gramos de CAG) presentaron la capacidad de producir 55,72 Litros de agua en un día, para finalizar los filtros siete, ocho y nueve los cuales utilizaron el tercer tratamiento (300 gramos de moringa y 300 g CAG) tuvieron la capacidad de filtrar 97.83 Litros de agua por día.

- Inferencia estadística

Para el presente proyecto de investigación se utilizó la **Técnica de inferencia estadística** con el fin de comprobar la normalidad de los datos obtenidos antes y después de someter las muestras a los diferentes filtros con sus correspondientes tratamientos. Como primer paso se evaluó la tabla prueba de normalidad generada mediante el software MBI SPSS para cada uno de los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de la variable Calidad de agua de subsuelo, al tratarse de una muestra menor a 30 datos se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk en donde se verificó que el nivel de significancia para las muestras iniciales y finales es mayor al 0.05, por lo tanto los resultados obtenidos tuvieron un comportamiento normal.

Continuando con el análisis inferencial, el siguiente paso fue realizar la prueba ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis planteadas anteriormente.

El criterio para decidir es:

- Si la probabilidad obtenida P- valor $\leq \alpha$, rechace H_0 (Se acepta H_1)
- Si la probabilidad obtenida P- valor $> \alpha$, no rechace H_0 (Se acepta la H_0)

Conductividad Eléctrica

Tabla N° 14. Análisis estadístico descriptivo de Conductividad Eléctrica

C.Eléctrica_final

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					tratamiento 1	3		
tratamiento 2	3	168,2333	1,91398	1,10504	163,4787	172,9879	166,20	170,00
tratamiento 3	3	230,0000	8,88819	5,13160	207,9205	252,0795	220,00	237,00
Total	9	169,9000	51,56544	17,18848	130,2633	209,5367	109,40	237,00

En la Tabla N° 14, se determinaron los datos del análisis estadístico descriptivo del Potencial hidrógeno, dentro de ellos la Media, Mediana, Varianza, Desviación estándar, límites máximos y mínimos, suma y rango, para cada tratamiento.

Tabla N° 15. Pruebas de Normalidad de conductividad eléctrica

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CE 1tratamiento	,328	3	.	,871	3	,298
CE 2tratamiento	,222	3	.	,985	3	,769
CE 3tratamiento	,299	3	.	,915	3	,433

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 15, se observó que los datos obtenidos de la Conductividad Eléctrica tuvieron un comportamiento normal, ya que el “p valor” para los tres tratamientos fueron mayores al 0.05 alfa, al tratarse de muestras menores a 30 se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, siendo que el nivel de significancia para el primer tratamiento de 0.298, para el segundo tratamiento de 0.769 y para el tercer tratamiento de 0,433.

Tabla N° 16. Prueba ANOVA de un factor Conductividad Eléctrica

C.Eléctrica_final

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21087,727	2	10543,863	343,386	,000
Dentro de grupos	184,233	6	30,706		
Total	21271,960	8			

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 16, se observó que el parámetro de Conductividad Eléctrica presenta un nivel de significancia de 0,000 para, un resultado menor al alfa 0,05 donde “p valor” $\leq \alpha$ de esta manera se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna siendo que “Las medias de los tratamientos son significativamente distintas”.

Potencial Hidrógeno

Tabla N° 17. Análisis estadístico descriptivo de pH

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
pH inicial	3	,00	9,30	9,30	27,90	9,3000	,00000	,00000	,000
pH 1tratamiento	3	,09	7,42	7,51	22,40	7,4667	,02603	,04509	,002
pH 2tratamiento	3	,04	7,69	7,73	23,12	7,7067	,01202	,02082	,000
pH 3tratamiento	3	,30	7,90	8,20	24,11	8,0367	,08762	,15177	,023
N válido (por lista)	3								

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 17, se determinaron los datos del análisis estadístico descriptivo del Potencial hidrógeno, dentro de ellos la Media, Mediana, Varianza, Desviación estándar, límites máximos y mínimos, suma y rango, para cada tratamiento.

Tabla N° 18. Pruebas de Normalidad de pH

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH1tratamiento	,196	3	.	,996	3	,878
pH2tratamiento	,292	3	.	,923	3	,463
pH3tratamiento	,236	3	.	,977	3	,708

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 18, se observó que los datos obtenidos del parámetro Potencial Hidrógeno mantuvieron un comportamiento normal, ya que el “p valor” para los tres tratamientos fueron mayores al 0.05 alfa, al tratarse de muestras menores a 30 se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, siendo que el nivel de significancia para el primer tratamiento de 0.878, para el segundo tratamiento de 0.463 y para el tercer tratamiento de 0,708.

Tabla N° 19. Prueba ANOVA de un factor pH

pH_final

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,491	2	,246	28,906	,001
Dentro de grupos	,051	6	,008		
Total	,542	8			

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 19, se observó que el parámetro de Potencial Hidrógeno presenta un nivel de significancia de 0.001 siendo menor al alfa 0.05 donde el “p valor” $\leq \alpha$, de esta manera se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna siendo que “Las medias de los tratamientos son significativamente distintas”.

Oxígeno Disuelto

Tabla N° 20. Análisis estadístico descriptivo de Oxígeno Disuelto

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
OD inicial	3	,00	6,86	6,86	20,58	6,8600	,00000	,00000	,000
OD 1tratamiento	3	,40	8,21	8,61	25,22	8,4067	,11552	,20008	,040
OD 2tratamiento	3	,03	8,02	8,05	24,09	8,0300	,01000	,01732	,000
OD 3tratamiento	3	,10	7,89	7,99	23,84	7,9467	,02963	,05132	,003
N válido (por lista)	3								

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 20, se determinaron los datos del análisis estadístico descriptivo del Oxígeno Disuelto, como la Media, Mediana, Varianza, Desviación estándar, límites máximos y mínimos, suma y rango, para cada tratamiento.

Tabla N° 21. Pruebas de Normalidad de Oxígeno Disuelto

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OD1tratamiento	,180	3	.	,999	3	,945
OD2tratamiento	,385	3	.	,750	3	,687
OD3tratamiento	,269	3	.	,949	3	,567

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 21, se pudo inferir que los datos obtenidos del parámetro Oxígeno Disuelto corresponden a un comportamiento normal, es decir; el “p valor” para los tres tratamientos fueron mayores al alfa (0.05), al tratarse de muestras menores a 30 se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, siendo que el nivel de

significancia para el primer tratamiento de 0.945, para el segundo tratamiento de 0.687 y para el tercer tratamiento de 0,567.

Tabla N° 22. Prueba ANOVA de un factor Oxígeno Disuelto

O.Disuelto_final

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,360	2	,180	12,583	,007
Dentro de grupos	,086	6	,014		
Total	,446	8			

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 22, se observó que el parámetro de Oxígeno Disuelto presenta un nivel de significancia de 0.007 siendo menor al alfa 0.05 donde el “p valor” $\leq \alpha$, de esta manera se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna siendo que “Las medias de los tratamientos son significativamente distintas”.

Demanda Bioquímica de Oxígeno

Tabla N° 23. Análisis estadístico descriptivo DBO₅

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
DBO inicial	3	,00	210,20	210,20	630,60	210,2000	,00000	,00000	,000
DBO 1tratamiento	3	,01	2,00	2,01	6,01	2,0033	,00333	,00577	,000
DBO 2tratamiento	3	4,30	39,10	43,40	124,70	41,5667	1,28106	2,21886	4,923
DBO 3tratamiento	3	3,70	101,50	105,20	310,50	103,5000	1,07858	1,86815	3,490
N válido (por lista)	3								

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 23, se determinaron los datos del análisis estadístico descriptivo del Oxígeno Disuelto, como la Media, Mediana, Varianza, Desviación estándar, límites máximos y mínimos, suma y rango, para cada tratamiento

Tabla N° 24. Pruebas de Normalidad de DBO₅

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO1trataminto	,385	3	.	,750	3	,580
DBO2tratamiento	,279	3	.	,939	3	,523
DBO3tratamiento	,230	3	.	,981	3	,734

Fuente: Elaboración propia, (2020)

De la Tabla N° 24, se pudo decir que los datos obtenidos del parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno corresponden a un comportamiento normal, es decir; el “p valor” para los tres tratamientos fueron mayores al alfa (0.05), al tratarse de muestras menores a 30 se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, siendo que el nivel de significancia para el primer tratamiento de 0.945, para el segundo tratamiento de 0.687 y para el tercer tratamiento de 0,567.

Tabla N° 25. Prueba ANOVA de un factor DBO₅

DBO5_final

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15702,568	2	7851,284	2799,575	,000
Dentro de grupos	16,827	6	2,804		
Total	15719,395	8			

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 25, se observó que el parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno presenta un nivel de significancia de 0.000, siendo este nivel menor al alfa 0.05 donde el “p valor” $\leq \alpha$, de esta manera se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna siendo que “Las medias de los tratamientos son significativamente distintas”

Sólidos Totales

Tabla N° 26. Análisis estadístico descriptivo de Sólidos Totales

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
ST inicial	3	,00	2798,00	2798,00	8394,00	2798,0000	,000000	,000000	,000
ST 1tratamiento	3	11,00	715,00	726,00	2162,00	720,6667	3,17980	5,50757	30,333
ST 2tratamiento	3	46,00	1828,00	1874,00	5555,00	1851,6667	13,29578	23,02897	530,333
ST 3tratamiento	3	48,00	2142,00	2190,00	6506,00	2168,6667	14,11067	24,44040	597,333
N válido (por lista)	3								

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 26, se determinaron los datos del análisis estadístico descriptivo para los Sólidos Totales, siendo este el caso de la Media, Mediana, Varianza, Desviación estándar, límites máximos y mínimos, suma y rango, para cada tratamiento

Tabla N° 27. Pruebas de Normalidad Sólidos Totales

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ST1tratamiento	,191	3	.	,997	3	,900
ST2tratamiento	,190	3	.	,997	3	,904
ST3tratamiento	,253	3	.	,964	3	,637

Fuente: Elaboración propia, (2020)

De la Tabla N° 27, se pudo decir que los datos obtenidos del parámetro Sólidos Totales corresponden a un comportamiento normal, es decir; el “p valor” para los tres tratamientos fueron mayores al alfa (0.05), al tratarse de muestras menores a 30 se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, siendo que el nivel de significancia para el primer tratamiento de 0.900, para el segundo tratamiento de 0.904 y para el tercer tratamiento de 0,637.

Tabla N° 28. Prueba ANOVA de un factor Sólidos Totales

S.Totales final

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3476354,000	2	1738177,000	4503,049	,000
Dentro de grupos	2316,000	6	386,000		
Total	3478670,000	8			

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 28, se observó que el parámetro de Sólidos Totales presenta un nivel de significancia de 0.000 siendo menor al alfa 0.05 donde el “p valor” es $\leq \alpha$, de esta manera se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna siendo que “Las medias de los tratamientos son significativamente distintas”

Turbidez

Tabla N° 29. Análisis estadístico descriptivo Turbidez

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
TURBIDEZ inicial	3	,00	52,00	52,00	156,00	52,0000	,00000	,00000	,000
TURBIDEZ 1tratamiento	3	,20	,50	,70	1,79	,5967	,05783	,10017	,010
TURBIDEZ 2tratamiento	3	,50	8,30	8,80	25,77	8,5900	,14978	,25942	,067
TURBIDEZ 3tratamiento N válido (por lista)	3	4,98	31,02	36,00	99,42	33,1400	1,4844 5	2,57115	6,611

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 29, se determinaron los datos del análisis estadístico descriptivo para la Turbidez, siendo este el caso de la Media, Mediana, Varianza, Desviación estándar, límites máximos y mínimos, suma y rango, para cada tratamiento.

Tabla N° 30. Pruebas de Normalidad Turbidez

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TURBIDEZ 1tratamiento	,193	3	.	,997	3	,890
TURBIDEZ 2tratamiento	,288	3	.	,929	3	,484
TURBIDEZ 3tratamiento	,280	3	.	,938	3	,519

Fuente: Elaboración propia, (2020)

De la Tabla N° 30, se pudo decir que los datos obtenidos del parámetro Turbidez corresponden a un comportamiento normal, es decir; el “p valor” para los tres tratamientos fueron mayores al alfa (0.05), al tratarse de muestras menores a 30 se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, siendo que el nivel de significancia para el primer tratamiento de 0.890, para el segundo tratamiento de 0.484 y para el tercer tratamiento de 0,519.

Tabla N° 31. Prueba ANOVA de un factor Turbidez

Turbidez_final

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1725,664	2	862,832	387,028	,000
Dentro de grupos	13,376	6	2,229		
Total	1739,041	8			

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 31, se observó que el parámetro de Turbidez tiene un nivel de significancia de 0.000 siendo el nivel menor al alfa 0.05 donde el “p valor” es $\leq \alpha$, de esta manera se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna siendo que “Las medias de los tratamientos son significativamente distintas”.

Escherichia coli

Tabla N° 32. Análisis estadístico descriptivo *Escherichia coli*

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
E. COLI inicial	3	,00	48,00	48,00	144,00	48,0000	,00000	,00000	,000
E. COLI 1tratamiento	3	,02	1,00	1,02	3,03	1,0100	,00577	,01000	,000
E. COLE 2tratamiento	3	,02	1,00	1,02	3,03	1,0100	,00577	,01000	,000
E. COLI 3tratamiento	3	,02	1,00	1,02	3,03	1,0100	,00577	,01000	,000
N válido (por lista)	3								

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 32, se determinaron los datos del análisis estadístico descriptivo para el parámetro microbiológico *Escherichia coli*, siendo este el caso de la Media, Mediana, Varianza, Desviación estándar, límites máximos y mínimos, suma y rango, por tratamiento.

Tabla N° 33. Prueba de Normalidad *Escherichia coli*

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E. COLI1tratamiento	,175	3	.	1,000	3	1,000
E. COLE2tratamiento	,175	3	.	1,000	3	1,000
E. COLI3tratamiento	,175	3	.	1,000	3	1,000

Fuente: Elaboración propia, (2020)

De la Tabla N° 33, se pudo decir que los datos obtenidos del parámetro de *Escherichia coli* responden a un comportamiento normal, es decir; el “p valor” para los tres tratamientos fueron mayores al alfa (0.05), al tratarse de muestras menores a 30 se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, siendo que el nivel de significancia de 1,000 el mismo para cada uno de los tratamientos evaluados.

Tabla N° 34. Prueba ANOVA de un factor *Escherichia coli*

E.coli_final					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	2	,000	,000	1,000
Dentro de grupos	,001	6	,000		
Total	,001	8			

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 34, se observó que el parámetro microbiológico *Escherichia coli* tiene el mismo nivel de significancia de 1.000, por lo tanto el nivel fue mayor al alfa 0.05 donde el “p valor” es $\leq \alpha$, de esta manera se acepta la Hipótesis nula y se rechaza la Hipótesis alterna siendo que “No hay diferencias entre las medias de los diferentes grupos”.

Coliformes Totales

Tabla N° 35. Análisis estadístico descriptivo Coliformes Totales

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
C.TOTALES inicial	3	,00	62,00	62,00	186,00	62,0000	,00000	,00000	,000
C.TOTALES 1tratamiento	3	,02	1,00	1,02	3,03	1,0100	,00577	,01000	,000
C.TOTALES 2tratamiento	3	,01	5,01	5,02	15,04	5,0133	,00333	,00577	,000
C.TOTALES 3tratamiento	3	,20	5,00	5,20	15,20	5,0667	,06667	,11547	,013
N válido (por lista)	3								

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 35, se determinaron los datos del análisis estadístico descriptivo para el parámetro microbiológico Coliformes Totales, siendo este el caso de la Media, Mediana, Varianza, Desviación estándar, límites máximos y mínimos, suma y rango, por tratamiento.

Tabla N° 36. Pruebas de Normalidad Coliformes Totales

	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CTOTALES1tratamiento	,175	3	.	1,000	3	1,000
CTOTALES2tratamiento	,385	3	.	,750	3	,890
CTOTALES3tratamiento	,385	3	.	,750	3	,890

De la Tabla N° 36, se pudo decir que los datos obtenidos del parámetro Coliformes Totales de responden a un comportamiento normal, es decir; el “p valor” para los tres tratamientos fueron mayores al alfa (0.05), al tratarse de muestras menores a 30 se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk, siendo que el nivel de significancia para el primer tratamiento 1,000 y de 0,890 para el segundo y tercer tratamiento.

Tabla N° 37. Prueba ANOVA de un factor Coliformes totales

C.Totales final

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	32,486	2	16,243	3618,498	,000
Dentro de grupos	,027	6	,004		
Total	32,513	8			

Fuente: Elaboración propia, (2020)

En la Tabla N° 37, se observó que el parámetro microbiológico Coliformes Totales tiene un nivel de significancia del 0.000, por lo tanto el nivel fue menor al alfa 0.05 donde el “p valor” es $\leq \alpha$, de esta manera se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna siendo que “Las medias de los tratamientos son significativamente diferentes”

V. DISCUSIÓN

En el estudio los filtros biológicos utilizando semillas de *Moringa oleífera* obtuvieron los resultados esperados en la reducción de agentes microbiológicos gram negativos como la *Escherichia coli*, esto se debió a la presencia de enzimas como isotiocionato de bencilo debido a la alteración que presentan las membranas de estos microorganismos en presencia de dicha encima, reduciendo hasta en un 97 % dicho parámetro, en comparación a lo obtenido por HERNANDEZ, S., et al. (2016) En su investigación Eficiencia de la Semilla de *Moringa oleífera* en el aclaramiento del agua en el cual logró inhibir hasta en un 94% el desarrollo de bacterias como la *Salmonella* y *staphylococcus* así también la *Escherichia coli* hasta en un 96%, utilizando la técnica de floculación por test de jarras, removiendo significativamente los patógenos del agua en un tiempo promedio de media hora

Así mismo la investigación también tuvo como objetivo la disminución de Coliformes totales a través del uso de los filtros biológicos, donde una vez más se obtuvieron resultados aceptables para los tres tratamientos utilizados, las propiedades antimicrobianas presentes en la semilla de moringa y la alta capacidad adsorción del carbón activado granular lograron inhibir, neutralizar y eliminar el crecimiento bacteriano, para MAHAMADOU, A. (2014), en su investigación propiedades fungicida, bacteriana y aglutinante de las semillas de *Moringa oleífera* Lam determinó que la causal para la disminución de dichos coliformes como *Legionella*, *Esthapyloccus*, *Streprococcus*, *E. coli*, *klebsiella* son las propiedades de adsorción y neutralización de cargas que presenta dicha semilla además de presentar actividad larvicida generada por la lactina hidrosoluble contenida en los extractos de las semillas maceradas con dicloruro de mercurio y agua destilada

En el estudio los filtros biológicos utilizando *Moringa oleífera* y Carbón activado presentaron una disminución del 98,30 % de la concentración inicial la cual era de 52 NTU luego del proceso de filtración se pudo obtener para el primer tratamiento una concentración de 0,5 NTU, para el segundo tratamiento 16 NTU y para tercer tratamiento 32 NTU, esto debido a la capacidad de adsorción de los sólidos dispersos y partículas en suspensión presentes en el agua tratada con Carbón

activado lo que mejoró visiblemente la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano. Del mismo modo RODRIGUEZ, S., et al. (2018) en su investigación Diseño de filtro potabilizador ecológico para comunidades rurales utilizando *Moringa oleífera*, consiguieron una eficiencia del 90 % de disminución en el parámetro de turbidez esto debido a que el agua utilizada era de procedencia superficial de ríos los cuales tenían una concentración inicial de 36 NTU además los investigadores utilizaron en su metodología un sistema de filtración ascendente donde se utilizaron diferentes tipos de gravas y carbón de coco.

En la investigación se lograron mejorar exitosamente los parámetros organolépticos como la conductividad eléctrica y los sólidos totales a través del procedimiento de filtración biológica donde los mayores porcentajes de remoción se obtuvieron en el primer tratamiento en un 94 % y 74 % respectivamente además se encontró una relación entre los dos parámetros evaluados ya que el agua posterior al tratamiento redujo considerablemente la cantidad de sales que se encontraban de manera inicial las cuales quedaron atrapadas en las paredes del polvo de semillas de moringa oleífera y carbón activado y en consecuencia al reducirse los sólidos totales la conductividad eléctrica también disminuyó, Así mismo el pH también presentó cambios logrando una reducción de un pH alcalino a uno más neutro, relacionado también con la disminución de la presencia de sales y sólidos en el agua tratada en un tiempo de retención de treinta minutos, estos resultados guardan relación con lo que sostiene MEZA, C., et al., (2016), en su investigación Efectos de la *Moringa Oleífera* en el tratamiento de aguas residuales provenientes del beneficio de café y aguas proveniente del pelado químico de vegetales se utilizaron dosis de polvo de semilla de moringa como floculante en diferentes concentraciones de 5,5 gramos/600 ml en un tiempo de agitación de treinta minutos 0,2 gramos/ml en un tiempo de agitación de quince minutos donde la conductividad eléctrica disminuyó de 3520 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 2690 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los sólidos suspendidos de 6840 mg/L a 24 mg/L, obteniendo de esta manera un mejor porcentaje de remoción que el sulfato de aluminio.

En la investigación se logró remover la Demanda Bioquímica de Oxígeno de una manera efectiva, siendo el primer tratamiento el más óptimo con una reducción de hasta el 99% y consiguiendo una eficiencia del 80% y 50 % para el segundo y tercer tratamiento, por otro lado ESPINAL, (2017) quien en su investigación logró una eficiencia del 56% de remoción de DBO_5 , utilizando carbón activado granular en base a cascara de coco para el tratamiento de aguas residuales domiciliarias, mientras que RUÍZ y ORBEGOZO, (2019), obtuvieron una mayor eficiencia del DBO_5 utilizando carbón activado en polvo derivado también de la cascara de coco, en este estudio se logró remover hasta el 100 % sometiendo al carbón activado a una temperatura de 600°C lo que permitió incrementar el nivel de porosidad del material.

Respecto a los tiempos de retención para los tres tratamientos en los 9 filtros estudiados se observó que los filtros biológicos uno, dos y tres con el tratamiento de 500 gramos de semillas de moringa oleifera y 300 gramos de carbón activado necesitaron 30 minutos para que cayera el primer chorro de agua en comparación a los filtros cuatro, cinco y seis, donde la concentración del medio filtrante es menor con 400 gramos de moringa y 300 gramos de carbón activado solo se necesitaron 20 minutos para obtener la primera gota de agua y a su vez se comprobó el que el tiempo que demora el tratamiento de agua en los filtros siete, ocho y nueve con el tercer tratamiento de 300 gramo de moringa y 300 gramos de carbón activado fue de 10 minutos en referencia con lo encontrado en la investigación de SOLANO, D., et al. (2013) quien en su estudio Diseño, construcción e instalación de un sistema de filtros para pozos artesianos y su uso en el distrito de Villa Trompetero- rio corrientes Loreto, logró procesar en cada uno de los diferentes lechos que contenían el filtro como grava fina, grava gruesa, carbón activado y arena unos 58 Litros por hora de agua y 12684 L/día esto debido a que el investigador implementó un sistema de filtración con un área de $0,0755 \text{ m}^2$ y donde en el diseño del equipo se tomó en cuenta la velocidad de 7 m/hora.

La eficiencia encontrada en los filtros biológicos para los tres tratamientos fue variable por lo que el primer tratamiento obtuvo los resultados más óptimos en remoción de concentración de parámetros microbiológicos y organolépticos con un

97 % de remoción de E. coli, 98 % de remoción de Coliformes totales, 90,3 % de remoción de turbidez y 74,2 % de sólidos totales el segundo y tercer tratamiento también arrojaron resultados que en ciertos casos encajaron dentro de lo establecido por el ECA para concentraciones en el agua de uso y consumo humano así también los resultados que se hallaron referidos a la producción neta de agua purificada por día para cada uno de ellos está estrictamente relacionada a la concentración de medios filtrantes de cada tratamiento siendo así que para el primer tratamiento se pudo obtener 48 L/día de agua procesada, para el segundo tratamiento 57L/día de agua y para el tercer tratamiento 98 L/día de agua, en comparación con lo encontrado en el estudio de PÉREZ, A., et al. (2016), denominado Evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros Lifestraw y Olla Cerámica donde en efecto la turbidez del agua alcanzó un rango de $32,2 \pm 2.8$ UNT en tanto a la E. coli su concentración fue de 3.9×10^4 UFC/ 100 ml, en ambos filtros se logró reducir la turbidez a un rango menor de 2 UNT y se pueden controlar hasta en un 100% los parámetros microbiológicos en una tasa de filtración de 12, 3 y 13, 5 Litros/hora.

VI. CONCLUSIONES

1. En la presente Investigación el filtro biológico utilizando *Moringa oleífera* y carbón activado mejoró significativamente los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en la ciudad de Pachacútec- Ventanilla, siendo los filtros uno, dos y tres con el primer tratamiento los que obtuvieron los resultados más óptimos tanto en remoción y generación de Litros por día para parámetros como DBO5, Sólidos Totales, pH, Turbidez, Conductividad Eléctrica y Oxígeno Disuelto, Mientras que el segundo y tercer tratamiento solo lograron mejorar el pH, Conductividad Eléctrica y Oxígeno Disuelto.
2. Así también representa una gran alternativa para la eliminación de parámetros microbiológicos ya que tanto el primer, segundo y tercer tratamiento en todos los filtros estudiados obtuvieron resultados significativos de remoción hasta en un 97% para *Escherichia coli* así también para los Coliformes Totales se logró una disminución de un 98% de la concentración en el primer tratamiento mientras que en el segundo y tercer tratamiento se removió el 91,90 % de la concentración inicial en las aguas de subsuelo con fines de consumo humano.
3. Lo expuesto anteriormente permite concluir que el estudio mejoró la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano luego de utilizar el filtro biológico con *Moringa oleífera* y Carbón Activado con los diferentes tratamientos seleccionados en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, es por esta razón que representa una alternativa de solución con ventajas económicas, ambientales y sociales que lograrán mejorar las características fisicoquímicas y microbiológicas del recurso hídrico.

VII. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la relevancia que presenta la investigación y en función a los resultados obtenidos, se sugieren las siguientes recomendaciones

- Considerar otros parámetros de control obligatorio referidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano tales como cloruros, color, dureza total, Coliformes termotolerantes, entre otros.
- Determinar el tiempo de vida de los filtros en relación a la duración y eficiencia por tiempo de uso.
- Determinar nuevas concentraciones del medio filtrante que permitan obtener resultados con mejores características físicas, químicas y microbiológicas en el agua estudiada.
- Realizar pruebas de filtración en aguas con diferente procedencia como aguas negras, grises, residuales, duras, entre otras, con el fin de conocer su eficiencia en el tratamiento de aguas con diferentes características y origen.

REFERENCIAS

- ALSULAILI, Abdalrahman, AL-HARBI, Meshari, ELSAYED, khalad. The influence of household filter types on quality of drinking wáter. *Institution of Chemical Engineers*, 143: 204-211, 04 de Julio de 2020. 10.1016/j.psep.2020.06.051
- ARANGO, Álvaro. La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua. *Revista Lasallista de Investigación*, 1 (2): 61-66, Febrero de 2014. www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/695/69510210/1, ISSN: 1794 - 4449
- ARNAL, Juan, FERNANDEZ, Sancho y VERDÚ, Martín. Diseño de una instalación de membrana para la potabilización de agua y su aplicación a países del Tercer mundo. *Revista Elsevier Science*, 137, (1-3): 63-69, Mayo de 2016. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(01\)00205-3](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(01)00205-3)
- BACA, A., MARTINEZ, V., SEGOVIA, N., ITURBE, M., ARMIENTA, J., SEIDEL, L. Calidad de agua de manantiales y pozos que se utilizan para consumo en la región del volcán Jocotitlan. *Revista Scielo*, 53 (4), Agosto de 2017. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/32/032/32032412.pdf?r=1&r=1
- BAIG, SA., MAHMOOD, Q., NAWAB, B., SHAFQAT, MN., Y PEREZ, A. Mejora de la calidad del agua potable mediante el uso de biomasa vegetal a través del filtro de bioarena del hogar: un enfoque descentralizado. *Revista Elsevier*, 31 (11):1842-1848, Noviembre de 2011 [Fecha de consulta: 3 de Mayo de 2019] Disponible en: 10.1016/j.ecoleng.2011.06.011
- BASTIDAS, Marlon, BUELVAS, Lona, MARQUEZ, María, RODRIGUEZ, Kelly. Producción de carbón activado a partir de precursores Carbonosos del departamento de Cesar, Colombia. *Revista SciELO*, 21 (3): 87-96, Noviembre del 2010. 10.1612/inf.tecnol.4289it.09
ISSN: 0718-0764
- NORDMARK, Brittany,
• BECHTEL, Toni, RILEY, Jhon, VELEGOL, Darrell, VELEGOL, Stephanie, PRZYBYCIEN, Todd, TILTON, Robert. Moringa oleifera seed protein adsorption to silica: Effects of wáter hardness, fractinaonation, and fatty Acid

extraction. *American Chemical Society*. 34(16): 4852-4860, Marzo de 2018. doi.org/10.1021/acs.langmuir.8b00191

- BOUTILIER , Michael., LEE, Jongho, CHAMBERS, Valery, VENKATESH, Varsha y KARNIK, Rohit.. Water filtration using plan xylem. *Revista PLOS ONE*. 9(2), 26 de Febrero de 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089934>
- CARCAMO, Víctor. Evaluación del crecimiento de *Pinus radiata* en suelos compactados, Valdivia. Tesis (Título Ingeniero Agrónomo). [En línea]. Santiago de Chile: Universidad Austral de Chile, 2006. [Fecha de consulta: 28 de Abril de 2019] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fifc265e/doc/fifc265e.pdf>
- CARILLO, Elisa, LOZANO, Aurora. Validación del método de detección de Coliformes Totales y fecales en agua potable utilizando agar CHROMOCULT. Tesis (Título en Microbiología Industrial). [En línea]. Bogotá: Pontificia Universidad de Javeriana, 2008. [Fecha de consulta: 17 de Agosto de 2020] Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>
- CHOAT, Brendan, BALL, Marilyn, LULY, Jon y HOLTUM, Joseph. Cavity induced by water stress and membrane porosity in four species of trees in a dry forest. *Revista Plant Physiology*. 131 (1): 41- 48, Enero de 2003 <https://doi.org/10.1104/pp.014>
- CONAFOR. *Schinus molle* L. Comisión Nacional Forestal. [En línea]. 1.^{ra} ed. México DF: Comisión Nacional Forestal 2012. [Fecha de consulta: 1 de Mayo de 2019.] Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1000Schinus%20molle.pdf>
- DEL ANGEL, María. Contribución al estudio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Tesis (Maestría en Ingeniería Ambiental) [En línea]. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León, 1994. [Fecha de consulta: 16 de Agosto del 2020] Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/7204/1/1020091184.PDF>

- ESPINO, Susana y SCHENK, Jochen. Atención a las burbujas: Lograr mediciones estables de la Máxima conductividad hidráulica a través de muestras de plantas leñosas. *Journal Experimental Botani*. 62 (3):1119-1132, Enero de 2011. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq338>
- ESPINAL, Gilbert. Eficiencia del carbón ativado a base de ásara de coco en el tratamiento de aguas residuales domésticas en AA.HH. 10 de Octubre, Distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, 2017. Tesis (Ingeniería ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22568/ESPINAL_HG.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- FITRIATI, U., NI'MAH, L., y SURYANI, A. Filtración de agua de rio con tronco de coco fresco. *Revista American Institute of Physics*. 1977 (1):1-8, Marzo de 2018, DOI 10.1063/1.5043009
- FOISAL, Javed., FOTEDAR, Ravi, GUPTA, Kumar. Los filtros de bola biológicos regulan las comunidades bacterianas en el sistema de cultivo marrón (*Cherax cainii*). *Revista Cartas en microbiología aplicada*. 68 (5):455-463, Febrero de 2019. DOI 10.1111 / lam.13125
- FOLKAR, Geoff, SUTHERLAND. Jhon. Moringa Oleifera un árbol con enormes cualidades. *Revista de Ingeniería de la Universidad Leicester*, 8 (3): 5-8, Febrero de 1996. <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>
- GARCIA, Norma, VILLANUEVA, Paola, CAMPOS, Eduardo y VELÁZQUEZ, Alma. Análisis de adsorción como método de pulimiento en el tratamiento de aguas residuales. *Revista Quivera*. 14(1): 109-129, Enero de 2012. doi.org/10.1371/journal.pone.0089934
ISSN: 1404-8626
- GONZÁLES, Arturo, MARTÍN, Alejandra y FIGEROA, Rosario. Tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo humano.[En línea] Jiutepec: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2005.[Fecha de consulta: 20 de abril de 2019] Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/mexicon/R-0060.pdf>.
- GONZÁLEZ, Francisco. Un estudio transversal de *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) Revisión. *Sevilla: Universidad de Sevilla, departamento de*

Biología Vegetal y ecología, 34(1), Mayo de
https://www.researchgate.net/publication/327601207_Estudio_transversal_de_Moringa_oleifera_Lam_Moringaceae_Revision.

- HIGUERA, Oscar y ARROYAVE, Juan. Diseño de un biofiltro para reducir el índice de contaminación por cromo generado en las industrias del curtido de cueros. *Revista DYNA*. 76 (5) :107-119 2346-2183, Diciembre de 2009. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n160/a10v76n160.pdf>
ISSN: 0012-7353
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. Formas de acceso al agua y saneamiento básico.[En línea]. Lima: Instituto Nacional de estadística e informática, 2018. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2019] Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo_Tecnologias_de_tratamiento_y_desinfeccion_de_agua_para_uso_y_consumo_humano/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf.
- HERNANDEZ, Santiago, CAWICH, Niguelie, LEJARZA, Marisol, GONZALES, Clara. Eficacia de la semilla de Moringa oleifera en el aclaramiento del agua. *Revista Universidad y Ciencia*, 9 (14), Abril de 2016. <https://doi.org/10.5377/uyc.v9i14.4557>
- JIMÉNEZ, Esteban y VILLEGAS, Ana. Diseño de un sistema de biofiltración para la remoción de Estireno. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquía (EIA)*,19(3):9-20, Junio de 2015
<http://www.redalyc.org/pdf/1492/149217448001.pdf> ISSN: 1794-1237
- JIMÉNEZ, Rosa. Metodología de la Investigación: Elementos básicos para la investigación clínica.[En línea].La Habana:Centro Nacional de información de ciencias médicas de Cuba, 1998.[Fecha de consulta: 21 de Abril de 2019]. Disponible en :
http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bioestadistica/metodologia_de_la_investigacion_1998.pdf.
- LUNA, Donaciano, GONZALES, Armando, GORDON, Manuel, MARTIN, Nancy. Obtención de carbón activado a partir de la cascara de coco. *Universidad Autonoma de Mexico*, 64: 39-48, Diciembre de 2007
http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon_v2.pdf

- MACEDO, Jack. Inventario de la entomofauna asociada a Ficus Benjamina y Ficus microcarpa L.f (Urticales:Moraceae) en la provincia de Lima. Tesis (Título en Ingeniería forestal y ambiental).[En línea] Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.[Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019] Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3509/Macedo%20Alarc%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- MADAENI, S. La aplicación de la tecnología de membrana para a desinfección del agua. *Revista Elsevier Science*. 33 (2): 301-308, Febrero de 2015. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00212-7)
- MAHAMADOU, Abdoul, MAROTO, Luis, CHEA, Annarella. Propiedades fungicidas, bactericida y aglutinante de las semillas de Moringa oleifera Lam. [En línea]. Universidad Centra “ Marta Abreu”, 2014.[Fecha de consulta: 2 de Octubre de 2019] Disponible: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/726?show=full>
- MEZA, Carlos, GUTIERREZ, Madeleine, MONTES, Consuelo, PAZ, Juan. Efecto de la Moringa Oleifera en el tratamiento de aguas residuales en el Cauca, Colombia. *Revista SciELO*, 14(2):100-109, Julio de 2016. 10.18684/BSAA(14)100-109
- MINISTERIO DE SALUD. Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano. [En línea] 1^{ra} ed. Lima: Directorio General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, 2011. [Fecha de consulta: 16 de Agosto del 2020]. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/webftp.asp?ruta=normaslegales/2010/DS031-2010-SA.pd>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Lima: MINAM, 2017. [Fecha de consulta: 12 de Diciembre del 2020]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- NGUYEN, Phuoc, LE, Thanh do, NGUYEN, Nhat, TRAN, Kim, NGUYEN Minh, HUYNH, Khanh. Reducing disinfection byproduct precursor san chlorine consuming substances by a special integration of biofiltration and ozonation: A

pilot study. *Journal of Water Process Engineering*, Vol. 37, 07 de Julio de 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101419>

- OCASIO, Santiago. Evaluación de calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. Tesis (Bachiller en Ingeniería Química). [En línea]. San Juan: Universidad Metropolitana de Puerto Rico. [Fecha de consulta: 4 de Mayo de 2019] Disponible: http://www.anagmendez.net/umet/pdf/biblioteca_tesisamb_ocasiosantiagof2008.pdf
- OMS. Guías para la calidad de agua potable. [En línea]. 3^{ra} ed. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2006. [Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2019]. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf. ISBN: 92 4 154696 4
- ORDOÑEZ, J y CASAVARDE, M. Aguas subterráneas- acuíferos. [En línea] 1^{ra} ed. Lima: Sociedad geográfica, 2011. [Fecha de consulta: 1 de Mayo de 2019] Disponible en: www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneeas.pdf ISBN: 978-9972-602-78-8
- PAYNE, E., PHAM, T. COOK, P., FLETCHER, T., HATT, B., DELETIC, A. Diseño de un biofiltro para la eliminación efectiva de nitrógeno de las aguas pluviales: Influencia de las especies de plantas, hidrología de entrada y uso de una zona saturada. *Revista Science and Technology*, 69(6): 1312-1319, Diciembre de 2014. 10.2166/wst.2014.013
- PEREZ, A, SANCHEZ, Tania, ARMENGOL, Naida, REYES. Características y potencialidades de Moringa oleífera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Revista SciELO*, 33(4), Diciembre de 2010. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000400001 ISSN: 0864-0394
- PÉREZ, Andrea, DIAZ, Jaime, SALAMANCA, Karen, ROJAS, Leidy. Evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros

Lifestraw y Olla Cerámica. *Revista de Salud Pública*. 18 (2), Marzo- Abril 2016. <http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v18n2.48712>

- RAMIREZ, Ingrid y MUÑOZ, Efrén. Adsorbentes y materiales utilizados para la filtración y reducción de contaminantes en aguas potables. *Revista Ciencia, Innovación y Tecnología*, 3(2), Septiembre de 2017. <https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/rciyt/article/download/74/70/>.
- RUIZ, Lenin y ORBEGOSO, Kristill. Eficiencia del carbón activado obtenido a partir del endocarpo de “coco” (*Cocus nucifera*) y semilla de “aguaje” (*Mauritia flexuosa*), en la remoción de la DBO₅ de las aguas residuales domésticas en el distrito de Habana-Moyobamba. Tesis (Título en Ingeniería Sanitaria). [En línea]. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín. Disponible: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3345/SANITARIA%20-%20Lenin%20Ruiz%20Valles%20%26%20Kristill%20Yliany%20Orbegoso%20Alvarez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ROBLES, Pilar y ROJAS, Manuela. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Nebrija de Lingüística*, 2015. https://www.nebrija.com/revista-linguistica/files/articulosPDF/articulo_55002aca89c37.pdf
- RODRIGUEZ, Josué, ORTIZ, Doménica, RODRIGUEZ, Esther, SANTOS, Eduardo. Diseño de un filtro ecológico para comunidades rurales, utilizando Moringa Oleífera. *Revista Lasallistas de Investigación*, 15 (2):118-130, 2018. [10.22507/rli.v15n2a9](https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a9)
- SÁENZ, Manuel. Evaluación económica para la obtención de Alimento balanceado en pelets incorporando moringa (Moringa oleífera Lam) como fuente de proteína. Tesis (Título en Médico Veterinario Zootecnista). [En línea]. Universidad autónoma agraria. [Fecha de consulta: 12 de Diciembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8354/PEDRO%20MANUEL%20SAENZ%20RIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SOLANO, Dante, MORI, Julio y OJEDA, Stephano. Diseño, construcción e instalación de un sistema de filtros para pozos artesiano y su uso en el distrito de Villa Trompeteros- Riocorrientes-Loreto. Tesis (Título en Ingeniería

Química). [En línea]. Iquito: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2013.[Fecha de consulta: 17 de Abril de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4242/TESIS%20CONCLUIDA-PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- SOSA, D. Uso de astillas de madera de Mezquite (*Prosopis*) en un sistema de biofiltros para tratar aguas residuales municipales. [En línea] México DF: Instituto Politécnico Nacional. 2015, [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2019] Disponible en: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/22018>
- SSUNAS. Nuevo régimen especial de monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas a cargo de las EPS: Metodología criterios técnico- económicos y procedimiento para determinar la tarifa. [En línea] Lima: Superintendencia Nacional de servicios de saneamiento, 2017[Fecha de consulta: 20 de Junio de 2019] Disponible en http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/metodologia_aguas_subterraneas2.pdf
- SEDAPAL. Memoria Anual. [En línea], Lima: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2014. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2019] Disponible en: http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=168511de-1118-4df0-9c63-85588583f209&groupId=1593749
- TORRES, Camilo, GARCIA, Cesar, GARCIA, Juan, GARCIA, Maria, PACHECO, Robinson. Safe water for rural communities from an alternative filtration system. *Revista de Salud Pública*, 19 (4), 12 de Mayo del 2017. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n4>.
- VELÁZQUEZ, Minerva; ESCALANTE, Ignacio; BAUTISTA, Rosalba; JIMÉNEZ, María. Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): usos potenciales en la agricultura, industria y medicina. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 22 (2): 65-116, Junio de 2016. 10.5154/r.rchsh.2015.07.018
- VELAZQUEZ, A., BOLAÑOZ, E. y PLIEGO, Y. Optimización de la producción de carbón activado a partir de bambú. *Revista SciELO*. 9 (3), Agosto de 2010, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382010000300010

- ZHANG, Jien, MEI, Ning, LIU, Meng, YE, Xue, LI, Dong. Effect of filter speed and water quality on ammonia removal in groundwater containing iron, manganese, and ammonia at low temperature. Beijing: Huan jing ke xue. *Revista* 41(3): 1236-1245, 08 de Marzo del 2020. 10.13227/j.hjkx.201909268
- ZAPPIAL, L., WARTON, B., ALESSANDRINO, M., SCOTT, D., WYLIE, T., HEITZ, A., HILLER, B., MASTERS, D., NOLAN P., THIEL, P., KAGI, R. Pruebas a escala piloto de tratamiento posterior de biofiltro del agua trata con MIEX. *Journal of Water Supply*. 56 (4): 217-232, Junio de 2017. 10.2166/aqua.2007.004

ANEXO

Anexo N° 1 Fichas de recolección de datos

Anexo N° 1.1 Ficha de cadena de custodia para muestreo de agua

CADENA DE CUSTODIA - MUESTREO DE AGUA																	
RESPONSABLE		Angella Bertolotti Ochavano					NOMBRE DEL PROYECTO: Estudio Post prueba de la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano										
FECHA		20-09-20															
HORA DE INICIO		13:00 pm					TIPO DE AGUA		SUBSUELO			ENVASE					
LUGAR DE MUESTREO		Ciudad de Pachacútec - Ventanilla										P		V			
ITEM	ESTACIÓN	COORD. UTM	COD. DE LA MUESTRA	FECHA	HORA	MATRIZ	BIOLÓGICOS		FISICOQUÍMICOS								OBSERVACIÓN
							COLIFORMES TOTALES	E. COLI	p.H	O.D	C.E	°C	STD	TURBIDEZ	DBO		
1	W-P02-09-20	N: 8506555 E: 0177322	15295	20-09-20	13:00	Agua	✓	✓	7.42	8.21	110	20.8	✓	✓	✓	AH: agua para uso y consumo	
2	W-P03-09-20	N: 8506555 E: 0177322	15296	20-09-20	13:20	Agua	✓	✓	7.73	8.02	170	20.8	✓	✓	✓		
3	W-P04-09-20	N: 8506555 E: 0177322	15297	20-09-20	13:45	Agua	✓	✓	8.01	7.96	220	20.8	✓	✓	✓		
4	W-P05-10-20	N: 8506556 E: 0177323	17432	02-10-20	09:30	Agua	✓	✓	7.51	8.4	115	20.3	✓	✓	✓		
5	W-P06-10-20	N: 8506556 E: 0177323	17433	02-10-20	10:00	Agua	✓	✓	7.69	8.05	166.2	20.3	✓	✓	✓		
6	W-P07-10-20	N: 8506556 E: 0177323	17434	02-10-20	10:30	Agua	✓	✓	8.2	7.99	233	20.3	✓	✓	✓		
7	W-P08-10-20	N: 8506557 E: 0177324	18216	06-10-20	11:00	Agua	✓	✓	7.47	8.61	109.4	21.0	✓	✓	✓		
8	W-P09-10-20	N: 8506557 E: 0177324	18217	06-10-20	11:35	Agua	✓	✓	7.70	8.02	168.5	21.0	✓	✓	✓		
9	W-P10-10-20	N: 8506557 E: 0177324	18218	06-10-20	12:00	Agua	✓	✓	7.90	7.89	237	21.0	✓	✓	✓		

TRANSPORTE DE LA MUESTRA	HORA	FECHA
SALIDA DEL TERRENO	2:40 pm	20-09-20
LLEGADA AL LABORATORIO	9:00 am	21-09-20

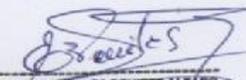
TIPO	PUNTUAL	COMPUESTO
MUESTREO	✓	

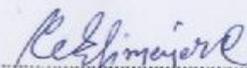
EQUIPOS	Multiparámetro
NOMBRE	HACH HA 40d
NSS	12110008035

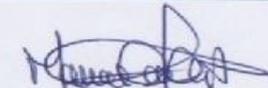
Anexo N° 1.2. Ficha: Uso de Filtro Biológico

Anexo N° 1.2. Ficha: Uso de Filtro Biológico

FICHA USO DE FILTRO BIOLÓGICO											
RESPONSABLE:							FECHA:		HORA:		
ITEM	FILTRO	DIMENSIONES DEL FILTRO				DIÁMETRO	CONCENTRACIÓN DE ADSORBENTES		TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRAULICA (MIN)	EFICIENCIA	
		ALTURA		VOLUMEN			SEMILLA DE MORINGA	CARBÓN ACTIVADO		LITROS/DIA	REMOCIÓN
		EXTERNA	INTERNA	EXTERNO	INTERNO						
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											


 ELMER GONZALES BENITES ALFARÓ
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CIP N° 71998

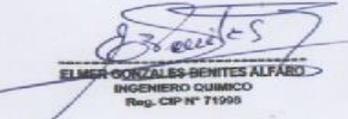

 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

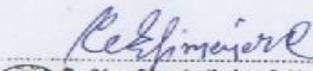

 FIP: 55149

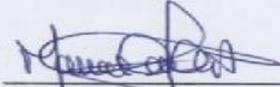
Anexo N° 1.3. Ficha: Comparación de concentraciones de muestras de agua

Anexo N° 1.3. Ficha: Comparación de concentraciones de muestras de agua

CONCENTRACIÓN PRE Y POST PRUEBA DE LAS MUESTRAS												
RESPONSABLE											UNIDAD	
PARAMETROS		PRE. PRUEBA	FILTRO 1	FILTRO 2	FILTRO 3	FILTRO 4	FILTRO 5	FILTRO 6	FILTRO 7	FILTRO 8		FILTRO 9
MICROBIOLÓGICO	COLIFORMES TOTALES											
	E. COLI											
FISICO-QUÍMICOS	pH											
	O.D											
	C.E											
	TEMPERATURA											
	TURBIDEZ											
	STD											
	DBO ₅											


 ELMER CORZALES BENITES ALFARO
 INGENIERO QUIMICO
 Reg. CIP N° 71998


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355


 CIP: 55149

Anexo N° 1.3. Ficha: Comparación de concentraciones de muestras de agua

CONCENTRACIÓN PRE Y POST PRUEBA DE LAS MUESTRAS												
RESPONSABLE		Angella Berzoinetti Schavano										UNIDAD
PARAMETROS		PRE. PRUEBA	FILTRO 1	FILTRO 2	FILTRO 3	FILTRO 4	FILTRO 5	FILTRO 6	FILTRO 7	FILTRO 8	FILTRO 9	
MICROBIOLÓGICO	COLIFORMES TOTALES	62	21.0	21.0	21.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.2	5.0	UFC/100 mL
	E. COLI	48.6	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	UFC/100 mL
FISICO-QUÍMICOS	pH	9.3	7.42	7.51	7.47	7.73	7.69	7.70	8.01	8.2	7.90	Unidades de PH
	O.D	6.86	8.21	8.4	8.61	8.02	8.05	8.02	7.96	7.99	7.89	mg/L
	C.E	2020.76	110.0	115	109.4	170	166.2	168.5	220	233	237	µS/cm
	TEMPERATURA	20.6	20.8	20.3	21.0	20.8	20.3	21.0	20.8	20.3	21	°C
	TURBIDEZ	54	0.70	0.5	0.59	8.80	8.3	8.67	36	32.4	31.02	UNT
	STD	2,798	726	715	721	1,828	1,874	1,853	2,190	2,174	2,142	mg/L
	DBO ₅	210.2	22.0	22.0	22.1	42.2	39.1	43.4	103.8	105.2	101.5	mg/L

Anexo N° 2. Matriz de consistencia

<p>PG: ¿De qué manera el filtro biológico utilizando <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado mejora la calidad del agua en el agua subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020?</p>	<p>O.G: Mejorar la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano luego de utilizar el filtro biológico con <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020.</p>	<p>HI.G: El filtro biológico utilizando <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado mejorará la calidad en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla 2020.</p>	V1: Filtro Biológico	<p>Características físicas de filtro</p>	Altura	cm
					ancho	cm
					Volumen	mL
<p>Concentración de Adsorbente</p>	Semilla de moringa	g				
	Carbón Activado	g				
<p>Tiempo de retención del filtro</p>	Tiempo	minutos				
<p>Eficiencia</p>	Litros / día	L/hora				
	Remoción (%)	(Ci-Cf/Ci)(100)				
<p>Parámetros Microbiológicos</p>	Escherichia coli	UFC/100mL				
	Coliformes Totales	UFC/100mL				
V2: Mejora de calidad en el agua de subsuelo	<p>OG₁: Mejorar los parámetros físico-químicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano luego de utilizar el filtro biológico utilizando <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020.</p>	<p>HI₁: Reducir los parámetros microbiológicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano a través del filtro biológico utilizando <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020.</p>	<p>Propiedades Físico-químicas</p>	Potencial Hidrógeno	unidad de potencial Hidrogeno	
				DBO ₅	mg/L	
				Oxígeno Disuelto	mg/L	
				Sólidos Totales	mg/L	
				Turbidez	NTU	
				Conductividad eléctrica	µS/cm	
Temperatura	°C					
<p>PE₁: ¿De qué manera el filtro biológico utilizando <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado, reduce los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020?</p>	<p>OG₂: Reducir los parámetros microbiológicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano a través del filtro biológico utilizando <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020.</p>	<p>HI₂: El filtro biológico utilizando <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla 2020, reducirá los parámetros microbiológicos en el agua de subsuelo con fines de consumo humano en un 90%</p>				
<p>PE₂: ¿De qué manera el filtro biológico utilizando <i>Moringa</i> oleifera y Carbón Activado, mejora los parámetros físico-químicos del agua de subsuelo con fines de consumo humano en la Ciudad de Pachacútec en Ventanilla, 2020?</p>						

Anexo N° 3. Validación de instrumento

Anexo N° 3.1 Primer especialista



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: MARIA DEL CARMEN AYLAS HUMAREDA
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCY
 1.3. Especialidad o línea de investigación: LINIA GEOGRAFIA
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: CADENA DE CUSTODIA
 1.5. Autor(A) de Instrumento: ANGELIA BERTOLINI OCHAVINO

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 formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	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	La estrategia responde 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
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

98 %

Lima, 07 JUNIO del 2019

[Firma]
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DP: 55149

DNI No. 07733045 Telf: 990-127799

Anexo N° 3.2. Primer especialista



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

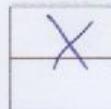
- 1.1. Apellidos y Nombres: MARÍA DEL CARMEN AYLA HUMABEDA
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: FGS GEOGRAFIA
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha Comparación de concentración inicial y final
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Angella Beriolotti Ochavero

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 formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	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	La estrategia responde 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
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

99 %

Lima, 07 de JUNIO del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 55149

DNI No. 87321119 Tel: 99012799

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: MARÍA DEL CARMEN AYLAS HUMAREDA
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCY
 1.3. Especialidad o línea de investigación: ING. GEOGRAFIA
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA: USO DEL FILTRO BIOLÓGICO
 1.5. Autor(A) de Instrumento: ANGELA BERTDIOM OCHAVANO

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 formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	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	La estrategia responde 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
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

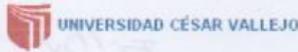
98.5 %

Lima, 07 Junio del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 55149

DNI No: 07733045 Telf: 990127794

Anexo N° 3.4. Segundo especialista



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Banites Alfaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico - Dr. en Ing. Ambiental - Metodólogo
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Uso del filtro biológico
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Berfolotti Ochavano Angelita

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 formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												Y	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												Y	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											Y		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde 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.												Y	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, 06/06 del 2019

FIRMA DEL EXPERTO EVALUADOR

Elmer González Benites
 DNI N° 70100000
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CP N° 1099

Anexo N° 3.5. Segundo especialista



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Bentes Alfonso Elvies
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería - Dr (c) Ing. Ambiental - Metodología
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de Custodia
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Bertolotti Ochaviano Angella

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 formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y 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. INTENCIONALIDAD	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	La estrategia responde 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
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI
NO

95 %

Lima, 06/06 del 2019

FIRMA DEL EVALUADOR INSTRUMENTO
 ALFONSO BENTES ALFARO
 INGENIERO QUIMICO
 DNI No. 71998 elif.....

Anexo N° 3.7. Tercer especialista



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE TC
 1.3. Especialidad o línea de investigación: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: UJO DEL FILTRO BIOLÓGICO
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Angella Bertolotti Ochoyano

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 formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI
-

91.5 %



César Jiménez
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima, 06 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....

DNI No..... Telf:.....

Anexo N° 3.8. Tercer especialista



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CESAR EDUARDO JIMÉNEZ CALDERÓN
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE TC
 1.3. Especialidad o línea de investigación: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MUAL E FINAL
 1.5. Autor(A) de Instrumento: ANGELA BERTIOTTI CASHUANO

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 formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI
-

92.5 %

Dr. Cesar Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima, 06 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....
 DNI No..... Telf:.....

ANEXO N° 3.9. Tercer Especialista



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE FC
 1.3. Especialidad o línea de investigación: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: cadena de custodia
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Angella Bertolotti Ochoaño

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 formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

Si
-

91.5 %

César Jiménez
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima, 08 de Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....
 DNI No..... Telf:.....

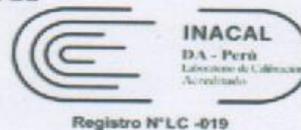
**ANEXO N° 4. Certificado de calibración del equipo Multiparametro
Anexo N°4.1. Calibración sensor Conductividad Electrica**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA
CON REGISTRO N° LC- 019

Certificado de Calibración

LA-024-2020



Pág. 1 de 1

- 1 **Cliente** : START SOLUTIONS E.I.R.L
- 2 **Dirección** : Av.Canta Callao Urb. La Virreyna Mz E Lt 18 - SMP
- 3 **Datos del Instrumento**
 - . Instrumento de medición : Medidor de Conductividad* . N° de serie del instrumento : 12110008035
 - . Marca : HACH . N° de serie de sonda : 142272588008
 - . Modelo : HQ40d . Intervalo de Indicación : 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm
 - . Identificación : ISub-SS01 . Resolución : 0,1 uS/cm -1uS/cm -0,01mS/cm
- 4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 **Fecha de calibración** : 2020-01-20
- 6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad específica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	27,2	47,9
Final	26,9	47,4

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 98,6 uS/cm	G-GP-S-04.26	CC16134	2020-06-07
MRC 1410 uS/cm	G-GP-S-05.24	CC16108	2020-05-31
MRC 9968 uS/cm	G-GP-S-07.21	CC16153	2020-06-12

9 **Resultados de medición**

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
100,5 uS/cm	98,6 uS/cm	1,9 uS/cm	2,3 uS/cm
1411 uS/cm	1410 uS/cm	1 uS/cm	7 uS/cm
9,92 mS/cm	9,97 mS/cm	-0,05 mS/cm	0,06 mS/cm

10 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
 - b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: $\pm (0,5\% \text{ de la lectura})$
* La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multiparametro.
- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
 - Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
 - Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
 - La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
 - Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2020-01-27

Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA DE ACUERDO A LA LEY N° 27308 LEY DE FIRMAS Y ESPESADOS DIGITALES.

FO-[LC-PR-01]-03

Av. Aviación 4210 - Surquillo

Central: 560-6134 / 273-3550

www.greengroup.com.pe

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

Certificado de Calibración

LA-025-2020

Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : START SOLUTIONS E.I.R.L.
- 2 Dirección : Av. Santa Callao Urb. La Virreyna Mz E Lt 18 - SMP
- 3 Datos del Instrumento
- Instrumento de medición : Termómetro digital
- Marca : HACH
- Modelo : HQ40d
- Identificación : Multi-SS01
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2020-01-20
- 6 Método de calibración

- N° de serie del instrumento : 12110009035
- N° de serie de sensor : Termistor
- Intervalo de indicación : -10,0 °C a 110,0 °C
- Resolución : 0,1 °C

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

7 Condiciones Ambientales

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	25,5	50,6
Final	25,7	47,2

8 Trazabilidad

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-441-2020 INACAL/DM	2020-08-22
	GGP-26	LT-417-2020 INACAL/DM	2020-08-09

9 Resultados de medición

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
0,00	0,2	-0,20	0,06
15,03	15,2	-0,17	0,10
25,02	25,2	-0,18	0,09

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 Observaciones

- a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 6,5 cm
- b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 7 minutos.
- c) La precisión del instrumento es $\pm 0,4$ °C
- * La calibración del termómetro digital se realizó en la sonda de conductividad en el Multiparámetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2020-01-27



Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (PÁGINA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03

- 1 **Cliente** : START SOLUTIONS E.I.R.L.
- 2 **Dirección** : Av. Santa Callao Urb. La Virreyna Mz E Lt 18 - SMP
- 3 **Datos del Instrumento :**
- | | | | |
|--------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------|
| .Instrumento de Medición | : Medidor de oxígeno * | .N° de serie del Instrumento | : 12110008035 |
| .Marca | : HACH | .N° de serie de la sonda | : 150302597004 |
| .Modelo | : HQ40d | .Alcance | : 0.00 mg/L a 20.00 mg/L |
| .Identificación | : Multi-SS01 | .Resolución | : 0.01 mg/L |
- 4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 **Fecha de calibración** : 2020-01-20
- 6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto - Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%hr)	Presión (mbar)
Inicial	25.1	53.4	996.9
Final	25.2	50.4	997.0

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	N° Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13.8	12607	2020-07-07
Barómetro	GGP-02	LFP-227-2020	2020-07-04

9 **Resultados de Medición**

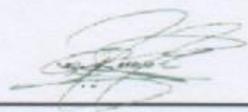
Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0.00	0.04	0.04	0.01
8.40	8.27	-0.13	0.01

10 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
- b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± (0,1 mg/L para 0 mg/L a 8,0 mg/L; 0,2 mg/L para más de 8,0 mg/L) (*) Medidor perteneciente al multiparámetro.
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
 - Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor de oxígeno disuelto, en el momento de la calibración.
 - Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
 - El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
 - La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.

Fecha de emisión

2020-01-27



Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

Certificado de Calibración

LA-023-2020

Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : START SOLUTIONS E.I.R.L.
- 2 Dirección : Av. Santa Callao Urb. La Virreyna Mz E Lt 18 - SLP
- 3 Datos del Instrumento
- | | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de pH | . N° de serie del Instrumento | : 12110008035 |
| . Marca | : HACH | . N° de serie sonda | : 132042567007 |
| . Modelo | : HQ40d | . Intervalo de indicación | : 2,00 pH a 14,00 pH |
| . Identificación | : Multi-SS01 | . Resolución | : 0,01 pH |
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2020-01-20
- 6 Método de calibración.

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INDECOPI.

7 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	26,8	46,6
Final	25,9	46,2

8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.18	CC523997	2020-10-12
MRC pH 7	GGP-S-02.20	CC506435	2020-06-26
MRC pH 10	GGP-S-03.19	CC519894	2020-09-16

9 Resultados de medición

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,02	4,002	0,018	0,016
7,03	7,001	0,029	0,013
10,01	10,008	0,002	0,016

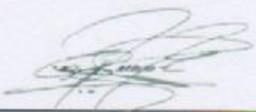
10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
- b) El coeficiente de correlación obtenido es: 1,000
- c) El error máximo permisible considerado, tomando como referencia: IUPAC Recommendations 2002 "Measurement of pH, Definition, Standards, and Procedures", es: ± pH 0,03
- * La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de emisión

2020-01-27



Enzo Barrera Zavala
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

ANEXO N° 5. Certificados de Laboratorio Acreditado ALAB



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4719

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ANGELLA FABRIZIA BERTOLOTTIOCHAVANO
2.-DIRECCIÓN	: JR. MEZZA MEDRANO 545 PISO 2 URB. SAN GERMAN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
3.-PROYECTO	: ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CALIDAD EN EL AGUA DE SUBSUELO CON FINES DE CONSUMO HUMANO
4.-PROCEDENCIA	: PACHACUTEC - VENTANILLA - CALLAO
5.-SOLICITANTE	: ANGELLA FABRIZIA BERTOLOTTIOCHAVANO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1638
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-10-02

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-09-21
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020 09-21 al 2020-10-02

Yani Aurelia Morales Huamani

Ing. Químico

Jefe de Laboratorio

CIP: 135922

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L

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

Prolongación Zanumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao

Telf. +51 453 1389 / 717 0636

www.alab.com.pe

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4719**III.-METODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliforme Total (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 B, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Escherichia coli (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 H, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Partitioning E. coli from MF Total Coliform using EC-MUG Broth.
Sólidos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Solids Dried at 103-105°C
Turbidez (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

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

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4719

IV. RESULTADOS

ITEM			1
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-20-15300
CÓDIGO DEL CLIENTE:			W-PACH-01
COORDENADAS:			E: 0177199
UTM WGS 84:			N: 8506792
PRODUCTO:			AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB PRODUCTO:			BEBIDA (AGUA POTABLE)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA
MUESTREO			FECHA: 2020-09-19
			HORA: 12:00
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS
Coliforme Total (UFC/100mL)	UFC/100mL	1.0	62.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	2.0	210.2
Escherichia coli (UFC/100mL)	UFC/100mL	1.0	48.6
Sólidos Totales (*)	mg Total Solids/L	5	2,798
Turbidez (*)	NTU	0.01	54.00

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " \leq "= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " \leq "= Menor que el L.D.M.

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4717

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ANGELLA FABRIZIA BERLOTTIOCHAVANO
2.-DIRECCIÓN	: JR. MEZZA MEDRANO 545 PISO 2 URB. SAN GERMAN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
3.-PROYECTO	: ESTUDIO POST PRUEBA DE LA CALIDAD EN EL AGUA DE SUBSUELO CON FINES DE CONSUMO HUMANO
4.-PROCEDENCIA	: MZ 5 LT 10/ URB. EL MIRADOR NUEVO PACHACUTEC - DISTRITO DE VENTANILLA - CALLAO
5.-SOLICITANTE	: ANGELLA FABRIZIA BERLOTTIOCHAVANO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1639
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-10-01

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-09-21
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020 09-21 al 2020-10-01



Yaní Aurelia Morales Huamaní

Ing. Químico

Jefe de Laboratorio

CIP: 135922

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4717**III.-METODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliforme Total (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 B, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Escherichia coli (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 H, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Partitioning E. coli from MF Total Coliform using EC-MJUG Broth.
Sólidos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Solids Dried at 103-105°C
Turbidez (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4717

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-20-15295	M-20-15296	M-20-15297
CÓDIGO DEL CLIENTE:			W-PO2-09-20	W-PO3-09-20	W-PO4-09-20
COORDENADAS:			E: 0177322	E: 0177322	E: 0177322
UTM WGS 84:			N: 8506555	N: 8506555	N: 8506555
PRODUCTO:			AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB PRODUCTO:			BEBIDA (AGUA POTABLE)	BEBIDA (AGUA POTABLE)	BEBIDA (AGUA POTABLE)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA		
MUESTREO			FECHA:	2020-09-20	2020-09-20
			HORA:	13:00	13:20
					13:45
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliforme Total (UFC/100mL)	UFC/100mL	1.0	<1.0	5.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	2.0	<2.0	42.2	103.8
Escherichia coli (UFC/100mL)	UFC/100mL	1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Sólidos Totales (*)	mg Total Solids/L	5	726	1,828	2,190
Turbidez (*)	NTU	0.01	0.70	8.80	36.00

L.C.M.: Limite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4791

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ANGELLA FABRIZZIA BERLOTTIOCHAVANO
2.-DIRECCIÓN	: JR. MEZZA MEDRANO 545 PISO 2 URB. SAN GERMAN - SAN MARTIN DE PORRES -LIMA
3.-PROYECTO	: ESTUDIO POST PRUEBA DE LA CALIDAD EN EL AGUA DE SUBSUELO CON FINES DE CONSUMO HUMANO
4.-PROCEDENCIA	: PACHACUTEC - VENTANILLA - CALLAO
5.-SOLICITANTE	: ANGELLA FABRIZZIA BERLOTTIOCHAVANO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1694
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-10-06

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-10-06
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-10-06 al 2020-10-17



Yaní Aurelia Morales Huamaní

Ing. Químico

Jefe de Laboratorio

CIP: 135922

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L

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

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4791

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliforme Total (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 B, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Escherichia coli (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 H, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Partitioning E. coli from MF Total Coliform using EC-MUG Broth.
Sólidos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Solids Dried at 103-105°C
Turbidez (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4791

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-20-15364	M-20-15365	M-20-15366
CÓDIGO DEL CLIENTE:			W-PO8-09-20	W-PO9-09-20	W-PO10-09-20
COORDENADAS:			E: 0177324	E: 0177324	E: 0177324
UTM WGS 84:			N: 8506557	N: 8506557	N: 8506557
PRODUCTO:			AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB PRODUCTO:			BEBIDA (AGUA POTABLE)	BEBIDA (AGUA POTABLE)	BEBIDA (AGUA POTABLE)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA		
FECHA:			2020-10-06	2020-10-06	2020-10-06
HORA:			11:00	11:35	12:00
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliforme Total (UFC/100mL)	UFC/100mL	1.0	<1.0	5.0	5.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	2.0	2.1	43.4	101.5
Escherichia coli (UFC/100mL)	UFC/100mL	1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Sólidos Totales (*)	mg Total Solids/L	5	721	1,853	2,142
Turbidez (*)	NTU	0.01	0.59	8.67	31.02

L.C.M.: Limite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4782

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ANGELLA FABRIZIA BERTOLOTTI OCHAVANO
2.-DIRECCIÓN	: JR. MEZZA MEDRANO 545 PISO 2 URB. SAN GERMAN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
3.-PROYECTO	: ESTUDIO POST PRUEBA DE LA CALIDAD EN EL AGUA DE SUBSUELO CON FINES DE CONSUMO HUMANO
4.-PROCEDENCIA	: PACHACUTEC - VENTANILLA - CALLAO
5.-SOLICITANTE	: ANGELLA FABRIZIA BERTOLOTTI OCHAVANO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-20-1685
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2020-10-13

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	3
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2020-10-02
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2020-10-02 al 2020-10-13



Yani Aurelia Morales Huamani

Ing. Químico

Jefe de Laboratorio

CIP: 135922

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4782**III.-METODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliforme Total (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 B, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Escherichia coli (UFC/100mL) ²	SMEWW 9222 H, 23 rd Ed. 2017	Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Partitioning E. coli from MF Total Coliform using EC-MUG Broth.
Sólidos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Solids Dried at 103-105°C
Turbidez (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-20-4782

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-20-15341	M-20-15342	M-20-15343
CÓDIGO DEL CLIENTE:	W-PO2-10-20	W-PO3-10-20	W-PO4-10-20
COORDENADAS:	E: 0177323	E: 0177323	E: 0177323
UTM WGS 84:	N: 8506556	N: 8506556	N: 8506556
PRODUCTO:	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB PRODUCTO:	BEBIDA (AGUA POTABLE)	BEBIDA (AGUA POTABLE)	BEBIDA (AGUA POTABLE)
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA		
MUESTREO	FECHA:	2020-10-02	2020-10-02
	HORA:	09:30	10:00
			2020-10-02
			10:30
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS
Coliforme Total (UFC/100mL)	UFC/100mL	1.0	<1.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	2.0	<2.0
Escherichia coli (UFC/100mL)	UFC/100mL	1.0	<1.0
Sólidos Totales (*)	mg Total Solids/L	5	715
Turbidez (*)	NTU	0.01	0.5
			5.0
			39.1
			<1.0
			1,874
			2,174
			8.3
			32.4

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"FIN DE DOCUMENTO"

ANEXO Nº 6. Hoja técnica del Carbón activado



NORIT ACTIVATED CARBON

14 March 2014

Water/124WD

Norit[®] GAC 1240 W

WHY CABOT

Cabot Norit Activated Carbon is a premier activated carbon manufacturer respected for experienced people, diverse products and strong customer relationships. Cabot's history of innovation, product performance, technical expertise and customer focus ensure that you receive the right products and solutions for your specific purification needs.



Norit GAC 1240 W is a granular activated carbon, which is suitable in a wide range of applications such as purification of (potable) water and industrial process liquids. Norit GAC 1240 W is very suitable for removal of f.i. natural organics, pesticides, detergents, chlorinated solvents and compounds causing taste and odour problems. Norit GAC 1240 W is produced by steam activation of coal; its superior hardness makes it particularly suited for thermal reactivation.

Norit GAC 1240 W meets the requirements of the latest version of the U.S. Food Chemicals Codex and the Drinking Water Standard EN 12915 (European Normalisation, 2009).

SPECIFICATIONS

Iodine number	min. 950	-
Particle size > 12 mesh (1.70 mm)	max. 10	mass-%
Particle size < 40 mesh (0.425 mm)	max. 5	mass-%
Moisture (as packed)	max. 5	mass-%

GENERAL CHARACTERISTICS

Iodine number	975	-
Methylene blue adsorption	20	g/100 g
Total surface area (B.E.T.)	1100	m ² /g
Apparent density	500	kg/m ³
Density backwashed and drained	445	kg/m ³
Ball-pan hardness	97	-
Effective Size D ₁₀	0.6-0.7	mm
Uniformity coefficient	1.7	-
Ash content	12	mass-%
Water soluble Ash	0.1	mass-%
pH	alkaline	-
Dechlorination halving value	2.5	cm

Norit[®] GAC 1240 W

NOTES

- 1 All analyses based on Norit Standard Test Methods (NSTM)
- 2 Specifications are guaranteed values based on lot to lot quality control, as covered by Norit's ISO 9001 certification.
- 3 General characteristics reflect average values of product quality.
- 4 Detailed information on the hydrodynamic properties can be found in Technical Bulletin 79 - Hydrodynamic Properties of Norit Granular Activated Carbon grades.
- 5 The superior hardness makes this product very suitable for thermal reactivation. Reactivation of exhausted carbon can be carried out in kilns on site or at one of Norit's facilities. The best option depends on the distance between client and nearest Norit facilities and on the amount of carbon to be reactivated per annum.
- 6 The level of floaters measured according to EN 12915 amounts to <1 mass-%. Under practical conditions a fraction of the carbon may wet slowly. Please refer to Norit Technical Bulletin 41B.

PACKAGING

Norit[®] GAC 1240 W is available in:

- Multiply paper bags of 25 kg, 2 x 20 bags per pallet, shrink wrapped (1000 kg net weight per pallet)
- Bulk bags of 2 x 500 kg net weight on a pallet, shrink wrapped
- Bulk tank cars

Product availabilities depend on the type of packaging.



NORIT ACTIVATED CARBON

cabotcorp.com

NORTH AMERICA

Cabot Corporation Business
and Technical Center
157 Concord Road
Billerica, MA 01821-7001 USA

TEL 800 462 2313
FAX +1 978 670 7035

SOUTH AMERICA

Cabot Latin American Division
Rue do Paraíso, 143 - 5^ª andar
04103-000, Sao Paulo, SP
BRAZIL

TEL +55 11 2144 6400
FAX +55 11 3253 0051

EUROPE

Cabot Norit Nederland B.V.
P.O. Box 105
3800 AC Amersfoort
The Netherlands

TEL +31 33 46 48 911
FAX +31 33 46 17 429

ASIA PACIFIC

Cabot Regional Headquarters
558 Shuangbai Road
Shanghai 201108, CHINA

TEL +86 21 5175 8800
FAX +86 21 6434 5532

JAPAN

Cabot Norit Japan K.K.
Sumitomo Chiba-Daimon Idg. 3 F
2-5-5 Shiba-Daimon, Minato-ku,
Tokyo 105-0012, JAPAN

TEL +81 3 3434 6551
FAX +81 3 3434 6479

This information is provided as a convenience and for informational purposes only. No guarantee or warranty as to this information, or any product to which it relates, is given or implied. Cabot disclaims all warranties express or implied, including merchantability or fitness for a particular purpose as to (i) such information, (ii) any product or (iii) intellectual property infringement. In no event is Cabot responsible for, and Cabot does not accept and hereby disclaims liability for, any damages whatsoever in connection with the use of or reliance on this information or any product to which it relates.

Norit[®] is a registered trademark of Cabot Corporation.

©2013 Cabot Corporation. All rights reserved worldwide.